

ВОЗМОЖНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДОЛЕЙ ИЗОТОПОВ В ПОТОКАХ ПЛАЗМЫ

Ковнир Е.А.* – аспирантка, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.

* Томский политехнический университет (г. Томск).

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул).

В наиболее неблагоприятном для разделения изотопных ионов случае, соответствующем исходным естественным условиям нахождения изотопов в низкотемпературной плазме до их разделения, число изотопных ионов связано с интервалом скоростей известным распределением Максвелла:

$$\frac{dn(v)}{n} = dP(v) = f(v) dv, \quad (1)$$

Функция $f(v)$ имеет вид:

$$f(v) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} e^{-mv^2/2kT} v^2. \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) приняты обозначения: « n »- число изотопных ионов в рассматриваемой изотопной смеси; $dn(v)$ - число изотопных ионов, скорости которых заключены между v и $(v+\partial v)$; $dP(v)$ - вероятность того, что скорость изотопного иона по абсолютному значению заключена между v и $v+\partial v$; m - масса изотопного иона; $k = 1,380662 \cdot 10^{-23}$ Дж/К - постоянная Больцмана; T - термодинамическая температура низкотемпературной плазмы; $e=2,718282$, константа.

Число лёгких изотопных ионов, скорости которых заключены между v_1 и $(v_1+\partial v_1)$ связано с вероятностью того, что скорость изотопного иона в низкотемпературной плазме по абсолютному значению заключена между v_1 и $(v_1+\partial v_1)$:

$$dn_1(v_1) = n_1 dP_1(v_1). \quad (3)$$

Относительное число лёгких изотопных ионов в низкотемпературной плазме со скоростями в интервале от v_1 до $(v_1+\partial v_1)$:

$$\frac{dn_1(v_1)}{1} = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{\beta_1 m_1}{2} \right)^{3/2} e^{-\beta_1 m_1 v_1^2/2} v_1^2 dv_1, \quad (4)$$

где β_1 характеризует среднюю кинетическую энергию лёгких изотопных ионов в низкотемпературной плазме. Средняя кинетическая энергия лёгких изотопных ионов определяется так:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \int_0^{\infty} \frac{m_1 v_1^2}{2} dP_1(v_1) = \frac{3}{2\beta_1}. \quad (5)$$

Величина, обратная β_1 , пропорциональна температуре лёгких изотопных ионов:

$$\frac{1}{\beta_1} = kT_1. \quad (6)$$

Распределение лёгких изотопных ионов в низкотемпературной плазме имеет вид:

$$\frac{dn_1(v_1)}{n_1} = dP_1(v_1) = f_1(v_1) dv_1, \quad (7)$$

функция $f_1(v_1)$ имеет вид:

$$f_1(v_1) = 4\pi \left(\frac{m_1}{2\pi kT_1} \right)^{3/2} e^{-m_1 v_1^2/2kT_1} v_1^2. \quad (8)$$

Распределение тяжёлых изотопных ионов:

$$\frac{dn_2(v)}{n_2} = dP_2(v_2) = f_2(v_2)dv_2, \quad (9)$$

функция $f_2(v_2)$ имеет вид:

$$f_2(v_2) = 4\pi \left(\frac{m_2}{2\pi kT_2} \right)^{3/2} e^{-m_2 v_2^2 / 2kT_2} v_2^2. \quad (10)$$

Распределение лёгких изотопных ионов по энергии аналогично распределению тяжёлых изотопных ионов по энергии. Скорость V_{01} , соответствующая максимуму в распределении лёгких изотопных ионов, является наивероятнейшей скоростью лёгких изотопных ионов, а скорость V_{02} соответствующая максимуму в распределении тяжёлых изотопных ионов, является наивероятнейшей скоростью тяжёлых изотопных ионов. Скорости находятся из условия экстремума $df(v)/dv = 0$ и равны: скорость соответствующая максимуму в распределении лёгких изотопных ионов, являющаяся наивероятнейшей скоростью лёгких изотопных ионов определяется по формуле

$$v_{01} = \sqrt{2kT_1/m_1}, \quad (11)$$

Скорость, соответствующая максимуму в распределении тяжёлых изотопных ионов, являющаяся наивероятнейшей скоростью тяжёлых изотопных ионов определяется по формуле

$$v_{02} = \sqrt{2kT_2/m_2}. \quad (12)$$

Одновременно, скорости находятся из условий: для лёгкого изотопного иона

$$qU = m_1 v_{01}^2 / 2, \quad (13)$$

и для тяжёлого изотопного иона

$$qU = m_2 v_{02}^2 / 2, \quad (14)$$

где «q» - заряд изотопного иона, «U» - напряжение в зоне ускорения изотопных ионов.

Скорость лёгкого изотопного иона « v_{01} » найденная из (13), определяется по формуле:

$$v_{01} = \sqrt{2qU/m_1}. \quad (15)$$

Скорость тяжёлого изотопного иона « v_{02} », найденная из (14), определяется по формуле:

$$v_{02} = \sqrt{2qU/m_2}. \quad (16)$$

Из формул (12), (13), (15), (16) следуют выражения для температур изотопных ионов: температура T_1 лёгких изотопных ионов определится по формуле

$$T_1 = qU/k, \quad (17)$$

температура T_2 тяжёлых изотопных ионов определится по формуле

$$T_2 = qU/k. \quad (18)$$

Из двух последних соотношений следует, что температура « T_1 » лёгких изотопных ионов, ускоренных до скорости « v_{01} », равна температуре « T_2 » тяжёлых изотопных ионов, ускоренных до скорости « v_{02} ». Если плотность лёгких изотопных ионов равна « n_1 », то число $N_1(v_1', v_1'')$ является числом лёгких изотопных ионов, скорости которых распределены между « v_1' » и « v_1'' »:

$$N_1(v_1', v_1'') = n_1 \int_{v_1'}^{v_1''} f_1(v_1) dv_1 = n_1 \frac{4}{\sqrt{\pi}} \int_{v_1'/v_{01}}^{v_1''/v_{01}} e^{-u^2} u^2 du. \quad (19)$$

Если плотность тяжёлых изотопных ионов равна « n_2 », то число $N_2(v_2', v_2'')$ является числом тяжёлых изотопных ионов, скорости которых распределены между « v_2' » и « v_2'' », и равно:

$$N_2(v_2', v_2'') = n_2 \int_{v_2'}^{v_2''} f_2(v_2) dv_2 = n_2 \frac{4}{\sqrt{\pi}} \int_{v_2'/v_{02}}^{v_2''/v_{02}} e^{-(u^2)} u^2 du \quad (20)$$

Вычисления чисел лёгких и тяжёлых изотопов, то есть величин (19) и (20) с помощью таблиц интеграла

$$\varphi(x) = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-(u^2)} u^2 du \quad (21)$$

проводится по формулам (22) и (23): для лёгкого изотопного иона

$$N_1(v_1', v_1'') = n_1 \left[\varphi(v_1''/v_{01}) - \varphi(v_1'/v_{01}) \right], \quad (22)$$

для тяжёлого изотопного иона

$$N_2(v_2', v_2'') = n_2 \left[\varphi(v_2''/v_{02}) - \varphi(v_2'/v_{02}) \right]. \quad (23)$$

Отношение наиболее вероятной скорости лёгких изотопных ионов к наиболее вероятной скорости тяжёлых изотопных ионов:

$$\frac{v_{01}}{v_{02}} = \sqrt{m_2/m_1} = k_1. \quad (24)$$

Нас интересует отношение n_1/n_2 , позволяющее определить коэффициент α разделения изотопов, характеризующий эффективность процесса разделения. Отношение n_1/n_2 является отношением числа n_1 лёгких изотопных ионов к числу n_2 тяжёлых изотопных ионов в отобранном продукте. Отобранный продукт состоит из смеси изотопных ионов, линейные скорости которых находились в интервале скоростей. Интервал лежит от скорости, равной $v_1' = v_2' = v'$ до скорости $v_1'' = v_2'' = v''$. Отношение n_1/n_2 определяется путём умножения отношения n_{01}/n_{02} числа « n_{01} » лёгких изотопных ионов к числу « n_{02} » тяжёлых изотопных ионов, находившихся во всём количестве исходного продукта, на коэффициент k_2 . Коэффициент определяется по формуле (25):

$$k_2 = \frac{\varphi_1[v''/(k_1 v_{02})] + \varphi_1[v'/(k_1 v_{02})]}{\varphi_2(v''/v_{02}) + \varphi_2(v'/v_{02})}. \quad (25)$$

Коэффициент α разделения изотопов вычисляется по формуле (26):

$$\alpha = \frac{n_{01}}{n_{02}} k_2, \quad (26)$$

где: « n_{01} » - число лёгких изотопных ионов в низкотемпературной плазме, линейные скорости которых находятся в интервале от 0 до бесконечности ∞ , в исходной смеси изотопных ионов; « n_{02} » - число тяжёлых изотопных ионов в низкотемпературной плазме, линейные скорости которых находятся в интервале от 0 до бесконечности ∞ , в исходной смеси разделяемых изотопных ионов.

При отношении n_{01} - числа лёгких изотопных ионов до разделения изотопов к n_{02} - числу тяжёлых изотопных ионов до разделения изотопов $n_{01}/n_{02}=1$, получаем, что коэффициент разделения $\alpha=k_2$. Коэффициент α разделения изотопов вычисляется в частном случае, только при $n_{01}/n_{02}=1$, по формуле (25). В общем, рассматриваемом здесь, случае коэффициент α разделения изотопов определяется по формуле (26). По формулам (25) и (26) выполнен расчёт коэффициента α разделения изотопов лития. В наиболее благоприятном варианте разделения коэффициент разделения равен 1,36. Отсюда видно, что рассмотрение реальной картины разделения изотопов с использованием понятия фазовых объёмов низкотемпературной плазмы приводит к незначительному разделению. Работа с любой разновидностью теории фазового объёма низкотемпературной плазмы приводит к необходимости изменить форму барьера, но имеется более продуктивный путь – путь применения и магнитного и электрического поля.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СПОСОБНОСТЕЙ УМНОЙ ПУЛИ

Курилов Е.Н. - аспирант, Доронин В.Т. - к.ф.-м.н., профессор
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Очередное алтайское новшество относится к области боеприпасов стрелкового оружия, предназначенных для увеличения вторичного поражения от осколков пули и рикошета осколков пули при стрельбе извне в недоступные ограниченные непробиваемой преградой пространства нахождения террористов без заложников. Известна 7,62-мм пуля для патрона 7Н23 образца 1943 г. Известная пуля состоит из биметаллической оболочки, свинцовой рубашки, стального сердечника. Гладкий стальной сердечник плотно размещен внутри свинцовой рубашки. Сердечник с рубашкой установлен в оболочку. Сердечник и рубашка закреплены завальцовкой оболочки. На поверхности оболочки имеется угловая канавка для закрепления пули в гильзе патрона. Хвостовая часть пули имеет коническую форму. Недостатком 7,62-мм пули для патрона 7Н23 является невозможность к поражению террористов, находящихся в области стрелковой тени за непробиваемой преградой, из-за неспособности пули завернуть за преграду. Другим недостатком является малая вероятность вторичного поражения от осколков пули и от рикошета осколков пули при стрельбе извне в недоступные ограниченные непробиваемой преградой пространства нахождения террористов без заложников, из-за малого количества осколков пули и малой энергии осколков пули. Прототипом очередного новшества является пуля, состоящая из железной оболочки с отверстием по оси и размещенного в ней прообраза нового сердечника. Недостатком этой пули является невозможность ее применения в обычном стрелковом оружии из-за несоответствия размеров и конструкции пули. Недостатком пули является невозможность к поражению террористов, находящихся в области стрелковой тени за непробиваемой преградой, из-за неспособности пули завернуть за преграду. Другим недостатком является малая вероятность вторичного поражения от осколков пули и от рикошета осколков пули при стрельбе извне в недоступные ограниченные непробиваемой преградой пространства нахождения террористов без заложников, из-за малого количества осколков пули и малой энергии осколков пули. Задачей последних разработок, экспериментов и исследований является увеличение способности пули проникать в область стрелковой тени за препятствия при полёте и повышение вероятности поражения осколками пули. Поставленная задача в направлении конструирования достигается тем, что в пуле патрона стрелкового оружия, содержащей биметаллическую оболочку, свинцовую рубашку, расположенную под оболочкой, и сердечник, расположенный под рубашкой, сердечник выполнен новым, умным, с продольным глухим отверстием. Отверстие заполнено свинцовой жилой и наглухо закрыто инициатором разлома сердечника, причём инициатор разлома сердечника имеет неправильную форму двустороннего обоюдоострого конуса, а оболочка имеет наружную кольцевую поперечную проточку. Выполнение сердечника пули новым и умным делает пулю тоже новой и умной и обеспечивает возможность поражения террористов, находящихся в области стрелковой тени за непробиваемой преградой из-за способности новой пули искривить траекторию и завернуть за преграду. Поскольку сердечник выполнен новым и умным с продольным глухим отверстием, отверстие заполнено свинцовой жилой и наглухо закрыто инициатором разлома сердечника, причём инициатор разлома сердечника имеет неправильную форму двустороннего обоюдоострого конуса, а оболочка имеет наружную кольцевую поперечную проточку, то повышена вероятность поражения осколками пули из-за большего числа осколков и большей энергией. Очередное новшество доведено до подробного чертежа уже испытанного и готового изделия, а на рисунке изображен продольный разрез умной пули патрона стрелкового оружия в сборе.

Пуля патрона стрелкового оружия содержит биметаллическую оболочку, свинцовую рубашку, расположенную под оболочкой, и умный сердечник, расположенный под рубашкой. Сердечник умный выполнен новым с продольным глухим отверстием, отверстие

заполнено свинцовой жилой и наглухо закрыто инициатором разлома сердечника, причём инициатор разлома умного сердечника имеет неправильную форму двустороннего обоюдоострого конуса, а оболочка имеет наружную кольцевую поперечную проточку. Новизну предложенного технического решения составляют конструктивные элементы инициатора разлома умного сердечника и свинцовая жила с одновременным использованием продольного глухого отверстия нового сердечника в качестве дополнительного концентратора напряжений, конструкция и форма сердечника и новый материал сердечника вместо традиционного материала сердечника для пуль обычного стрелкового оружия. Преимущество нового умного сердечника в сравнении с неумным сердечником заключается в наличии исходных механических напряжений, вызванных силами взаимодействия между малыми долями объёма нового умного сердечника, и проявляется в энергически эффективном разлёте осколков при ударе пули о преграду. Пуля умная патрона стрелкового оружия работает следующим образом: При ударе пули о твердую преграду в головной части оболочки происходит резкое её сжатие и смятие с передачей давления инициатору разлома нового умного сердечника пули. Под создавшимся давлением инициатора разлома нового сердечника на новый сердечник происходит разрушение нового умного сердечника. Разрушение нового умного сердечника усиливается и ускоряется давлением сжимающейся в продольном направлении спрессовывающейся и расширяющейся в поперечном направлении свинцовой жилой. Разлом нового умного сердечника дополнительно усиливается и ускоряется силами нового умного отталкивания между рождающимися осколками разрушающегося нового умного сердечника. Одновременно с процессами деструкции в области продольного глухого отверстия умного сердечника умной пули протекают процессы преобразования в периферийных областях умной пули. Под создавшимся при ударе умной пули о преграду большим давлением свинца рубашки происходит разрыв биметаллической оболочки и её разделение на осколочные фрагменты, которые в сумме с осколочными фрагментами нового умного сердечника образуют поток высокоэнергетических осколков. При стрельбе предлагаемыми умными пулями к умным патронам стрелкового оружия по твердой преграде под углами от 0 до 60° к нормали обеспечивается значительное увеличение числа пробитий фрагментами умной пули фанерного листа находящегося в 3-х метрах от преграды. Так получается в работе с умной пулей в отличие от боевых и спортивно-охотничьих неумных пуль со стальными и свинцовыми неумными сердечниками. Экспериментами установлено, что во время пролета в непосредственной близости соответствующих активных преград умная пуля с новым умным сердечником из-за воздействия на нее умных сил поворачивает и заходит в область стрелковой тени, что повышает вероятность поражения. После удара о плотную преграду в области стрелковой тени инициатор разлома умного сердечника глубже внедряется в продольное глухое отверстие нового умного сердечника и инициирует разлом последнего, фрагменты разрушенного умного сердечника активно разлетаются, поскольку в начальном состоянии они отталкиваются друг от друга. Меньшая масса фрагментов пули по сравнению с массой целой пули компенсируется дополнительным воздействием сил на разлетающиеся фрагменты, что приводит к увеличению убойности и вероятности поражения. Особенностью нового умного сердечника умной пули к умному патрону стрелкового оружия являются его постоянные новые свойства и материал, из которого он изготовлен. Новый умный сердечник 3 сформирован на основе материала, который обладает самым высоким показателем новых материалов к умным патронам стрелкового оружия. Умные пули на новых материалах на протяжении всего срока службы относительно безопасны и просты в эксплуатации. Описанная умная пуля умного патрона стрелкового оружия имеет следующие преимущества: Возможность использования для стрельбы из обычного стрелкового оружия, возможность достигать цели в области стрелковой тени, высокая поражающая способность и, в перспективе, возможность гибкого управления траекторией полета. Возможности использования для стрельбы из обычного стрелкового оружия способствует поперечная проточка оболочки, которая используется для закрепления умной пули в гильзе стрелкового

умного патрона. Биметаллическая оболочка умной пули играет роль корпуса, а совместно со свинцовой рубашкой обеспечивает правильное движение умной пули по каналу ствола. Введение новшеств в конструкции умной пули умного патрона стрелкового оружия позволяет использовать существующее технологическое оборудование для производства патронов с новыми умными пулями, но требует дополнительных материальных затрат на изготовление новых умных сердечников для умных пуль. В настоящее время в Алтайском техническом университете и на заводе разработаны чертежи предлагаемой умной пули и умного патрона с предлагаемой умной пулей. Проведены исследовательские работы, изготовлены и испытаны опытные партии патронов с умными пулями предлагаемой конструкции, которые подтверждают перспективность и эффективность их использования. Во время полёта около преград умная новая пуля поворачивает и заходит в область стрелковой тени, что повышает вероятность поражения террористов. При выполнении ответственного задания такая умная пуля особенно понравится снайперу. Угол изменения направления полёта предлагаемой умной пули зависит от многих параметров умной пули. После удара о плотную преграду умная пуля с помощью инициатора разлома нового умного сердечника умной пули раскалывается на осколки, которые активно разлетаются, поскольку в момент разлома осколки нового умного сердечника умной пули отталкиваются друг от друга, что приводит к увеличению вероятности поражения противника. При попадании в пластины бронежилета новая умная пуля эффективно поражает мягкие ткани, расположенные выше бронежилета. Новая умная пуля при стрельбе вверх теряет скорость, поэтому в ряде случаев, пуля плавно подходит и движется вместе с подвижной мишенью. В таком варианте использования новая умная пуля может быть почтальоном, доставляя посылку с взрывным зарядом мгновенного или замедленного действия или иным зарядом и с богатой интеллектуальной информацией. Новая умная пуля обладает способностью трансформировать энергию из одних видов в иные виды энергии и поражать одной из них или несколькими одновременно путём посылки в сторону террористов. Энергия отправляется в виде поражающего импульса, поражающего лазерного луча, поражающего ионного и электронного луча или в виде кодированного импульса или луча. Новая умная пуля открывает новые возможности для проектирования и создания нового типа многофункционального многоцелевого стрелкового и интеллектуального вооружения.

Области использования умной пули с новым умным сердечником или с любым новым умным элементом умной пули: Антитеррористические и штурмовые операции при стрельбе извне в недоступные ограниченные непробиваемой преградой пространства нахождения террористов без заложников. Снайперские операции. Разведка и контрразведка во вражеских самолётах, вертолётах, танках с целью сканирования обстановки за линией фронта во время возвращения вражеской техники на свои базы и с целью передачи результатов сканирования вражеской территории в адрес заинтересованной стороны. Использование в составе смешанных стрелковых боеприпасов. Использование при научных исследованиях в качестве контролируемой, обнаруживаемой, регистрируемой и управляемой по траектории, скорости и направлению движения в полёте модели иных видов пуль. Использование при перспективных исследованиях и испытаниях новых систем огня. Использование в фундаментальных исследованиях по теоретической и экспериментальной физике взаимодействия умных подвижных новых систем. Использование при исследовании влияния умных новых систем на ненумерованные неумные системы. Совершенствование, проектирование и создание нового типа многофункционального многоцелевого стрелкового умного и интеллектуального вооружения. Использование для экологического мониторинга окружающей территории и окружающей воздушной и безвоздушной среды. Широкое применение для обнаружения различных вредных химических веществ и взрывчатки на земле и в воздухе во время полёта и передачи результатов анализа.

Получено чудовищное значение приращения скорости пули и энергии при полёте новой пули. Указанные скорости новых пуль получаются и при теоретическом расчёте с учётом распределения количества пуль по энергии и на практике.

ПРИНЦИП РАБОТЫ ПЕРВОГО ТОРА-ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Дердерчук А.С. – студент гр. ТГВ 81, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

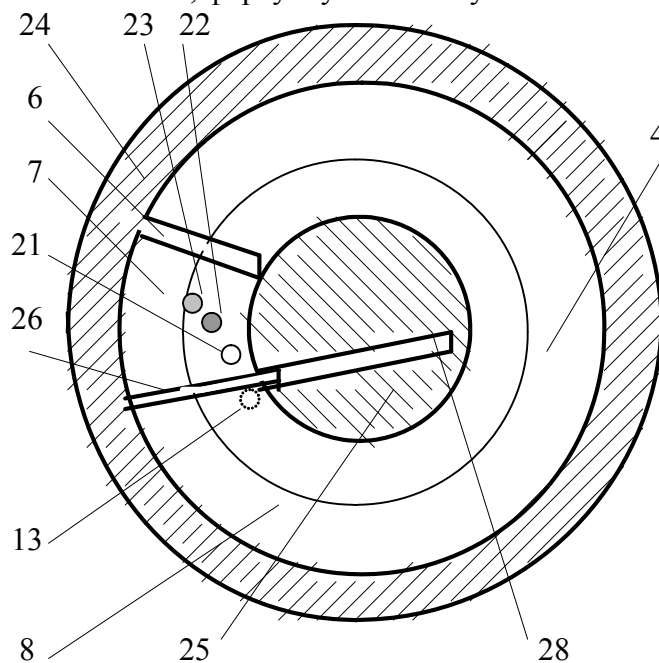
Новшество относится к моторостроению, предназначено к двигателям внутреннего сгорания и может быть использовано в автомобильном моторостроении.

Недостатком лучшего на сегодня двухтактного двигателя Скрипова, двигателя внутреннего сгорания является низкий коэффициент полезного действия двигателя из-за затрат мощности на возвратно-поступательное перемещение деталей кривошипного механизма и вращение коленчатого вала. Мала мощность двигателя из-за отсутствия возможности подачи большего количества воздуха и топлива в камеру сгорания; малая топливная экономичность по причине неполной очистки от отработавших газов; большой вес двигателя из-за наличия кривошипного механизма, коленчатого вала и большого количества подшипников коленчатого вала.

Предлагаемое техническое решение даёт повышение коэффициента полезного действия двигателя путём исключения затрат мощности на сжатие воздуха для продувки камеры сгорания и вытеснение отработавших газов и путём исключения затрат мощности на возвратно-поступательное перемещение деталей кривошипного механизма и вращение коленчатого вала. Достигается повышение мощности двигателя путём подачи большего количества воздуха и топлива в камеру сгорания, наполнения камеры сгорания свежим топливом и воздухом в момент пониженного давления в ней. Приходит повышение топливной экономичности путём полной очистки от отработавших газов; снижение веса двигателя вследствие отсутствия необходимости в использовании кривошипного механизма, коленчатого вала и большого количества подшипников коленчатого вала. Для достижения названного технического результата в двигателе внутреннего сгорания содержится корпус с перегородкой, разделяющей полость на первую и вторую рабочие полости. Первый поршень разделяет первую рабочую полость на камеру сгорания и дополнительную камеру. Второй поршень разделяет вторую рабочую полость на вспомогательную камеру и компрессорную камеру. Имеются впускной клапан и выпускное отверстие, перепускной коллектор с клапанами установлены между рабочими полостями, форсунка и свеча зажигания. Корпус выполнен в виде колеса, установленного на оси с возможностью вращения относительно неё, полость образована между внутренней поверхностью колеса и наружной поверхностью оси, рабочие полости выполнены в виде тора. Двигатель дополнительно снабжён заслонками, каждая из которых установлена в прорези оси с возможностью перемещения внутри своей рабочей полости для разделения и сообщения камер. Двигатель снабжён дополнительным перепускным коллектором с клапанами, установленным между рабочими полостями, причём оба коллектора снабжены общими клапанами, один из которых связан с первой рабочей полостью, а другой – со второй рабочей полостью. Каждый поршень соединён с колесом, а в качестве дополнительной камеры первой рабочей полости использована выхлопная камера, и в качестве вспомогательной камеры второй рабочей полости использована всасывающая камера. Выполнение корпуса в виде колеса, установленного на оси с возможностью вращения относительно оси, полости между внутренней поверхностью колеса и наружной поверхностью оси, рабочих полостей в виде тора и дополнительное снабжение двигателя заслонками, каждая из которых установлена в прорези оси с возможностью перемещения внутри своей рабочей полости, позволяет исключить кривошипный механизм. Исключаются коленчатый вал и большое количество подшипников коленчатого вала. Это позволяет исключить затраты мощности на возвратно-поступательное перемещение деталей кривошипного механизма и вращение коленчатого вала, а также снизить вес двигателя. Перепускные коллекторы с клапанами, установленные между рабочими полостями, когда оба коллектора снабжены общими клапанами, один из которых связан с первой рабочей полостью, а другой – со второй рабочей полостью, способствуют подаче большего

количества воздуха и топлива в камеру сгорания. Коллекторы способствуют наполнению камеры сгорания свежим топливом и воздухом в момент пониженного давления, что приводит к повышению мощности двигателя. Соединение каждого поршня с колесом, использование выхлопной камеры в качестве дополнительной камеры первой рабочей полости, использование всасывающей камеры в качестве вспомогательной камеры второй рабочей полости позволяют полностью очистить камеру сгорания от отработавших газов, снабдить её необходимым количеством топлива и воздуха и таким путём повысить экономичность. Это также позволяет исключить затраты мощности на сжатие воздуха для продувки камеры сгорания и вытеснение отработавших газов и повысить коэффициент полезного действия двигателя. Новшество поясняется чертежом, где на рис.1 изображена схема двигателя внутреннего сгорания.

Двигатель внутреннего сгорания содержит корпус 1 с перегородкой 2, разделяющей полость 3 на первую рабочую полость 4 и вторую рабочую полость 5. Первый поршень 6 разделяет первую рабочую полость 4 на камеру 7 сгорания и выхлопную камеру 8. Вторым поршень 9 разделяет вторую рабочую полость 5 на всасывающую камеру 10. Двигатель содержит компрессорную камеру 11, впускной клапан 12, выпускное отверстие 13, основной перепускной коллектор 14 с клапанами 15 и 16 и дополнительный перепускной коллектор 17 с клапанами 18 и 19, клапаны 20 и 21, форсунку 22 и свечу 23 зажигания.



Перепускные коллекторы 14 и 17 и клапаны 15, 16, 18, 19, 20, 21 установлены между рабочими полостями 4 и 5. Корпус 1 выполнен в виде колеса 24, установленного на неподвижной оси 25 с возможностью вращения относительно неё. Полость 3 образована между внутренней поверхностью колеса 24 и наружной поверхностью оси 25, рабочие полости 4 и 5 выполнены тороидальной формы. Двигатель снабжён заслонками 26 и 27. Заслонка 26 установлена в прорези 28 оси 25 с возможностью перемещения внутри рабочей полости 4 для разделения начала камеры 7 и конца камеры 8 и сообщения камер 7 и 8. Заслонка 27 установлена в прорези 29 оси 25 с возможностью перемещения внутри рабочей полости 5 для разделения начала камеры 10 и конца камеры 11 и сообщения камер 10 и 11. Перепускные коллекторы 14 и 17 снабжены общими клапанами 20 и 21. Клапан 20 является выпускным для воздуха из компрессорной камеры 11 второй рабочей полости 5 и связан с ними. Клапан 21 является впускным для воздуха в камеру 7 сгорания первой рабочей полости 4 и связан с ними. Поршни 6 и 9 выполнены в виде лопаток и жёстко соединены с колесом 24. Первый поршень 6 ограничивает одной своей стороной конец камеры 7 сгорания, а другой стороной ограничивает начало выхлопной камеры 8. Заслонка 26 установлена с возможностью периодического возвратно-поступательного движения в

прорези 28 в неподвижной оси 25 для освобождения пути первому поршню 6, перемещающемуся в окружном направлении. Второй поршень 9 ограничивает одной своей стороной конец всасывающей камеры 10, а другой стороной ограничивает начало компрессорной камеры 11. Заслонка 27 установлена с возможностью периодического возвратно-поступательного движения в прорези 29 в неподвижной оси 25 для освобождения пути второму поршню 9, перемещающемуся в окружном направлении. Клапан 20 при компрессорной камере 11 и неподвижной оси 25 установлен в воздуховоде 30 для поступления воздуха в перепускной коллектор 14 через клапан 15 или в перепускной коллектор 17 через клапан 18. Клапан 21 установлен в воздуховоде 31 для поступления сжатого воздуха в камеру 7 сгорания из перепускного коллектора 14 через клапан 16 или из перепускного коллектора 17 через клапан 19. Принято, что направление вращения колеса 24 с поршнями 6 и 9 осуществляется по часовой стрелке. Первая рабочая полость 4 используется на рабочий ход первого поршня 6 с колесом 24 после воспламенения поступившего через форсунку 22 топлива в камере 7 сгорания от свечи 23 зажигания и на выхлоп отработанных газов из выхлопной камеры 8 через выпускное отверстие 13. Вторая рабочая полость 5 используется на впуск воздуха через впускной клапан 12 во всасывающую камеру 10, сжатие находящегося в компрессорной камере 11 воздуха и транспортировку воздуха в перепускные коллекторы 14 и 17. Накопление нагнетаемого через клапан 20, воздухопровод 30 и клапан 15 воздуха происходит в перепускном коллекторе 14, а накопление нагнетаемого через клапан 20, воздухопровод 30 и клапан 18 воздуха осуществляется в перепускном коллекторе 17. Из перепускных коллекторов 14 или 17 попеременно и соответственно через клапан 16 или 19 сжатый воздух подаётся в камеру 7 сгорания через воздухопровод 31 и клапан 21. Топливо в камеру 7 сгорания подаётся через форсунку 22. Рабочий ход поршней 6 и 9 и колеса 24 осуществляется при сгорании топливной смеси от искры свечи 23 зажигания в пространстве камеры 7 сгорания.

Двигатель внутреннего сгорания работает следующим образом. При движении второго поршня 9 по часовой стрелке, через впускной клапан 12 во всасывающую камеру 10 поступает воздух из атмосферы. В этот момент по другую сторону второго поршня 9 и по другую сторону заслонки 27 в компрессорной камере 11 есть воздух, который сжимается с помощью движущегося по кругу второго поршня 9. При повышенном давлении воздуха в компрессорной камере 11 открывается клапан 20 и воздух через воздухопровод 30 перетекает из компрессорной камеры 11 в перепускной коллектор 14 через клапан 15. После прохождения вторым поршнем 9 области расположения клапана 20 воздухопровода 30 заслонка 27 освобождает путь второму поршню 9 и клапан 20 закрывается. После прохождения вторым поршнем 9 области заслонки 27 и впускного клапана 12, заслонка 27 снова закрывается, клапан 20 открывается и цикл работы во второй рабочей полости 5 повторяется. При повторном цикле работы сжатый воздух попадает через клапан 20, воздухопровод 30 и клапан 18 в перепускной коллектор 17. При движении первого поршня 6 по часовой стрелке и, следовательно, понижении давления в камере 7 сгорания через клапан 21 в камеру 7 сгорания быстро поступает сжатый воздух из перепускного коллектора 14 через клапан 16 или из перепускного коллектора 17 через клапан 19. В этот же момент, при понижении давления в камере 7 сгорания, впрыскивается достаточное количество топлива через форсунку 22, и топливная смесь поджигается от свечи 23 зажигания. Повышенное давление в камере 7 сгорания заставляет первый поршень 6 активнее перемещаться по часовой стрелке, увлекая за собой колесо 24 вместе со вторым поршнем 9. С другой стороны первого поршня 6 в выхлопной камере 8 имеется некоторое количество отработанных газов, которые вытесняются первым поршнем 6 из выхлопной камеры 8 через выпускное отверстие 13. При подходе первого поршня 6 к заслонке 26 она открывается. При открытии заслонки 26 идёт кратковременное смещение отработанных к этому моменту газов камеры 7 сгорания и газов выхлопной камеры 8. После прохождения первым поршнем 6 области заслонки 26, заслонка 26 закрывается, и рабочая полость 4 готова к повторению цикла работы. Повторение цикла осуществляется с помощью заготовленного в перепускном коллекторе 17 сжатого воздуха.

ВСЁ О ВТОРОМ ТОРЕ-ДВИГАТЕЛЕ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Новосёлов А.А. – студент гр. ТГВ 81, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Предлагаемым новшеством решается задача повышения коэффициента полезного действия двигателя путём исключения затрат мощности на сжатие воздуха для продувки камеры сгорания и вытеснение отработавших газов и путём исключения затрат мощности на возвратно-поступательное перемещение деталей кривошипного механизма и вращение коленчатого вала. Осуществляется повышение мощности двигателя путём подачи большего количества воздуха и топлива в камеру сгорания, путём наполнения камеры сгорания свежим топливом и воздухом в момент пониженного давления в ней. Происходит повышение топливной экономичности путём полной очистки от отработавших газов; снижение веса двигателя вследствие отсутствия необходимости в использовании кривошипного механизма, коленчатого вала и большого количества подшипников коленчатого вала.

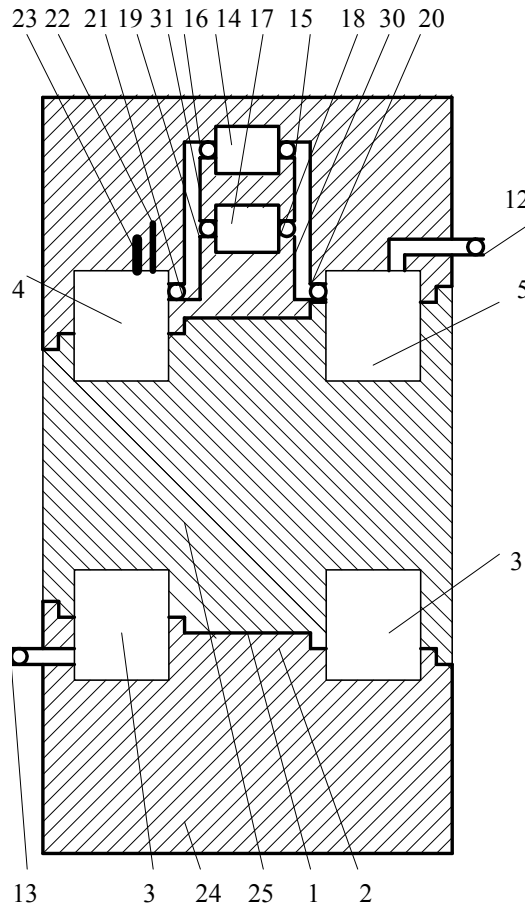
Для достижения названного технического результата двигатель внутреннего сгорания содержит корпус с перегородкой, разделяющей полость на первую и вторую рабочие полости. Первый поршень разделяет первую рабочую полость на камеру сгорания и дополнительную камеру. Второй поршень разделяет вторую рабочую полость на вспомогательную камеру и компрессорную камеру. Имеется впускной клапан и выпускное отверстие, перепускной коллектор с клапанами, установленными между рабочими полостями, форсункой и свечой зажигания. Корпус выполнен в виде цилиндра, установленного на оси с возможностью вращения оси относительно корпуса, полость образована между внутренней поверхностью цилиндра и наружной поверхностью оси, рабочие полости выполнены в форме тора. При этом двигатель дополнительно снабжён заслонками, каждая из которых установлена в прорези цилиндра с возможностью перемещения внутри своей рабочей полости для разделения и сообщения камер, дополнительным перепускным коллектором с клапанами, установленным в цилиндре между рабочими полостями. Причём оба коллектора снабжены общими клапанами, один из которых связан с первой рабочей полостью, а другой – со второй рабочей полостью. Причём каждый поршень соединён с осью, а в качестве дополнительной камеры первой рабочей полости использована выхлопная камера, и в качестве вспомогательной камеры второй рабочей полости использована всасывающая камера.

Выполнение корпуса в виде цилиндра, установленного на оси с возможностью вращения оси относительно корпуса, образование полости между цилиндром и осью, выполнение рабочих полостей в виде тора, снабжение двигателя заслонками и возможность перемещения заслонок внутри своей рабочей полости для разделения и сообщения камер, позволяет исключить кривошипный механизм. Исключены коленчатый вал и большое количество подшипников коленчатого вала, следовательно, исключены затраты мощности на возвратно-поступательное перемещение деталей кривошипного механизма и вращение коленчатого вала. Снижен вес двигателя. Снабжение двигателя дополнительным перепускным коллектором, установленным в цилиндре между рабочими полостями и снабжение общими клапанами, один из которых связан с первой рабочей полостью, а другой – со второй рабочей полостью, способствует подаче большего количества воздуха и топлива в камеру сгорания. Способствует наполнению камеры сгорания свежим топливом и воздухом в момент пониженного давления, что приводит к повышению мощности двигателя. Соединение каждого поршня с осью, использование выхлопной камеры в качестве дополнительной камеры первой рабочей полости, использование всасывающей камеры в качестве вспомогательной камеры второй рабочей полости позволяют полностью очистить камеру сгорания от отработавших газов, снабдить её необходимым количеством топлива и воздуха и таким путём повысить экономичность. Это также позволяет исключить затраты мощности на

сжатие воздуха для продувки камеры сгорания и вытеснение отработавших газов и повысить коэффициент полезного действия двигателя.

Техническое решение поясняется чертежом, где на рис.1 изображена схема двигателя внутреннего сгорания.

Двухполостный роторный двигатель внутреннего сгорания содержит корпус 1 с перегородкой 2, разделяющей полость 3 на первую рабочую полость 4 и вторую рабочую полость 5. Первый поршень 6 разделяет первую рабочую полость 4 на камеру 7 сгорания и выхлопную камеру 8, второй поршень 9 разделяет вторую рабочую полость 5 на всасывающую камеру 10 и компрессорную камеру 11. Имеется впускной клапан 12, выпускное отверстие 13, основной перепускной коллектор 14 с клапанами 15 и 16 и дополнительный перепускной коллектор 17 с клапанами 18 и 19, клапаны 20 и 21, форсунка 22 и свеча 23 зажигания.



Перепускные коллекторы 14 и 17 и клапаны 15, 16, 18, 19, 20, 21 установлены между рабочими полостями 4 и 5. Корпус 1 выполнен в виде цилиндра 24, установленного на оси 25 с возможностью вращения оси 25 относительно корпуса 1. Полость 3 образована между внутренней поверхностью цилиндра 24 и наружной поверхностью оси 25, рабочие полости 4 и 5 выполнены тороидальной формы. Двигатель снабжён заслонками 26 и 27. Заслонка 26 установлена в прорези 28 цилиндра 24 с возможностью перемещения внутри рабочей полости 4 для разделения начала камеры 7 и конца камеры 8 и сообщения камер 7 и 8. Заслонка 27 установлена в прорези 29 цилиндра 24 с возможностью перемещения внутри рабочей полости 5 для разделения начала камеры 10 и конца камеры 11 и сообщения камер 10 и 11. Перепускные коллекторы 14 и 17 установлены в цилиндре 24 и снабжены общими клапанами 20 и 21. Клапан 20 является выпускным для воздуха из компрессорной камеры 11 второй рабочей полости 5 и связан с ними. Клапан 21 является впускным для воздуха в камеру 7 сгорания первой рабочей полости 4 и связан с ними. Поршни 6 и 9 выполнены в виде лопаток и жёстко соединены с осью 25. Первый поршень 6 определяет одной своей стороной конец камеры 7 сгорания, а другой стороной определяет начало выхлопной камеры

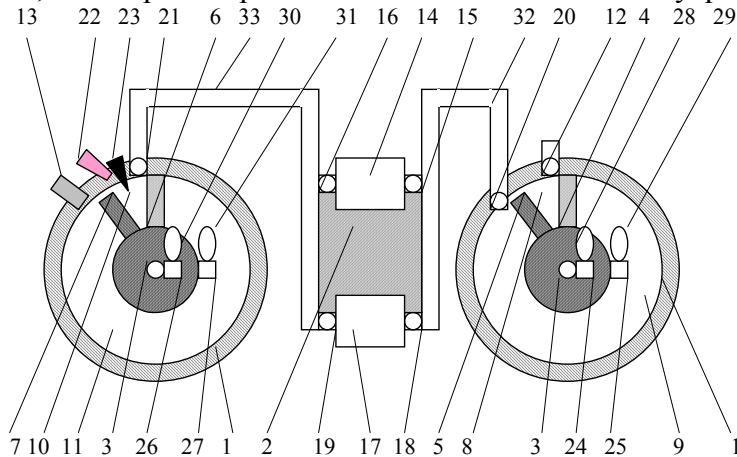
8. Заслонка 26 установлена с возможностью периодического возвратно-поступательного движения в прорези 28 в неподвижном цилиндре 24 для освобождения пути первому поршню 6, перемещающемуся в окружном направлении. Второй поршень 9 определяет одной своей стороной конец всасывающей камеры 10, а другой стороной определяет начало компрессорной камеры 11. Заслонка 27 установлена с возможностью периодического возвратно-поступательного движения в прорези 29 в неподвижном цилиндре 24 для освобождения пути второму поршню 9, перемещающемуся в окружном направлении. Клапан 20 при компрессорной камере 11 и неподвижном цилиндре 24 установлен в воздуховоде 30 для поступления воздуха в перепускной коллектор 14 через клапан 15 или в перепускной коллектор 17 через клапан 18. Клапан 21 установлен в воздуховоде 31 для поступления сжатого воздуха в камеру 7 сгорания из перепускного коллектора 14 через клапан 16 или из перепускного коллектора 17 через клапан 19. Принято, что направление вращения цилиндра 24 с поршнями 6 и 9 осуществляется по часовой стрелке. Первая рабочая полость 4 используется на рабочий ход первого поршня 6 с цилиндром 24 после воспламенения поступившего через форсунку 22 топлива в камере 7 сгорания от свечи 23 зажигания и на выхлоп отработанных газов из выхлопной камеры 8 через выпускное отверстие 13. Вторая рабочая полость 5 используется на впуск воздуха через впускной клапан 12 во всасывающую камеру 10, сжатие находящегося в компрессорной камере 11 воздуха и транспортировку воздуха в перепускные коллекторы 14 и 17. Накопление нагнетаемого через клапан 20, воздуховод 30 и клапан 15 воздуха происходит в перепускном коллекторе 14, а накопление нагнетаемого через клапан 20, воздуховод 30 и клапан 18 воздуха осуществляется в перепускном коллекторе 17. Из перепускных коллекторов 14 или 17 попеременно и соответственно через клапан 16 или 19 сжатый воздух подаётся в камеру 7 сгорания через воздуховод 31 и клапан 21. Топливо в камеру 7 сгорания подаётся через форсунку 22. Рабочий ход поршня 6 с осью 25 и поршнем 9 осуществляется при сгорании топливной смеси от искры свечи 23 зажигания в пространстве камеры 7 сгорания.

Двигатель внутреннего сгорания работает следующим образом. При движении первого поршня 6 вместе с осью 25 и вторым поршнем 9 по часовой стрелке, через впускной клапан 12 во всасывающую камеру 10 поступает воздух из атмосферы. В этот момент по другую сторону второго поршня 9 и по другую сторону заслонки 27 в компрессорной камере 11 есть воздух, который сжимается с помощью движущегося по кругу второго поршня 9. При повышенном давлении воздуха в компрессорной камере 11 открывается клапан 20 и воздух через воздуховод 30 перетекает из компрессорной камеры 11 в перепускной коллектор 14 через клапан 15. После прохождения вторым поршнем 9 области расположения клапана 20 воздуховода 30 заслонка 27 освобождает путь второму поршню 9 и клапан 20 закрывается. После прохождения вторым поршнем 9 области заслонки 27 и впускного клапана 12, заслонка 27 снова закрывается, клапан 20 открывается и цикл работы во второй рабочей полости 5 повторяется. При повторном цикле работы сжатый воздух попадает через клапан 20, воздуховод 30 и клапан 18 в перепускной коллектор 17. При движении первого поршня 6 по часовой стрелке и, следовательно, понижении давления в камере 7 сгорания через клапан 21 в камеру 7 сгорания быстро поступает сжатый воздух из перепускного коллектора 14 через клапан 16 или из перепускного коллектора 17 через клапан 19. В этот же момент, при понижении давления в камере 7 сгорания, впрыскивается достаточное количество топлива через форсунку 22, и топливная смесь поджигается от свечи 23 зажигания. Повышенное давление в камере 7 сгорания заставляет первый поршень 6 активнее перемещаться по часовой стрелке вместе с осью 25 вместе со вторым поршнем 9. С другой стороны первого поршня 6 в выхлопной камере 8 имеется некоторое количество отработанных газов, которые вытесняются первым поршнем 6 из выхлопной камеры 8 через выпускное отверстие 13. При подходе первого поршня 6 к заслонке 26 она открывается. При открытии заслонки 26 идёт смешение отработанных газов камеры 7 сгорания и газов выхлопной камеры 8. После прохождения первым поршнем 6 области заслонки 26, заслонка 26 закрывается, и рабочая полость 4 готова к повторению цикла работы.

УСТРОЙСТВО ДВУПОЛОСТНОГО ТОРА-ДВИГАТЕЛЯ

Борисов Т.В. – студент гр. ВиВ 81, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Задачей технического решения является повышение коэффициента полезного действия, мощности двигателя внутреннего сгорания и снижение его веса. Техническое решение поясняется чертежом, где на рис.1 представлена схема двигателя внутреннего сгорания.



Двигатель внутреннего сгорания содержит корпус 1, перегородку 2, ось 3, поршни и заслонки, выполненные в виде роторных поршней 4, 5, 6, 7. Корпус 1 выполнен цилиндрическим, установлен стационарно на оси 3, проходящей через перегородку 2 и имеющей возможность вращения относительно корпуса 1 и относительно перегородки 2. Между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью оси 3 образована полость. Между внутренней цилиндрической поверхностью корпуса 1, между торцевыми поверхностями перегородки 2 и наружной поверхностью оси 3 образованы первая и вторая рабочие полости тороидальной формы. Таким образом, полость между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью оси 3 разделена на первую и вторую рабочие полости. Эти рабочие полости разделяются роторными поршнями 4, 5, 6, 7 на всасывающую камеру 8, компрессорную камеру 9, камеру 10 сгорания и выхлопную камеру 11. Двигатель содержит впускной клапан 12, выпускное отверстие 13, перепускной коллектор 14 с клапанами 15 и 16, перепускной коллектор 17 с клапанами 18 и 19. Содержатся клапаны 20 и 21, форсунку 22, свечу 23 зажигания, фиксаторы 24, 25, 26, 27 положения роторных поршней 4, 5, 6, 7 и датчики 28, 29, 30, 31 положения роторных поршней 4, 5, 6, 7. Роторные поршни 6, 7 установлены на оси 3 с возможностью вращения относительно оси 3, вращения роторного поршня 6 вместе с осью 3, вращения роторного поршня 7 вместе с осью 3, вращения роторных поршней 6, 7 вместе с осью 3 с помощью фиксаторов 26, 27 положения роторных поршней 6, 7. Роторные поршни 6, 7 разделяют первую тороидальную рабочую полость на камеру 10 сгорания топлива и выхлопную камеру 11. Роторные поршни 4, 5 установлены также на оси 3 с возможностью вращения относительно оси 3. Роторные поршни 4, 5 установлены также с возможностью вращения роторного поршня 4 вместе с осью 3, роторного поршня 5 вместе с осью 3, роторных поршней 4 и 5 вместе с осью 3. Роторные поршни 4, 5 совершают вращательное движение внутри второй рабочей полости, при жёстком соединении с осью 3 с помощью фиксаторов 24 и 25 положения роторных поршней и разделяют вторую рабочую полость на всасывающую камеру 8 и компрессорную камеру 9. Роторные поршни 4, 5 выполнены в виде лопаток, приваренных к дискам с отверстиями для оси 3, и определяют одними широкими сторонами лопаток размер всасывающей камеры 8, а другими широкими сторонами лопаток определяют размер компрессорной камеры 9. Роторные поршни 6, 7 также выполнены в виде лопаток, приваренных к дискам с отверстиями для оси 3, и определяют одними широкими

сторонами лопаток размер камеры 10 сгорания, а другими широкими сторонами лопаток - размер выхлопной камеры 11. Фиксатор 24 положения роторного поршня 4 и датчик 28 положения роторного поршня 4 установлены в роторном поршне 4 вблизи перегородки 2 и оси 3. Фиксатор 25 положения роторного поршня 5 и датчик 29 положения роторного поршня 5 установлены в роторном поршне 5 вблизи корпуса 1 и оси 3. Фиксатор 26 положения роторного поршня 6 и датчик 30 положения роторного поршня 6 установлены в роторном поршне 6 вблизи корпуса 1 и оси 3. Фиксатор 27 положения роторного поршня 7 и датчик 31 положения роторного поршня 7 установлены в роторном поршне 7 вблизи перегородки 2 и оси 3. При этом роторный поршень 4 выполнен с возможностью жёсткого соединения с перегородкой 2 с помощью фиксатора 24 положения роторного поршня 4 по электрическому сигналу от датчика 28 положения роторного поршня 4. Роторный поршень 4 выполнен с возможностью снятия фиксации роторного поршня 4 относительно перегородки 2 и последующего жёсткого соединения с осью 3 с помощью фиксатора 24 положения роторного поршня 4 по электрическому сигналу от датчика 29 положения роторного поршня 5 относительно корпуса 1 и перегородки 2. Роторный поршень 5 выполнен с возможностью жёсткого соединения с корпусом 1 с помощью фиксатора 25 положения роторного поршня 5 по электрическому сигналу от датчика 29 положения роторного поршня 5. Роторный поршень 5 выполнен также с возможностью снятия фиксации роторного поршня 5 относительно корпуса 1 и последующего жёсткого соединения с осью 3 с помощью фиксатора 25 положения роторного поршня 5 по электрическому сигналу от датчика 28 положения роторного поршня 4. Роторный поршень 6 выполнен с возможностью жёсткого соединения с корпусом 1 с помощью фиксатора 26 положения роторного поршня 6 по электрическому сигналу от датчика 30 положения роторного поршня 6. Роторный поршень 6 выполнен также с возможностью снятия фиксации относительно корпуса 1 и последующего жёсткого соединения с осью 3 с помощью фиксатора 26 положения роторного поршня 6 по электрическому сигналу от датчика 31 положения роторного поршня 7. Роторный поршень 7 выполнен с возможностью жёсткого соединения с перегородкой 2 с помощью фиксатора 27 положения роторного поршня 7 по электрическому сигналу от датчика 31 положения роторного поршня 7.

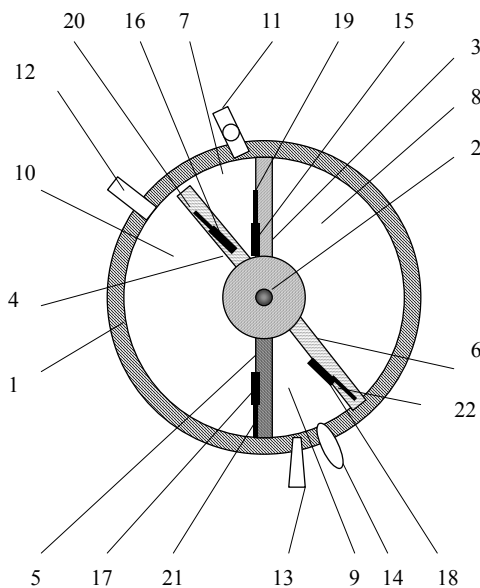
Двигатель внутреннего сгорания работает следующим образом. Всасывание осуществляется во время кругового движения роторного поршня 4, фиксированного на оси 3 с помощью фиксатора 24 положения роторного поршня 4 по сигналу от датчика 29 положения роторного поршня 5. Всасывание осуществляется при фиксированном относительно корпуса 1 роторном поршне 5 с помощью фиксатора 25 положения роторного поршня 5 по сигналу от датчика 29 положения роторного поршня 5. При всасывании через впускной клапан 12 во всасывающую камеру 8, расположенную между лопатками роторных поршней 4 и 5, поступает воздух из атмосферы. Такт сжатия. В компрессорной камере 9 присутствует воздух, который сжимается с помощью движущегося по кругу роторного поршня 4, фиксированного относительно оси 3 с помощью фиксатора 24 положения роторного поршня 4 при фиксированном относительно корпуса 1 роторном поршне 5 с помощью фиксатора 25 положения роторного поршня 5. При повышенном давлении воздуха в компрессорной камере 9 открывается клапан 20 и воздух по воздуховоду 32 с помощью роторного поршня 4 нагнетается из компрессорной камеры 9 через клапан 15 в перепускной коллектор 14. Роторный поршень 4 вращается, вытесняет воздух из компрессорной камеры 9, лопатка роторного поршня 4 удаляется от одной широкой стороны лопатки роторного поршня 5 и в результате вращения приближается к другой широкой стороне лопатки роторного поршня 5. Затем по сигналу от датчика 28 положения роторного поршня 4, относительно перегородки 2 и корпуса 1, с помощью фиксатора 25 роторного поршня 5 роторный поршень 5 снимается с фиксации относительно корпуса 1 и сразу же фиксируется относительно оси 3. Далее роторный поршень 5 вращается по часовой стрелке вместе с осью 3 и одновременно со следующим за ним роторным поршнем 4, оставляя роторному поршню 4 место своей прежней фиксации относительно корпуса 1. После прохождения лопаткой

роторного поршня 4 пути около клапана 20 и впускного клапана 12, роторный поршень 4 по сигналу от датчика 28 с помощью фиксатора 24 освобождается от фиксации относительно оси 3 и фиксируется относительно перегородки 2 на месте прежней фиксации роторного поршня 5 относительно корпуса 1. Роторный поршень 5 вместе с осью 3 продолжает круговое движение, впускной клапан 12 и клапан 20 открываются. К моменту открытия клапанов 12 и 20 лопатки роторных поршней 4 и 5 поменялись местами в расположении относительно клапанов 12 и 20, а всасывающая камера 8 и компрессорная камера 9 вернулись в изначальное состояние. В результате смены положений лопаток роторных поршней 4 и 5 относительно впускного клапана 12 и относительно клапана 20 такты всасывания и сжатия готовы к повторению. Воздух будет снова всасываться в камеру 8, и сжиматься в камере 9, но уже с помощью роторного поршня 5 при фиксированном относительно перегородки 2 положении роторного поршня 4. Из компрессорной камеры 9 сжатый воздух будет подаваться через клапан 20, воздухопровод 32 и клапан 18 в перепускной коллектор 17 и там накапливаться. Из перепускных коллекторов 14 или 17 попеременно и соответственно через клапан 16 или 19 сжатый воздух по воздухопроводу 33 подаётся в камеру 10 сгорания через клапан 21. Такт горения и расширения. Топливо в камеру 10 сгорания подаётся через форсунку 22. Вторая рабочая полость используется на горение и расширение топливной смеси в камере 10 сгорания и на одновременный с горением и расширением топливной смеси выхлоп находящихся в выхлопной камере 11 отработавших газов. К началу горения и расширения топливной смеси роторный поршень 7 снят с фиксации относительно оси 3 с помощью фиксатора 27 роторного поршня 7 по сигналу от датчика 31 положения роторного поршня 7 относительно перегородки 2 и фиксирован относительно перегородки 2. Во время кругового движения роторного поршня 6, скреплённого с осью 3 фиксатором 26 положения роторного поршня 6, и понижения давления в камере 10 сгорания в камеру 10 сгорания поступает сжатый воздух из перепускного коллектора 14 от клапана 16 по воздухопроводу 33 через открытый клапан 21. В этот же момент в камеру 10 сгорания впрыскивается достаточное количество топлива через форсунку 22, и топливная смесь поджигается от свечи 23 зажигания. Повышенное давление горящих газов в камере 10 сгорания заставляет роторный поршень 6 активно вращаться по часовой стрелке вместе с осью 3 при фиксированном положении роторного поршня 6 относительно оси 3 и фиксированном положении роторного поршня 7 относительно перегородки 2 и корпуса 1. Лопатка роторного поршня 6 при вращении удаляется от одной широкой стороны лопатки роторного поршня 7 и приближается к другой широкой стороне лопатки роторного поршня 7, фиксированного относительно перегородки 2. По сигналу от датчика 30 положения роторного поршня 6 относительно перегородки 2 и корпуса 1 с помощью фиксатора 27 положения роторного поршня 7 роторный поршень 7 снимается с фиксации относительно перегородки 2 и фиксируется относительно оси 3. Затем роторный поршень 7 поворачивается по часовой стрелке одновременно с осью 3 и со следующим за ним роторным поршнем 6, оставляя роторному поршню 6 место своей прежней фиксации относительно корпуса 1 и перегородки 2 для фиксации роторного поршня 6 относительно корпуса 1 и перегородки 2. После прохождения лопаткой роторного поршня 6 пути около выпускного отверстия 13 и сразу после прохождения лопатки мимо клапана 21, роторный поршень 6 освобождается от фиксации относительно оси 3 и фиксируется относительно корпуса 1. Роторный поршень 6 фиксируется относительно корпуса 1 с помощью фиксатора 26 роторного поршня 6 по сигналу от датчика 30 положения роторного поршня 6 относительно корпуса 1 на месте прежней фиксации роторного поршня 7 относительно перегородки 2. Роторный поршень 7 вместе с осью 3 продолжают круговое движение, впускной клапан 21 открывается, выпускное отверстие 13 открыто. К моменту открытия клапана 21 и выпускного отверстия 13 лопатки роторных поршней 6 и 7 поменялись местами в расположении относительно клапана 21 и выпускного отверстия 13, а камера 10 сгорания и выхлопная камера 11 вернулись в изначальное состояние. Двуполостный роторный двигатель и все его четыре поршня готовы к повторению цикла работы.

ЦИКЛ РАБОТЫ ОДНОПОЛОСТНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ЧЕТЫРЬМЯ РОТОРАМИ

Почекайлов Ю.Ю. – студент гр. ТГВ 82, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Двигатель внутреннего сгорания содержит корпус 1, ось 2, поршни и заслонки, выполненные в виде роторных поршней 3, 4, 5, 6. Корпус 1 выполнен цилиндрическим, установлен стационарно на оси 2, имеющей возможность вращения относительно корпуса 1. Между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью оси 2 образована рабочая полость тороидальной формы. Полость между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью оси 2 разделяется четырьмя роторными поршнями 3, 4, 5, 6 на четыре камеры, всасывающую камеру 7, компрессорную камеру 8, камеру 9 сгорания и выхлопную камеру 10.



Двигатель также содержит впускной клапан 11, выпускное отверстие 12, форсунку 13, свечу 14 зажигания, фиксаторы 15, 16, 17, 18 положения роторных поршней 3, 4, 5, 6 и датчики 19, 20, 21, 22 положения роторных поршней 3, 4, 5, 6. Роторные поршни 3, 4, 5, 6 установлены с возможностью жёсткого соединения с корпусом 1 или жёсткого соединения с осью 2 с помощью фиксаторов 15, 16, 17, 18 положения роторных поршней 3, 4, 5, 6 по сигналу от датчиков 19, 20, 21, 22 положения роторных поршней 3, 4, 5, 6. Датчики 19, 20, 21, 22 положения роторных поршней 3, 4, 5, 6 и фиксаторы 15, 16, 17, 18 положения роторных поршней 3, 4, 5, 6 установлены с возможностью предотвращения одновременного зацепления какого либо ротора с корпусом и осью и обеспечения безопасной работы двигателя. Эти фиксаторы 15, 16, 17, 18 положения роторных поршней 3, 4, 5, 6 могут быть как механическими, так и электромагнитными. При этом всасывающая камера 7 снабжена впускным клапаном 11, выхлопная камера 10 снабжена выпускным отверстием 12, камера 9 сгорания снабжена форсункой 13 и свечой 14 зажигания, а выхлопная камера 10 – выпускным отверстием 12.

Роторные поршни 3, 4, 5, 6 установлены на оси 2 с возможностью вращения любого роторного поршня 3, 4, 5, 6 относительно оси 2 и с возможностью вращения любого роторного поршня 3, 4, 5, 6 вместе с осью 2. Роторные поршни 3, 4, 5, 6 установлены на оси 2 с возможностью вращения роторных поршней 3, 4 вместе с осью 2 с помощью фиксаторов 15, 16 положения роторных поршней 3, 4; вращения роторных поршней 4, 5 вместе с осью 2 с помощью фиксаторов 16, 17 положения роторных поршней 4, 5; вращения роторных поршней 5, 6 вместе с осью 2 с помощью фиксаторов 17, 18 положения роторных поршней 5, 6; вращения роторных поршней 6, 3 вместе с осью 2 с помощью фиксаторов 18, 15 положения роторных поршней 6, 3. Роторные поршни 3, 4, 5, 6 разделяют рабочую полость

на всасывающую камеру 7, компрессорную камеру 8, камеру 9 сгорания и выхлопную камеру 10. Роторные поршни 3, 4, 5, 6 выполнены в виде лопаток, приваренных к дискам, каждый диск имеет отверстие для оси 2. Широкие стороны лопаток роторных поршней определяют изменяющийся размер всасывающей камеры 7, компрессорной камеры 8, камеры 9 сгорания, выхлопной камеры 10. Фиксатор 15 положения роторного поршня 3 и датчик 19 положения роторного поршня 3 установлены в роторном поршне 3 вблизи корпуса 1 и оси 2. Фиксатор 16 положения роторного поршня 4 и датчик 20 положения роторного поршня 4 установлены в роторном поршне 4 вблизи корпуса 1 и оси 2. Фиксатор 17 положения роторного поршня 5 и датчик 21 положения роторного поршня 5 установлены в роторном поршне 5 вблизи корпуса 1 и оси 2. Фиксатор 18 положения роторного поршня 6 и датчик 22 положения роторного поршня 6 установлены в роторном поршне 6 вблизи корпуса 1 и оси 2. Датчики 19, 20, 21, 22 положения роторных поршней 3, 4, 5, 6 и фиксаторы 15, 16, 17, 18 положения роторных поршней 3, 4, 5, 6 можно размещать также в корпусе 1, в оси 2 и в роторных поршнях 3, 4, 5, 6.

Двигатель внутреннего сгорания работает следующим образом. Объяснение ведётся по статическому положению составляющих конструкции двигателя, которое показано на рис.1. В основу работы двигателя положен принцип одновременного изменения объема между каждыми двумя соседними роторными поршнями 3-4, 4-5, 5-6, 6-3 из четырёх роторных поршней 3, 4, 5, 6, вращающихся с переменной скоростью в одном направлении в одной рабочей полости. Компактность, высокая мощность и высокая удельная мощность достигаются одновременной работой двух поверхностей каждого из четырёх роторного поршня 3, 4, 5, 6. Используется четырехтактный цикл: всасывание; сжатие; горение и расширение; выхлоп. При этом рабочая полость используется на впуск воздуха через впускной клапан 11 во всасывающую камеру 7 и на одновременное с впуском воздуха во всасывающую камеру 7 сжатие находящегося в компрессорной камере 8 воздуха. Всасывающей камерой 7 является часть рабочей полости, ограниченная двумя соседними роторными поршнями 3-4 или 4-5 или 5-6 или 6-3 при открытом впускном клапане 11 и вращении роторных поршней 3, 4, 5, 6 по часовой стрелке. Компрессорной камерой 8 является часть рабочей полости, ограниченная двумя соседними роторными поршнями 6-3 или 3-4 или 4-5 или 5-6 на время сжатия втянутого воздуха. Камерой 9 сгорания является часть рабочей полости, ограниченная двумя соседними роторными поршнями 5-6 или 6-3 или 3-4 или 4-5 на время нахождения в ней форсунки 13 и свечи 14 зажигания. Рабочая полость используется также на горение и расширение топливной смеси в камере 9 сгорания и на одновременное с горением и расширением вытеснение ранее отработанных газов из выхлопной камеры 10 через выпускное отверстие 12. Содержимое между каждыми двумя соседними лопатками роторных поршней 3, 4, 5, 6 последовательно переносится по кругу через четыре рабочих камеры для выполнения четырёхтактного рабочего цикла.

Такт всасывания. Всасывание, в рассматриваемое на рис.1 время, осуществляется при круговом движении роторного поршня 3, несколько ранее снятого с фиксации относительно корпуса 1 и сразу же фиксированного на оси 2 с помощью фиксатора 15 положения роторного поршня 3 по сигналу от датчика 20 положения роторного поршня 4. Всасывание осуществляется при фиксированном относительно корпуса 1 роторном поршне 4 с помощью фиксатора 16 положения роторного поршня 4 по сигналу от датчика 20 положения роторного поршня 4. При всасывании через впускной клапан 11 во всасывающую камеру 7, расположенную в этот момент между лопатками роторных поршней 3 и 4, поступает воздух из атмосферы.

Такт сжатия. В компрессорной камере 8, расположенной в рассматриваемое время между лопаткой роторного поршня 3 и лопаткой роторного поршня 6 присутствует воздух, втянутый ранее в то время, когда поршень 6 находился на месте поршня 3 и поршень 3 находился на месте поршня 4. Воздух сжимается с помощью лопатки движущегося по кругу роторного поршня 3, фиксированного ранее относительно оси 2 с помощью фиксатора 15 положения роторного поршня 3, при фиксированном относительно корпуса 1 роторном

поршне 6 с помощью фиксатора 18 положения роторного поршня 6. Повышая давление воздуха в компрессорной камере 8, лопатка роторного поршня 3 удаляется от лопатки роторного поршня 4 и в результате вращения приближается к лопатке роторного поршня 6. Затем по сигналу от датчика 19 положения роторного поршня 3 относительно корпуса 1, с помощью фиксатора 18 роторного поршня 6 роторный поршень 6 снимается с фиксации относительно корпуса 1 и сразу же фиксируется относительно оси 2. Далее роторный поршень 6 вращается по часовой стрелке вместе с осью 2 и одновременно со следующим за ним роторным поршнем 3, оставляя роторному поршню 3 место прежней фиксации роторного поршня 6 относительно корпуса 1. После прохождения лопаткой роторного поршня 3 короткого пути около свечи 14 зажигания и форсунки 13, роторный поршень 3 по сигналу от датчика 19 с помощью фиксатора 15 освобождается от фиксации относительно оси 2 и фиксируется относительно корпуса 1 на месте прежней фиксации роторного поршня 6 относительно корпуса 1. В результате замены лопатки роторного поршня 6 лопаткой роторного поршня 3 подготовлены условия для повторения такта сжатия в компрессорной камере 8. В результате замены лопатки роторного поршня 6 лопаткой роторного поршня 3 подготовлены также условия для повторения такта горения и расширения топливной смеси в камере 9 сгорания. Такт горения и расширения начинается практически одновременно с выполнением трёх других тактов.

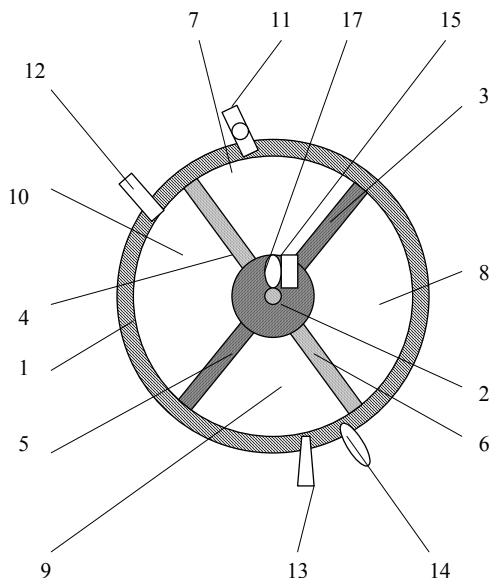
Такт горения и расширения. Объяснение ведётся по тому статическому положению составляющих двигателя, которое показано на рис.1. Сжатый воздух используется в камере 9 сгорания в такте горения и расширения. Когда лопатка роторного поршня 3 только начинала своё движение по сжатию воздуха в компрессорной камере 8, в камеру 9 сгорания впрыскивалась топливная смесь через форсунку 13 и зажигалась свечой 14 зажигания. К началу горения и расширения топливной смеси роторный поршень 6 был снят с фиксации относительно оси 2 и был фиксирован относительно корпуса 1. К началу горения и расширения топливной смеси роторный поршень 5 был снят с фиксации относительно корпуса 1 с помощью фиксатора 17 роторного поршня 5 по сигналу от датчика 22 положения роторного поршня 6 и фиксирован относительно оси 2. Повышенное давление на лопатку роторного поршня 5 приводит роторный поршень 5 во вращательное движение, а вместе с роторным поршнем 5 приводится во вращательное движение ось 2. Роторный поршень 5 вращается при фиксированном положении роторного поршня 5 относительно оси 2, при фиксированном положении роторного поршня 4 относительно корпуса 1 и фиксированном положении роторного поршня 6 относительно корпуса 1. Лопатка роторного поршня 5 при вращении удаляется от лопатки роторного поршня 6 и приближается к лопатке роторного поршня 4. По сигналу от датчика 21 положения приближающегося роторного поршня 5 относительно корпуса 1 с помощью фиксатора 16 положения роторного поршня 4 роторный поршень 4 снимается с фиксации относительно корпуса 1 и фиксируется относительно оси 2. Затем роторный поршень 4 поворачивается по часовой стрелке одновременно с осью 2 и со следующим за ним роторным поршнем 5, оставляя роторному поршню 5 место прежней фиксации роторного поршня 4 относительно корпуса 1 для фиксации роторного поршня 5 относительно корпуса 1. После прохождения лопаткой роторного поршня 5 пути около выпускного отверстия 12 и сразу после прохождения лопатки роторного поршня 5 мимо выпускного отверстия 12, роторный поршень 5 освобождается от фиксации относительно оси 2 и фиксируется относительно корпуса 1. Роторный поршень 5 фиксируется относительно корпуса 1 с помощью фиксатора 17 роторного поршня 5 по сигналу от датчика 21 положения роторного поршня 5 относительно корпуса 1 на месте прежней фиксации роторного поршня 4 относительно корпуса 1. Роторный поршень 4 вместе с осью 2 продолжают круговое движение, впускной клапан 11 открывается, выпускное отверстие 12 открыто. К моменту открытия впускного клапана 11 и выпускного отверстия 12 камера 9 сгорания приходит в изначальное состояние.

За один оборот роторных поршней 3, 4, 5, 6 в камере 9 сгорания двигателя четыре раза осуществляется такт горения и расширения.

О ТОРЕ-ДВИГАТЕЛЕ С ДВУМЯ РОТОРНЫМИ ПОРШНЕВЫМИ ПАРАМИ

Ильин А.Ю. – студент гр. ТГВ 81, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Новое техническое решение относится к двигателям внутреннего сгорания общего применения и может быть использовано в автомобильном моторостроении. Новшество поясняется чертежом, где на рис.1 изображен однополостный двигатель внутреннего сгорания.



Двигатель внутреннего сгорания содержит корпус 1, ось 2, поршни 3, 4, 5, 6 и заслонки, выполненные в виде роторных пар 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6. Корпус 1 выполнен цилиндрическим, установлен на оси 2, имеющей возможность вращения относительно корпуса 1. Между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью оси 2 образована рабочая полость тороидальной формы. Полость между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью оси 2 разделена роторными парами 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 на всасывающую камеру 7, компрессорную камеру 8, камеру 9 сгорания и выхлопную камеру 10. Двигатель также содержит впускной клапан 11, выпускное отверстие 12, форсунку 13, свечу 14 зажигания, фиксаторы 15, 16 положения роторных пар 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 и датчики 17, 18 положения роторных пар 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6. Роторная пара 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 установлена с возможностью жёсткого соединения с корпусом 1 или жёсткого соединения с осью 2 с помощью фиксатора 15 положения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6. Осуществляется по сигналу от датчика 17 положения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 или от датчика 18 положения роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6. Роторная пара 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 установлена с возможностью жёсткого соединения с осью 2 или с корпусом 1 с помощью фиксатора 16 положения роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6. Осуществляется по сигналу от датчика 18 положения роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 или по сигналу от датчика 17 положения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6. Эти фиксаторы 15, 16 положения роторных пар 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 могут быть как механическими, так и электромагнитными. При этом всасывающая камера 7 снабжена впускным клапаном 11, выхлопная камера 10 снабжена выпускным отверстием 12, камера 9 сгорания снабжена форсункой 13 и свечой 14 зажигания. Роторные пары 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 установлены на оси 2 с возможностью вращения любой роторной пары 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 относительно оси 2. Установлены с возможностью вращения любой роторной пары 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 вместе с осью 2. Роторные пары 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 установлены на оси 2 с возможностью вращения обеих роторных пар 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 вместе с осью 2. Осуществляется с помощью фиксаторов 15, 16

положения роторных пар 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6. Роторные пары 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 установлены на оси 2 с возможностью одновременного вращения обеих роторных пар 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 относительно оси 2. Роторные пары 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 разделяют рабочую полость на всасывающую камеру 7, компрессорную камеру 8, камеру 9 сгорания и выхлопную камеру 10. Фиксатор 15 положения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 и датчик 17 положения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 установлены в роторной паре 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 вблизи корпуса 1 и оси 2. Фиксатор 16 положения роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 и датчик 18 положения роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 установлены в роторной паре 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 вблизи корпуса 1 и оси 2. Фиксаторы 15, 16 положения роторных пар 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 и датчики 17, 18 положения роторных пар 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 могут быть также в оси 2 и в корпусе 1.

Двигатель внутреннего сгорания работает следующим образом. Используется четырехтактный цикл: всасывание; сжатие; горение и расширение; выхлоп. Рабочая полость используется одновременно на впуск воздуха через впускной клапан 11 во всасывающую камеру 8, на сжатие находящегося в компрессорной камере 9 воздуха, на горение и расширение топливной смеси в камере 9 сгорания и на вытеснение ранее отработанных газов из выхлопной камеры 10 через выпускное отверстие 12. Описание ведётся по статическому состоянию составляющих двигателя внутреннего сгорания, изображённого на рис.1.

Такт всасывания. При всасывании через впускной клапан 11 во всасывающую камеру 7, расположенную между поршнями 4 и 3 роторных пар 4, 6 и 3, 5 поршней поступает воздух из атмосферы. Всасывание осуществляется во время кругового движения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6, снятой с фиксации относительно корпуса 1 и, сразу же, фиксированной на оси 2 с помощью фиксатора 15 положения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6. Осуществляется по сигналу от датчика 18 положения роторной пары поршней 3, 4, 5, 6. Всасывание осуществляется при фиксированной относительно корпуса 1 роторной паре 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 с помощью фиксатора 16 положения роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 по сигналу от датчика 18 положения роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6.

Такт сжатия. В компрессорной камере 8, расположенной между поршнем 3 роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 и поршнем 6 роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 присутствует ранее втянутый воздух. Воздух сжимается с помощью поршня 3, движущегося по кругу в составе роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6. Роторная пара 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 ранее была фиксирована относительно оси 2 с помощью фиксатора 15 положения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6. Это было при фиксированной относительно корпуса 1 роторной паре 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 с помощью фиксатора 16 положения роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6. Повышая давление воздуха в компрессорной камере 8, поршень 3 роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 удаляется от поршня 4 роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 и в результате вращения приближается к поршню 6 роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6. По сигналу от датчика 17 положения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 относительно корпуса 1, с помощью фиксатора 16 положения роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 роторная пара 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 снимается с фиксации относительно корпуса 1. Далее сразу же фиксируется относительно оси 2. Далее роторная пара 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 вращается вместе с осью 2 и роторной парой 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6, оставляя роторной паре 3, 4 поршней 3, 4, 5, 6 место прежней фиксации роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 относительно корпуса 1. Когда поршень 6 роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 проходит мимо свечи 14 зажигания и мимо форсунки 13, тогда роторная пара 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 с помощью фиксатора 15 снимается с фиксации относительно оси 2. После этого роторная пара 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 сразу фиксируется относительно корпуса 1, на месте прежней фиксации роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 относительно корпуса 1. К этому времени воздух в компрессорной камере 8 находится между фиксированным относительно корпуса 1 поршнем 3 роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 и движущимся поршнем 4 роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6, поэтому компрессорная камера 8 является подготовленной к выполнению последующего такта сжатия.

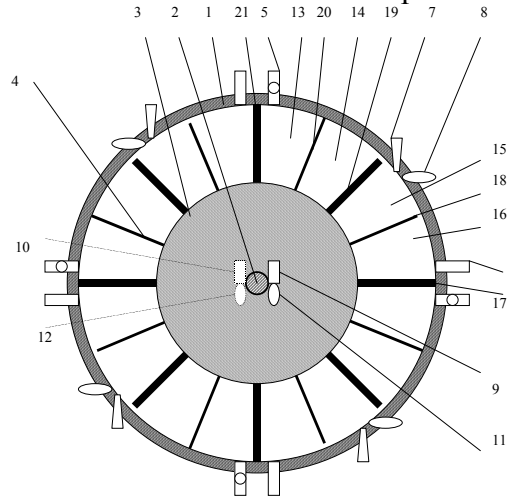
Такт горения и расширения. Сжатый воздух используется в камере 9 сгорания в такте горения и расширения. Такт горения и расширения начинается практически одновременно с выполнением трёх других тактов, всасывания, сжатия и выхлопа, поэтому описание работы ведётся здесь по статическому состоянию составляющих двигателя внутреннего сгорания, изображённого на рис. 1. Поршень 5 в составе роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 заранее снят с фиксации относительно корпуса 1 с помощью фиксатора 15 роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6, по сигналу от датчика 18 положения роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6. После снятия фиксации относительно корпуса 1 сразу же поршень 5 в составе роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 был фиксирован относительно оси 2. В камеру 9 сгорания впрыскивается топливная смесь через форсунку 13 и поджигается свечой 14 зажигания. В результате горения и расширения топливной смеси в камере сгорания 9, давление газов на поршень 5 приводит роторную пару 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 во вращательное движение, а вместе с роторной парой 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 приводится в движение ось 2. Поршень 5 в составе роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 вращается при фиксированном положении поршня 4 и в целом роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 относительно корпуса 1. Поршень 5 роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 при вращении роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 удаляется от поршня 6 роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 и приближается к поршню 4 роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6. По сигналу от датчика 17 положения движущейся роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6, с помощью фиксатора 16 положения роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6, роторная пара 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 снимается с фиксации относительно корпуса 1 и фиксируется относительно оси 2. Поршень 4 роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 вращается с осью 2 и с поршнем 5 роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6. Поршень 4 оставляет поршню 5 роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 место прежней фиксации поршня 4 роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 относительно корпуса 1 для фиксации положения поршня 5 роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 относительно корпуса 1. После прохождения поршнем 5 пути около выпускного отверстия 12, сразу же поршень 5 в составе роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 освобождается от фиксации относительно оси 2 и фиксируется относительно корпуса 1. Поршень 5 роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 фиксируется относительно корпуса 1 с помощью фиксатора 15 положения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 на месте прежней фиксации поршня 4 роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 относительно корпуса 1. Поршень 4 в составе роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 с осью 2 далее продолжают круговое движение без роторной пары 5, 3 поршней 3, 4, 5, 6, впускной клапан 11 открывается, выпускное отверстие 12 открыто. К моменту открытия впускного клапана 11 и выпускного отверстия 12 камера 9 сгорания и выхлопная камера 10 вернулись в изначальное состояние. За один оборот роторных пар 3, 5 и 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 в камере 9 сгорания четыре раза осуществляется такт горения и расширения. Одновременно с тактом горения и расширения в камере 9 сгорания осуществляется в выхлопной камере 10 такт выхлопа.

Такт выхлопа. Одновременно с тактами всасывания, сжатия и с тактом горения и расширения осуществлялся такт выхлопа. В выхлопной камере 10 имеются отработанные газы, которые вытесняются из выхлопной камеры 10 поршнем 5 роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 через выпускное отверстие 12. Поршень 5 подходит к неподвижному поршню 4. Роторная пара 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 по сигналу от датчика 17 положения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 с помощью фиксатора 16 положения роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 снимается с фиксации относительно корпуса 1 и фиксируется относительно оси 2. Роторная пара 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 начинает вращение. После прохождения поршнем 5 пути около выпускного отверстия 12 поршень 5 в составе роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 освобождается от фиксации относительно оси 2. Поршень 5 роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 фиксируется относительно корпуса 1 на месте прежней фиксации поршня 4 роторной пары 4, 6 поршней 3, 4, 5, 6 относительно корпуса 1. Фиксация поршня 5 осуществляется фиксатором 15 положения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 по сигналу от датчика 17 положения роторной пары 3, 5 поршней 3, 4, 5, 6 относительно корпуса 1.

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ МОЩНЕЙШИХ ТОРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

Коробейников Д.А. – студент гр. ТГВ 81, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Впервые появившееся техническое решение поясняется чертежом, где на рис.1 изображен разрез двигателя внутреннего сгорания в статическом состоянии. Двигатель внутреннего сгорания содержит корпус 1, установленный на оси 2 с возможностью вращения оси 2 относительно корпуса 1, с образованием полости в виде тора между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью оси 2, роторные лопастно-поршневые крыльчатки 3 и 4 с чётным количеством N лопастных поршней каждая.



Двигатель также содержит впускные клапаны 5 в количестве $N/2$, выпускные отверстия 6 в количестве $N/2$, форсунки 7 в количестве $N/2$, свечи 8 зажигания в количестве $N/2$, фиксаторы 9, 10 положения роторных лопастно-поршневых крыльчаток 3, 4 и датчики 11, 12 положения роторных лопастно-поршневых крыльчаток 3, 4. Фиксатор 9 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 и датчик 11 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 установлены в роторной лопастно-поршневой крыльчатке 3 вблизи корпуса 1 и оси 2. Фиксатор 10 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 и датчик 12 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 установлены в роторной лопастно-поршневой крыльчатке 4 вблизи корпуса 1 и оси 2. Фиксаторы 9, 10 положения роторных лопастно-поршневых крыльчаток 3, 4 и датчики 11, 12 положения роторных лопастно-поршневых крыльчаток 3 и 4 могут быть разнесены и установлены в корпусе 1, в оси 2 и в роторных лопастно-поршневых крыльчатках 3, 4. Обе роторные лопастно-поршневые крыльчатки 3, 4 установлены в одной рабочей полости на общей оси 2 с возможностью вращения относительно оси 2, периодического соединения с осью 2, периодического соединения с корпусом 1, разделения рабочей полости на кратное четырём число $2N$ рабочих камер. Набор любых четырёх соседних рабочих камер включает всасывающую камеру 13, компрессорную камеру 14, камеру сгорания 15 и выхлопную камеру 16. Роторная лопастно-поршневая крыльчатка 3 имеет чётное количество N лопастных поршней, таких как лопастные поршни 17, 19, 21, а роторная лопастно-поршневая крыльчатка 4 имеет чётное количество N лопастных поршней, таких как лопастные поршни 18, 20. При этом каждая всасывающая камера 13 двигателя снабжена впускным клапаном 5, каждая выхлопная камера 16 двигателя снабжена выпускным отверстием 6, каждая камера 15 сгорания снабжена форсункой 7 и свечой 8 зажигания. Роторные лопастно-поршневые крыльчатки 3, 4 установлены на оси 2 с возможностью вращения любой из них относительно оси 2 и вместе с этой осью 2. При этом роторная лопастно-поршневая крыльчатка 3 выполнена с возможностью жёсткого соединения с корпусом 1 с помощью фиксатора 9 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 по электрическому сигналу от датчика 11

положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3. Роторная лопастно-поршневая крыльчатка 3 имеет возможность снятия фиксации относительно корпуса 1 и последующего жёсткого соединения с осью 2 с помощью фиксатора 9 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 по электрическому сигналу от датчика 12 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 относительно корпуса 1. Роторная лопастно-поршневая крыльчатка 4 имеет возможность жёсткого соединения с корпусом 1 с помощью фиксатора 10 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 по электрическому сигналу от датчика 12 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4. Крыльчатка 4 имеет возможность снятия фиксации роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 относительно корпуса 1 и последующего жёсткого соединения с осью 2 с помощью фиксатора 10 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 по электрическому сигналу от датчика 11 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3.

Такт всасывания. Всасывание воздуха осуществляется во время кругового движения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4, ранее снятой с фиксации относительно корпуса 1 и фиксированной на оси 2 с помощью фиксатора 10 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4. Снятие с фиксации относительно корпуса 1 и фиксирование относительно оси 2 осуществлялось по сигналу от датчика 11 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3, во время приближения лопастного поршня 21 к лопастному поршню 20. Во время осуществления такта всасывания положение роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 фиксировано относительно корпуса 1 с помощью фиксатора 9 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 по сигналу от датчика 11 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3. Во время осуществления такта всасывания положение роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 фиксировано относительно оси 2, фиксирование осуществлялось с помощью фиксатора 10 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 во время обнаружения места фиксации по сигналу от датчика 11 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3. При всасывании через впускной клапан 5 во всасывающую камеру 13, расположенную между лопастными поршнями 20 и 21 роторных лопастно-поршневых крыльчаток 4 и 3 поступает воздух из атмосферы.

Такт сжатия. В компрессорной камере 14, расположенной между лопастными поршнями 19 и 20 роторных лопастно-поршневых крыльчаток 3 и 4, воздух сжимается с помощью лопастного поршня 20 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4, фиксированной ранее относительно оси 2 с помощью фиксатора 10 при фиксированной относительно корпуса 1 роторной лопастно-поршневой крыльчатке 3 с помощью фиксатора 9. Повышая давление воздуха в компрессорной камере 14, лопастный поршень 20 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 удаляется от лопастного поршня 21 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 и в результате вращения приближается к лопастному поршню 19 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3. Затем по сигналу от датчика 12 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 относительно корпуса 1, с помощью фиксатора 10 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 роторная лопастно-поршневая крыльчатка 3 снимается с фиксации относительно корпуса 1 и фиксируется относительно оси 2. Далее роторная лопастно-поршневая крыльчатка 3 вращается вместе с осью 2, роторной лопастно-поршневой крыльчаткой 4 и вместе со сжатым воздухом между лопастными поршнями 19, 20, перенося лопастные поршни 19, 20 и сжатый воздух на место лопастных поршней 18, 19 камеры 15 сгорания. Роторные лопастно-поршневые крыльчатки 3, 4 вместе с осью 2 здесь вращаются по инерции, но возможно вращение крыльчаток 3, 4 и оси 2 с помощью маховика или с помощью другой секции двигателя, установленной на этой же оси 2. Роторная лопастно-поршневая крыльчатка 3 вращается вместе с осью 2 и роторной лопастно-поршневой крыльчаткой 4, оставляя роторной лопастно-поршневой крыльчатке 4 место прежней фиксации роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 относительно корпуса 1. Когда лопастный поршень 20 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 подходит близко к форсунке 7 и свече 8 зажигания, роторная лопастно-поршневая крыльчатка 4 с помощью фиксатора 10 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 снимается с фиксации

относительно оси 2 и фиксируется относительно корпуса 1. При этом лопастный поршень 20 занимает место лопастного поршня 19. Такт сжатия закончен, компрессорная камера 14 подготовлена к выполнению следующего такта сжатия.

Такт горения и расширения. Сжатый воздух используется в камере 15 сгорания в такте горения и расширения. Такт горения и расширения начинается практически одновременно с выполнением трёх других тактов, всасывания, сжатия и выхлопа. Горение и расширение осуществляются при движении лопастного поршня 18 в составе роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 при фиксированном положении роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 относительно оси 2 и при фиксированном положении лопастного поршня 19 в составе роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 относительно корпуса 1. К началу горения и расширения топливной смеси лопастный поршень 20 и лопастный поршень 18 в составе роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 были заранее сняты с фиксации относительно корпуса 1 с помощью фиксатора 10 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 по сигналу от датчика 11 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3. Сигнал был подан в то время, когда лопастные поршни 19, 21 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 уже приблизились к лопастным поршням 18, 20 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4. После снятия фиксации относительно корпуса 1 лопастный поршень 18 в составе роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 фиксируется относительно оси 2. В камеру 15 сгорания впрыскивается топливная смесь через форсунку 7 и поджигается свечой 8 зажигания, чтобы под давлением сгорающей топливной смеси лопастный поршень 18 активно вращался вместе с роторной лопастно-поршневой крыльчаткой 4 и осью 2. Лопастный поршень 18 в составе роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 вращается вместе с осью 2 при фиксированном положении лопастного поршня 19 в составе роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 относительно корпуса 1. Лопастный поршень 18 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 при вращении роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 удаляется от лопастного поршня 19 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 и приближается к лопастному поршню 17 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3. Затем по сигналу от датчика 12 положения движущейся роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 относительно корпуса 1 с помощью фиксатора 9 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 роторная лопастно-поршневая крыльчатка 3 снимается с фиксации относительно корпуса 1 и фиксируется относительно оси 2. Далее лопастный поршень 17 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 вращается с осью 2 и с лопастным поршнем 18 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 и оставляет лопастному поршню 18 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 место прежней фиксации лопастного поршня 17 относительно корпуса 1. После прохождения лопастным поршнем 18 пути около выпускного отверстия 6, сразу же лопастный поршень 18 в составе роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 освобождается от фиксации относительно оси 2 и фиксируется относительно корпуса 1. Лопастный поршень 18 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 фиксируется относительно корпуса 1 с помощью фиксатора 10 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 по сигналу от датчика 12 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 относительно корпуса 1 на месте прежней фиксации лопастного поршня 17 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 относительно корпуса 1. За один оборот роторных лопастно-поршневых крыльчаток 3, 4 в камере 15 сгорания $2N$ раз осуществляется такт горения и расширения. Здесь число N равно числу лопастных поршней одной роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 или крыльчатки 4. В двигателе имеется $\frac{N}{2}$ камер сгорания. За один оборот роторных лопастно-поршневых крыльчаток 3, 4 в камерах сгорания двигателя $2N \cdot \frac{N}{2} = N^2$ раз осуществляется такт горения и расширения.

Такт выхлопа. Из выхлопной камеры 16 отработанные газы вытесняются лопастным поршнем 18 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 через выпускное отверстие 6 при фиксированном положении крыльчатки 3.

ЦИКЛЫ РАБОТЫ ЛУЧШИХ ТОРОВ-ДВИГАТЕЛЕЙ 2009 ГОДА

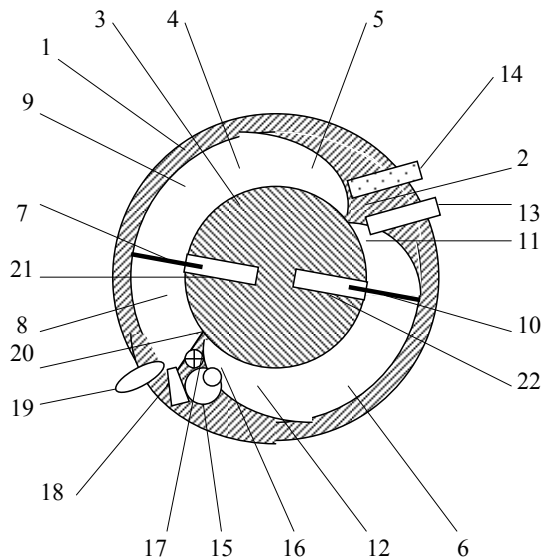
Аллахвердиев В.И.О. – студент гр. ТГВ 82, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Задачей технической разработки является повышение коэффициента полезного действия, удельной мощности и уравновешенности двигателя внутреннего сгорания. Для решения поставленной задачи в двигателе внутреннего сгорания содержится корпус с основной перегородкой, вращающийся относительно корпуса элемент, на котором установлен корпус, причём между внутренней поверхностью корпуса и наружной поверхностью вращающегося элемента расположена полость. Пустота разделена на первую и вторую рабочие полости. Первый поршень разделяет первую рабочую полость на камеру сгорания и выхлопную камеру, второй поршень разделяет вторую рабочую полость на впускную камеру и камеру сжатия. Имеются впускное и выпускное окна, перепускной коллектор с клапанами, установленный между рабочими полостями, форсунка и свеча зажигания. Корпус, выполненный переменного поперечного сечения, установлен на роторе, являющимся вращающимся относительно корпуса элементом, и снабжён дополнительной перегородкой, в которой установлен перепускной коллектор с клапанами. Перегородка разделяет камеры сжатия и сгорания, причём основная перегородка поперечного сечения, полого возрастающего в направлении от выпускного окна и полого убывающего в направлении впускного окна, предназначена для разделения впускной и выхлопной камер. Рабочие полости образованы кольцеобразными участками переменного сечения, поршни установлены в прорезях ротора с возможностью перемещения внутри своих прорезей и рабочих полостей для разделения и сообщения камер. Дополнительная перегородка выполнена поперечного сечения, полого возрастающего в направлении от перепускного коллектора и круто убывающего в направлении форсунки, установленных в этой перегородке.

Исполнен двигатель, в котором корпус, выполненный переменного поперечного сечения, установлен на роторе, являющимся вращающимся относительно корпуса элементом, и снабжён дополнительной перегородкой, в которой установлен перепускной коллектор с клапанами. Перегородка разделяет камеры сжатия и сгорания, причём основная перегородка поперечного сечения, полого возрастающего в направлении от выпускного окна и полого убывающего в направлении впускного окна, предназначена для разделения впускной и выхлопной камер. Рабочие полости образованы кольцеобразными участками переменного сечения, поршни установлены в прорезях ротора с возможностью перемещения внутри своих прорезей и рабочих полостей для разделения и сообщения камер. Дополнительная перегородка выполнена поперечного сечения, полого возрастающего в направлении от перепускного коллектора и круто убывающего в направлении форсунки, установленных в этой перегородке, позволяет отказаться от использования двух полно-кольцевых рабочих полостей, поскольку четыре такта цикла двигателя осуществляется в рабочих полостях, образованных двумя переменного сечения участками в пределах одной полно-кольцевой полости. Такая новая уплотнённая конструкция и новая компоновка рабочих полостей и составляющих двигателя приводит к уменьшению объёма двигателя и его веса. Из-за резкого сокращения затрат энергии на работу двух рабочих полостей и затрат на тепловые потери повышается коэффициент полезного действия. Из-за резкого сокращения объёма двигателя, веса двигателя и тепловых потерь повышается удельная мощность двигателя. Высокая уравновешенность двигателя достигается из-за симметричности расположения заслонок, поршней и рабочих нагрузок на них относительно оси.

Новейшее техническое решение поясняется чертежом, где на рис.1 изображена схема двигателя внутреннего сгорания, когда камера сгорания и выхлопная камера разделены первым поршнем. Двигатель внутреннего сгорания содержит корпус 1 с основной перегородкой 2, ротор 3, являющийся вращающимся относительно корпуса 1 элементом. На

вращающемся элементе установлен корпус 1. Между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью вращающегося элемента 3 расположена полость 4. Полость 4 разделена на первую рабочую полость 5 и вторую рабочую полость 6. Первый поршень 7 разделяет первую рабочую полость 5 на камеру сгорания 8 и выхлопную камеру 9, второй поршень 10 разделяет вторую рабочую полость 6 на впускную камеру 11 и камеру сжатия 12. Впускное окно 13 и выпускное окно 14, перепускной коллектор 15 с клапанами 16, 17, форсунку 18 и свечу 19 зажигания.



Корпус 1 выполнен переменного поперечного сечения, установлен на роторе 3 и снабжён дополнительной перегородкой 20, в которой установлен перепускной коллектор 15 с клапанами 16, 17, разделяющей камеру сжатия 12 и камеру сгорания 8. Основная перегородка 2 поперечного сечения, полого возрастающего в направлении от выпускного окна 14 и полого убывающего в направлении впускного окна 13, предназначена для разделения впускной камеры 11 и выхлопной камеры 9.

Рабочие полости 5, 6 образованы кольцеобразными участками переменного сечения, поршни 7, 10 установлены в прорезях 21, 22 ротора 3 с возможностью перемещения внутри своих прорезей и рабочих полостей 5, 6 для разделения и сообщения камер 8, 9, 11, 12. Дополнительная перегородка 20 выполнена поперечного сечения, полого возрастающего в направлении от перепускного коллектора 15 и круто убывающего в направлении форсунки 18. Поршень 7 установлен с возможностью периодического возвратно-поступательного движения в прорези 21 ротора 3, а также свободного перемещения в окружном направлении вместе с ротором 3. Поршень 10 установлен с возможностью периодического возвратно-поступательного движения в прорези 22 ротора 3, а также для одновременного с ротором 3 свободного перемещения в окружном направлении. Принято, что на рис.1 направление вращения ротора 3 с поршнями 7, 10 осуществляется по часовой стрелке.

Рабочая полость 5 используется на рабочий ход поршня 7 с ротором 3 после воспламенения поступившего через форсунку 18 топлива в камере 8 сгорания от свечи 19 зажигания и на выхлоп отработанных газов из выхлопной камеры 9 через выпускное окно 14. Рабочая полость 6 используется на ход поршня 10 с ротором 3 для поступления воздуха через впускное окно 13 во впускную камеру 11 и для сжатия воздуха в камере 12 сжатия. Перепускной коллектор 15 и клапаны 16, 17 расположены в перегородке 20 корпуса 1 между камерой 12 сжатия и камерой сгорания 8 и служат для накопления нагнетаемого воздуха, его хранения и снабжения камеры сгорания 8 сжатым воздухом.

Во время движения поршня 7 вместе с ротором 3 и с поршнем 10 в направлении движения условной часовой стрелки, в первоначально малом объеме камеры сгорания 8 и в первоначально малом объеме впускной камеры 11 давление газа понижено вследствие расширения объема камер. При движении поршня 7 вместе с ротором 3 и с поршнем 10 в направлении движения условной часовой стрелки поступает воздух из атмосферы через

впускное окно 13 во впускную камеру 11. Поступление воздуха во впускную камеру 11 происходит вначале при закрытом клапане 17 между камерой 12 сжатия и перепускным коллектором 15 и при открытом на короткое время клапане 17 между перепускным коллектором 15 и камерой 8 сгорания. В этот момент, по другую сторону поршня 10 в камере 12 сжатия есть воздух, который сжимается с помощью движущегося по кругу поршня 10 при вначале закрытом клапане 16 и открытым на короткое время клапане 17. В этот же момент через открытый клапан 17 из перепускного коллектора 15 в течение короткого времени поступает сжатый воздух в камеру 8 сгорания и впрыскивается топливо через форсунку 18 при закрытом клапане 16. Поскольку топливная смесь и сжатый воздух начинает подаваться в камеру 8 сгорания при сниженном давлении, в камеру сгорания 8 поступает повышенное количество топливной смеси. Клапан 17 закрывается и сразу же с помощью свечи 19 зажигания топливная смесь, находящаяся под перегородкой 20, воспламеняется. Непосредственно перед воспламенением топливной смеси клапан 17 должен быть закрыт. Воспламенённая в камере 8 сгорания и растущая в объёме топливная смесь камеры сгорания 8 давит на поршень 7 и поршень 7, выполняя ведущую в механизме силовую функцию, приводит в движение ротор 3 с поршнем 10. Одновременно поршень 7 вытесняет отработавшие газы из выхлопной камеры 9 через выпускное окно 14, а поршень 10 продолжает движение. При последующем движении поршня 10 при повышенном давлении воздуха в камере 12 сжатия открывается клапан 16 и воздух через клапан 16 перетекает из камеры 12 сжатия в перепускной коллектор 15 при закрытом клапане 17. Во время кратковременного инерционного прохождения поршнем 7 области расположения основной перегородки 2 клапан 16 закрывается при закрытом клапане 17. После кратковременного инерционного преодоления основной перегородки 2 поршнем 7 двигатель готов к повторению четырёхтактного цикла работы в рабочих полостях 5, 6. Новое статическое состояние двигателя с новым положением ротора 3, поршней 7, 10 и прорезей 21, 22 ротора 3 аналогично прежнему состоянию двигателя, аналогично ведётся и дальнейшее объяснение работы двигателя. После прохождения поршнем 7 области основной перегородки 2 клапан 17 на короткое время открывается при закрытом клапане 16 и этим действием начинает повторяться цикл работы в рабочих полостях 5, 6 поршневого двигателя внутреннего сгорания. Через клапан 17 поступает воздух из перепускного коллектора 15 в камеру 8 сгорания, через форсунку 18 впрыскивается топливо, клапан 17 закрывается, свеча 19 воспламеняет топливную смесь в камере 8 сгорания. Повышенное давление под дополнительной перегородкой 20 в камере 8 сгорания распространяется и заставляет поршень 10 активно перемещаться в направлении движения условной часовой стрелки вместе с ротором 3 и поршнем 7. С другой стороны поршня 10 в выхлопной камере 9 имеются отработанные газы, которые вытесняются поршнем 10 из выхлопной камеры 9 через выпускное окно 14. При повторном цикле работы сжатый воздух из камеры 12 сжатия будет поступать в перепускной коллектор 15 через открытый клапан 16 при закрытом клапане 17, а атмосферный воздух будет поступать во впускную камеру 11 через впускное окно 13. После вытеснения отработавших газов из выхлопной камеры 9 через выпускное окно 14 и после прохождения поршнем 10 основной перегородки 2 рабочие полости 5, 6 в очередной раз готовы к выполнению цикла работы. Повторение четырёхтактного цикла работы двигателя будет осуществляться с помощью заготовленного к этому времени в перепускном коллекторе 15 сжатого воздуха.

Описанный двигатель внутреннего сгорания имеет существенные преимущества. Двигатель имеет повышенный коэффициент полезного действия двигателя из-за сокращения затрат энергии на работу двух рабочих полостей и затрат на тепловые потери путём новой уплотнённой конструкции и новой компоновки рабочих полостей и сокращения объёма двигателя. У двигателя повышенная удельная мощность двигателя, поскольку значительно уменьшен объём и, следовательно, уменьшен вес двигателя. На лицо повышенная уравновешенность двигателя внутреннего сгорания, поскольку поршни расположены симметрично относительно оси.

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ПАРОВЫХ ТОРОВ-ДВИГАТЕЛЕЙ 2008 ГОДА

Сметанин Д.Г. – студент гр. МАС81, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Пока существует жизнь на земле, не перестанут совершенствоваться паровые двигатели, несмотря на имеющееся у людей мнение, что паровые двигатели устарели и возврата к ним никогда не будет. Демонстрируя своё изобретение на постаменте перед Алтайским политехническим университетом, И.И. Ползунов постоянно напоминает сотрудникам университета и всем жителям города, края и России о необходимости уделять внимание исследованиям и техническим разработкам. Отчасти поэтому на Алтае и во всей России постоянно предлагаются новые конструкции паровых двигателей, двигателей внутреннего сгорания, газовых компрессоров и жидкостных насосов, которые по основным конструктивным элементам имеют много общего между собой. Каждый вновь изобретённый поршневой двигатель внутреннего сгорания до сих пор имеет некоторые составляющие от парового двигателя И.И. Ползунова и поэтому опосредованно совершенствует одновременно и паровые двигатели. В 2004 году на Алтае было предложено два паровых тора-двигателя, а в 2006 году на Алтае предложено ещё пять паровых торов-двигателей, итого семь паровых торов-двигателей предложено после И.И. Ползунова только на Алтае, а по России предложено ещё больше. Паровые двигатели особенно удобно эксплуатировать в тех районах планеты, в которых нет недостатка в воде. Поскольку человеком ещё мало освоены мировые водные просторы, поскольку человек всё глубже работает в морях и океанах, то, прежде всего, при работе в воде паровой двигатель человеку будет всегда одним из надёжных помощников на корабле, на подводной лодке, в батискафе. Паровой двигатель может выполнять самые грубые, невероятно тяжёлые работы на земле и под водой, мощность паровых двигателей практически ничем не ограничена. Паровые двигатели удобны тем, что их можно использовать целыми комплектами, располагая на одной оси в нескольких плоскостях или в одной плоскости. Большинство людей паровой двигатель связывают только с макромиром, но в действительности работа в микромире также потребует микромеханических устройств, в том числе потребует микроскопических паровых двигателей. Одна молекула воды, переводимая в пар, заставит работать двигатель размером в нанометр. Цилиндрический фуллерен может служить сегодня цилиндром малого поршневого двигателя, служить поршнем или штоком поршня, впускным или выпускным окном, клапаном. Сферический фуллерен может сегодня служить поршнем малого поршневого двигателя или служить клапаном. Полость сферического фуллерена может быть разделена многими способами на впускную камеру пара и выпускную камеру отработавшего пара. Впуск и выпуск пара можно осуществит через окна, изготовленные из фуллеренов. Микромеханика и нано-размерная механика является делом двадцать первого века. В период обновлённой науки возвращение к истокам науки и техники всегда приводит учёных к новому решению одних и тех же вопросов на новом уровне с положительным эффектом. Так и идеи И.И. Ползунова годятся нашему времени. Коэффициент полезного действия паровых двигателей мал, но поскольку рождены высокопрочные непроводящие тепло материалы и созданы надёжные уплотнители, коэффициент полезного действия можно значительно повысить. Использование возвратного и поступательного движения непрактично, но никто не мешает организовать вращательное движение и таким образом отказаться от устаревших способов преобразования движения. Будут испытаны не только водные, как у И.И. Ползунова, но и неводные паровые системы. Люди займутся созданием паровых микромашин и изучением их эффективности и применимости. Идеи Ивана Ивановича Ползунова и направление его творческой и внедренческой деятельности всегда живы и всегда находятся в постоянном творческом и техническом развитии. Новейшие исследования алтайских учёных историков показывают, что деятельность И.И.Ползунова не замыкалась на

решении только производственных вопросов использования паровой машины, поскольку И.И. Ползунова интересовало всё.

В направлении основной деятельности и творческой мысли И.И.Ползунова уже в наше время целью следующей технической разработки очередного парового двигателя также является повышение коэффициента полезного действия, мощности, удельной мощности и уравновешенности парового двигателя.

Описание принципа действия и конструкции поясняется чертежом, где на рис.1 изображена схема парового двуполостного роторно-поршневого тора-двигателя 2008 года.

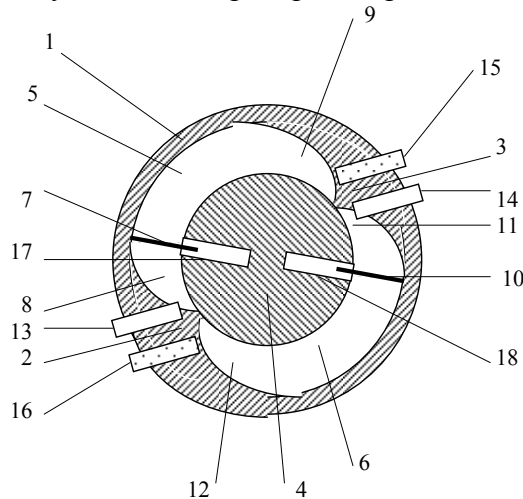


Рис.1. Схема парового двуполостного роторно-поршневого восьмого тора-двигателя.

Паровой двуполостной роторный поршневой тор-двигатель содержит корпус 1 с перегородками 2, 3 и ротор 4, с образованием полостей 5, 6 между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью ротора 4. Имеется поршень 7, разделяющий рабочую полость 5 на впускную камеру 8 и выпускную камеру 9, поршень 10, разделяющий рабочую полость 6 на впускную камеру 11 и выпускную камеру 12, впускные окна 13, 14 и выпускные окна 15, 16. Корпус 1 выполнен цилиндрическим, установлен на роторе 4 с возможностью вращения ротора 4 относительно корпуса 1. Рабочие полости 5 имеют вид частей неправильного кольца, разделённого перегородками 2, 3 на рабочие полости 5, 6. Перегородки 2, 3 выполнены с пологими по ходу поршней 8, 9 передними фронтами возрастания высот перегородок 2, 3 и пологими задними фронтами уменьшения высот перегородок 2, 3. Двигатель снабжён поршнями 7, 10, установленными в прорезях 17, 18 ротора 4 с возможностью перемещения внутри прорезей 17, 18 и рабочих полостей 5, 6 для разделения конца впускной камеры 8 и начала выпускной камеры 9, а также для разделения конца впускной камеры 11 и начала выпускной камеры 12. Поршень 7 установлен с возможностью периодического возвратного и поступательного движения в прорези 17 ротора 4, а также свободного перемещения в окружном направлении вместе с ротором 4. Поршень 10 установлен с возможностью периодического возвратно-поступательного движения в прорези 18 ротора 4, а также для одновременного с ротором 4 свободного перемещения в окружном направлении. Принято, что на рис.1 направление вращения ротора 4 с поршнями 7, 10 осуществляется по часовой стрелке. Рабочая полость 5 используется на рабочий ход поршня 7 с ротором 4 во время подачи через впускное окно 13 пара во впускную камеру 10 и на выхлоп отработанного пара из выпускной камеры 9 через выпускное окно 15. Рабочая полость 6 используется на ход поршня 10 с ротором 4 для поступления пара через впускное окно 14 во впускную камеру 11 и для выпуска пара из выпускной камеры 12. Паровой двуполостный роторно-поршневой тор-двигатель работает следующим образом. Объяснение ведётся по тому статическому состоянию двигателя, которое представлено на рис.1. Через впускные окна 13, 14 поступает пар во впускные камеры 8, 11 и давит на поршни 7, 10. При движении поршня 7 вместе с ротором 4 и с

поршнем 10 в направлении движения часовой стрелки поступает пар из генератора пара через впускное окно 13 во впускную камеру 8. В этот момент по другую сторону поршня 7 в выпускной камере 9 есть отработанный пар, который вытесняется с помощью движущегося по кругу поршня 7. Вошедший во впускную камеру 8 и растущий в объёме пар давит на поршень 7 и поршень 7, выполняя ведущую в механизме силовую функцию, приводит в движение ротор 4 с поршнем 10. Вошедший во впускную камеру 11 и растущий в объёме пар давит на поршень 10 и поршень 10, выполняя ведущую в механизме силовую функцию, приводит в движение ротор 4 с поршнем 7. Благодаря одновременной ведущей работе поршней 7, 11 осуществляется равномерное вращение ротора 4 парового двигателя. При движении поршня 7 вытесняется отработавший пар из выпускной камеры 9 при несколько повышенном давлении пара в выпускной камере 9 по отношению к атмосферному давлению. При движении поршня 10 вытесняется отработавший пар из выпускной камеры 12 при несколько повышенном давлении пара в выпускной камере 12 по отношению к атмосферному давлению. После выполнения работы в рабочей полости 5 поршень 7 переходит над перегородкой 3 на работу в рабочей полости 5, а поршень 10 переходит из рабочей полости 6 над перегородкой 2 на работу в рабочей полости 5. Далее повторяется цикл работы в рабочих полостях 5, 6 парового двуполостного роторно-поршневого восьмого тора-двигателя. Двигатель может работать и с одинаковыми рабочими полостями 5, 6 и с разными рабочими полостями 5, 6.

На рис.2 изображена схема парового трёх полостного роторного поршневого тора-двигателя.

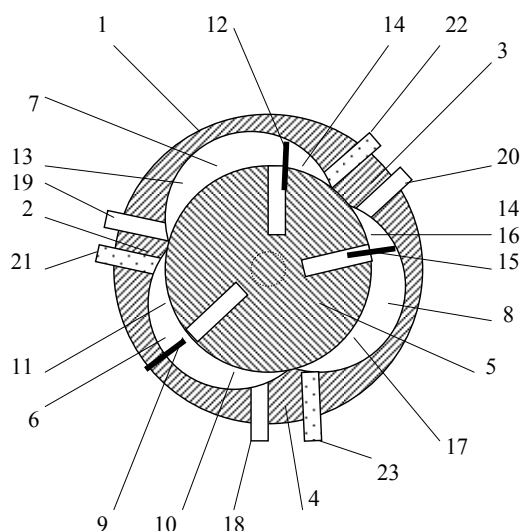


Рис.2. Схема парового трёх полостного роторного поршневого девятого тора-двигателя.

Паровой трёх полостной роторно-поршневой тор-двигатель содержит корпус 1 с перегородками 2, 3, 4 и ротор 5, с образованием рабочих полостей 6, 7, 8 между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью ротора 4. Имеется поршень 9, разделяющий рабочую полость 6 на впускную камеру 10 для пара и выпускную камеру 11 для отработавшего пара. Имеется поршень 12, разделяющий рабочую полость 7 на впускную камеру 13 для пара и выпускную камеру 14 для отработавшего пара. Имеется поршень 15, разделяющий рабочую полость 8 на впускную камеру 16 для пара и выпускную камеру 17 для отработавшего пара, впускные окна 18, 19, 20 для пара и выпускные окна 21, 22, 23 для отработавшего пара. Корпус 1 выполнен цилиндрическим, установлен на роторе 4 с возможностью вращения ротора 4 относительно корпуса 1. Пар поступает во впускные камеры 10, 13, 16 через впускные окна 18, 19, 20. Возросшее давление во впускных камерах 10, 13, 16 заставляет поршни 9, 12, 15 активно перемещаться в направлении движения условной часовой стрелки вместе с ротором 5. С другой стороны поршней 9, 12, 15 в выпускных камерах 11, 14, 17 имеются отработанные пары, которые вытесняются поршнями 9, 12, 15 из выпускных камер 11, 14, 17 через выпускные окна 21, 22, 23.

2009 ГОД И ПАРОВЫЕ ТОРЫ-ДВИГАТЕЛИ

Корсаков Д.А. – студент гр. МАС81, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Описанный девятый паровой двигатель имеет высокую мощность при повышенном коэффициенте полезного действия. Высокая мощность во многом получается за счёт увеличения суммарной площади поршней, равной трём площадям одного поршня. Увеличенная мощность парового двигателя может отрицательно повлиять на равномерность вращения ротора, что может случиться при одинаковых размерах рабочих полостей и одинаковом расположении поршней. Построение парового двигателя с разными размерами трёх рабочих полостей приведёт к большей равномерности хода ротора. Нежелательным является также одновременный переход двух или трёх поршней через мёртвые точки, переход над перегородками, поскольку в этом случае также нарушается равномерное вращение ротора парового тора-двигателя.

В качестве итога к описанию принципа действия и конструкции парового трёх полостного роторного поршневого тора-двигателя приводится формула новшества. Двигатель содержит корпус с тремя перегородками, установлен на роторе с образованием трёх рабочих полостей между внутренней поверхностью корпуса и наружной поверхностью ротора и возможностью вращения ротора относительно корпуса. В паровом двигателе имеются три рабочие полости, три поршня, разделяющие каждую из трёх рабочих полостей на впускную камеру и выпускную камеру, три впускных окна, три выпускных окна. Двигатель отличается тем, что корпус выполнен с тремя перегородками, расположенными в направлении оси вращения ротора и имеющими пологие передние и задние фронты возрастания высот перегородок. Три рабочие полости выполнены в пределах неполного объёма одной кольцевой полости, разделённой тремя перегородками, при этом двигатель снабжён тремя поршнями, изготовленными в виде заслонок, установленных в прорезях ротора с возможностью периодического возвратного и поступательного перемещения внутри своей прорези и периодического вращательного движения внутри рабочих полостей для разделения камер. Паровой трёх полостной роторный поршневой девятый тор-двигатель может работать и с одинаковыми рабочими полостями 6, 7, 8 и с разными рабочими полостями 6, 7, 8.

По отношению к двум торам-двигателям, о которых уже всё рассказано выше, очень близким по описанию является другой тор-двигатель, паровой двуполостный роторный поршневой с крутым задним фронтом перегородки в области введения пара, изображённый здесь на рис.1,

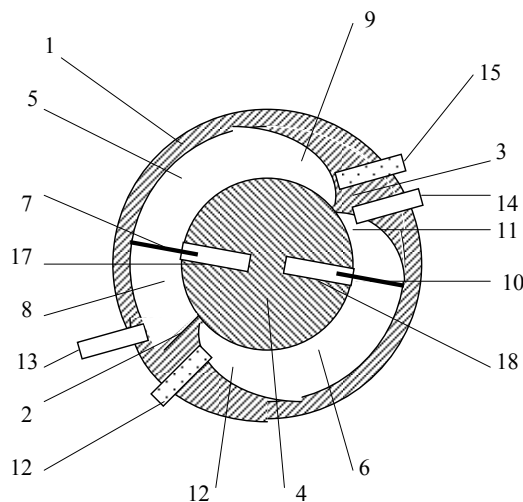


Рис.1. Схема парового двуполостного роторного поршневого с крутым задним фронтом перегородки в области введения пара десятого тора-двигателя.

Паровой двухполостной роторный поршневой тор-двигатель содержит корпус 1 с перегородками 2, 3 и ротор 4, с образованием полостей 5, 6 между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью ротора 4. Главной особенностью двигателя является профиль перегородки 2 и рабочей полости 5 в области введения сжатого пара. Имеется поршень 7, разделяющий рабочую полость 5 на впускную камеру 8 и выпускную камеру 9, поршень 10, разделяющий рабочую полость 6 на впускную камеру 11 и выпускную камеру 12, впускные окна 13, 14 и выпускные окна 15, 16. Корпус 1 выполнен цилиндрическим, установлен на роторе 4 с возможностью вращения ротора 4 относительно корпуса 1. Рабочие полости 5 имеют вид частей неправильного кольца, разделённого перегородками 2, 3 на рабочие полости 5, 6. Перегородки 2, 3 выполнены с пологими по ходу поршней 8, 9 передними фронтами возрастания высот перегородок 2, 3 и крутым задним фронтом уменьшения высоты перегородки 2 и пологим задним фронтом уменьшения высоты перегородки 3. Двигатель снабжён поршнями 7, 10, установленными в прорезях 17, 18 ротора 4 с возможностью перемещения внутри прорезей 17, 18 и рабочих полостей 5, 6 для разделения конца впускной камеры 8 и начала выпускной камеры 9, а также для разделения конца впускной камеры 11 и начала выпускной камеры 12. Поршень 7 установлен с возможностью периодического возвратного и поступательного движения в прорези 17 ротора 4, а также свободного перемещения в окружном направлении вместе с ротором 4. Поршень 10 установлен с возможностью периодического возвратно-поступательного движения в прорези 18 ротора 4, а также для одновременного с ротором 4 свободного перемещения в окружном направлении. Принято, что на рис.1 направление вращения ротора 4 с поршнями 7, 10 осуществляется по часовой стрелке. Рабочая полость 5 используется на рабочий ход поршня 7 с ротором 4 во время подачи через впускное окно 13 пара во впускную камеру 10 и на выхлоп отработанного пара из выпускной камеры 9 через выпускное окно 15. Рабочая полость 6 используется на ход поршня 10 с ротором 4 для поступления пара через впускное окно 14 во впускную камеру 11 и для выпуска пара из выпускной камеры 12..

Паровой двухполостный роторно-поршневой тор-двигатель работает следующим образом. Объяснение ведётся по тому статическому состоянию двигателя, которое представлено на рис.1. Через впускные окна 13, 14 поступает пар во впускные камеры 8, 11 и давит на поршни 7, 10. Следует отметить, что поступление пара через впускное окно 13 во впускную камеру 8 осуществляется под нависающую часть перегородки 2. При движении поршня 7 вместе с ротором 4 и с поршнем 10 в направлении движения часовой стрелки поступает пар из генератора пара через впускное окно 13 во впускную камеру 8. В этот момент по другую сторону поршня 7 в выпускной камере 9 есть отработанный пар, который вытесняется с помощью движущегося по кругу поршня 7. Вошедший под нависающую часть перегородки 2 во впускную камеру 8 и растущий в объёме пар давит на поршень 7 и поршень 7, выполняя ведущую в механизме силовую функцию, приводит в движение ротор 4 с поршнем 10. Вошедший во впускную камеру 11 и растущий в объёме пар давит на поршень 10 и поршень 10, выполняя ведущую в механизме силовую функцию, приводит в движение ротор 4 с поршнем 7. Благодаря одновременной ведущей работе поршней 7, 11 осуществляется равномерное вращение ротора 4 парового двигателя. При движении поршня 7 вытесняется отработавший пар из выпускной камеры 9 при несколько повышенном давлении пара в выпускной камере 9 по отношению к атмосферному давлению. При движении поршня 10 вытесняется отработавший пар из выпускной камеры 12 при несколько повышенном давлении пара в выпускной камере 12 по отношению к атмосферному давлению. После выполнения работы в рабочей полости 5 поршень 7 переходит над перегородкой 3 на работу в рабочей полости 5, а поршень 10 переходит из рабочей полости 6 над перегородкой 2 на работу в рабочей полости 5. Далее повторяется цикл работы в рабочих полостях 5, 6 парового двухполостного роторно-поршневого восьмого тора-двигателя.

Двигатель может работать и с одинаковыми рабочими полостями 5, 6 и с разными рабочими полостями 5, 6.

На рис.2 изображена схема парового однополостного роторного с четырьмя поршнями одиннадцатого тора-двигателя.

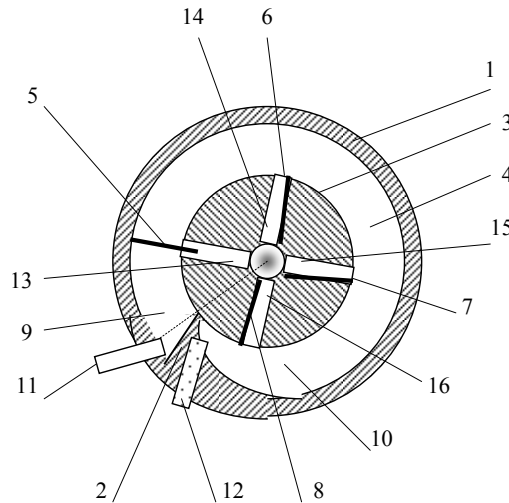


Рис.2. Схема парового однополостного роторного с четырьмя поршнями одиннадцатого тора-двигателя.

Паровой однополостный роторный четырёх поршневой тор-двигатель, схема которого изображена на рис.4, содержит корпус 1 с перегородкой 2, ротор 3. Корпус 1, перегородка 2 и ротор 3 образуют полость 4 между внутренней поверхностью корпуса 1, поверхностью перегородки 2 и наружной поверхностью ротора 3. Поршни 5, 6, 7, 8 большую часть времени находятся в утопленном состоянии и только после прохождения над перегородкой 2 переходят в выдвинутое положение. Поршни 5, 6, 7, 8 поочередно разделяют рабочую полость 4 на впускную камеру 9 и выпускную камеру 10. Впускное отверстие 11 и выпускное отверстие 12 обеспечивают непрерывную подачу свежего рабочего пара высокого давления во впускную камеру 9 и непрерывное отведение отработавшего пара из выпускной камеры 10. Прорези 13, 14, 15, 16, выполненные в роторе 3, служат для размещения в них поршней 5, 6, 7, 8 с возможностью для поршней 5, 6, 7, 8 возвратно-поступательного движения. Двигатель работает следующим образом. После прохождения поршнем 5 области перегородки 2 начинается работа в рабочей полости 4 однополостного четырёх поршневого парового двигателя. Сжатый пар поступает во впускную камеру 9 через впускное окно 11. При кратковременном движении поршня 5 с ротором 3 в направлении движения условной часовой стрелки, во впускную камеру 9 через впускное окно поступает сжатый пар из генератора пара. Пар поступает под нависающую часть перегородки 2, что позволяет работать паровому двигателю равномерно, непрерывно, без рывков и сбоев. Возросшее давление под перегородкой 2 во впускной камере 9 распространяется и заставляет поршень 5 активно перемещаться в направлении движения условной часовой стрелки вместе с ротором 3 и поршнями 5, 6, 7, 8. С другой стороны поршня 5 в выпускной камере 10 имеются отработанные пары, которые вытесняются поршнем 5 из выпускной камеры 10 через выпускное окно 12. Продолжение работы парового двигателя будет осуществляться с помощью поочередного подключения поршней 6, 7, 8.

Описанный паровой однополостный роторный с четырьмя поршнями одиннадцатый тор-двигатель имеет следующие преимущества: Повышенный коэффициент полезного действия, поскольку работа идёт непрерывно, повышенную и неограниченную мощность, повышенную удельную мощность, малый объём двигателя и малый вес двигателя. Двигатель может использоваться в мирном и военном деле, на всех видах наземного, водного и подводного транспорта, удобен при монтаже, неприхотлив и практически не заменим в работе.

НОВЕЙШИЕ ПАРОВЫЕ ТОРЫ-ДВИГАТЕЛИ

Денисов А.Ю. – студент гр. МАС81, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Ниже приводится наиболее совершенная и одновременно наиболее простая схема парового однополостного роторного поршневого тора-двигателя с длинной парой поршней. Паровой двигатель содержит корпус 1 с перегородкой 2, ротор 3 с образованием полости 4, двухконечную заслонку 5 в сквозной прорези 6 ротора 3. Полость 4 расположена между внутренней поверхностью корпуса 1, наружной поверхностью перегородки 2 и наружной поверхностью ротора 3. Двухконечная заслонка 5 разделяет то одним своим концом, то другим концом рабочую полость 4 на впускную камеру 7 пара и выпускную камеру 8 отработавшего пара. Имеется впускное окно 9 пара, выпускное окно 10 отработавшего пара. Корпус 1 выполнен в виде цилиндра и установлен на роторе 3 с возможностью вращения ротора 3 относительно корпуса 1. Перегородка 2 выполнена с нависающей своей частью и установлена так, что пар через впускное окно 9 поступает под нависающую часть перегородки 2. Паровой двигатель изображён на рис.1.

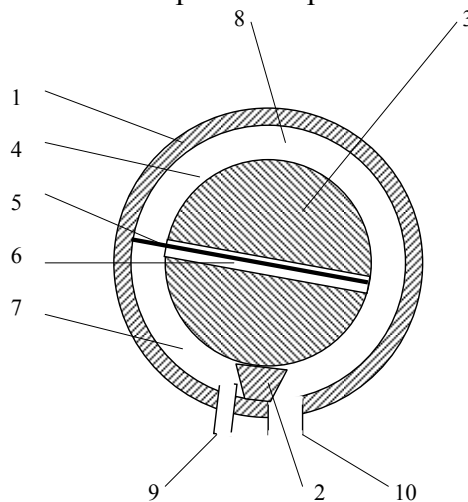


Рис.1. Схема парового однополостного роторно-поршневого с длинной парой поршней двенадцатого тора-двигателя.

Конструкция перегородки 2 обеспечивает возможность непрерывной подачи пара во впускную камеру. Образованная между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью ротора 3 полость 4 имеет вид незамкнутого кольца. Незамкнутым кольцо и полость 4 делается после установки перегородки 2. Паровой двигатель дополнительно снабжён двухконечной поршневой заслонкой 5, которая установлена в сквозной прорези 6 ротора 3 с возможностью перемещения внутри сквозной прорези 6 для разделения и сообщения впускной и выпускной камер 7, 8. В прорези 6 имеется уплотнение, не позволяющее пару через прорезь 6 проникать из впускной камеры 7 в выпускную камеру 8. Окно 9 является впускным для пара из генератора пара во впускную камеру 7 рабочей полости 4 и связано с ними. Лопастно-поршневая двухконечная заслонка 5 выполнена в виде пластины, плотно расположена в сквозной прорези 6 ротора 3 с возможностью возвратного и поступательного движения в сквозной прорези 6.

Приведённые в настоящей статье новейшие примеры построения однополостных и многополостных паровых поршневых роторных торов-двигателей [23] открывают неограниченные возможности использования пара. Примеры построения паровых двигателей обеспечивают идеями создания разнообразных торов-двигателей внутреннего сгорания, образуют творческую базу для проектирования надёжных и удобных в эксплуатации насосов и компрессоров для местной и трансконтинентальной перекачки

нефти, газа и воды. Паровые двигатели и их производные, двигатели внутреннего сгорания, компрессоры и насосы, гарантируют триллионные доходы многочисленным компаниям, за что они обязаны непосредственно И.И. Ползунову, изобретателю первого в мире парового двигателя и паровой машины.

Впервые появившееся техническое решение поясняется чертежом, где на рис.2 изображен разрез парового двигателя в статическом состоянии. Паровой двигатель содержит корпус 1, установленный на оси 2 с возможностью вращения оси 2 относительно корпуса 1, с образованием полости в виде тора между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью оси 2, роторные лопастно-поршневые крыльчатки 3 и 4 с одинаковым количеством N лопастных поршней каждая.

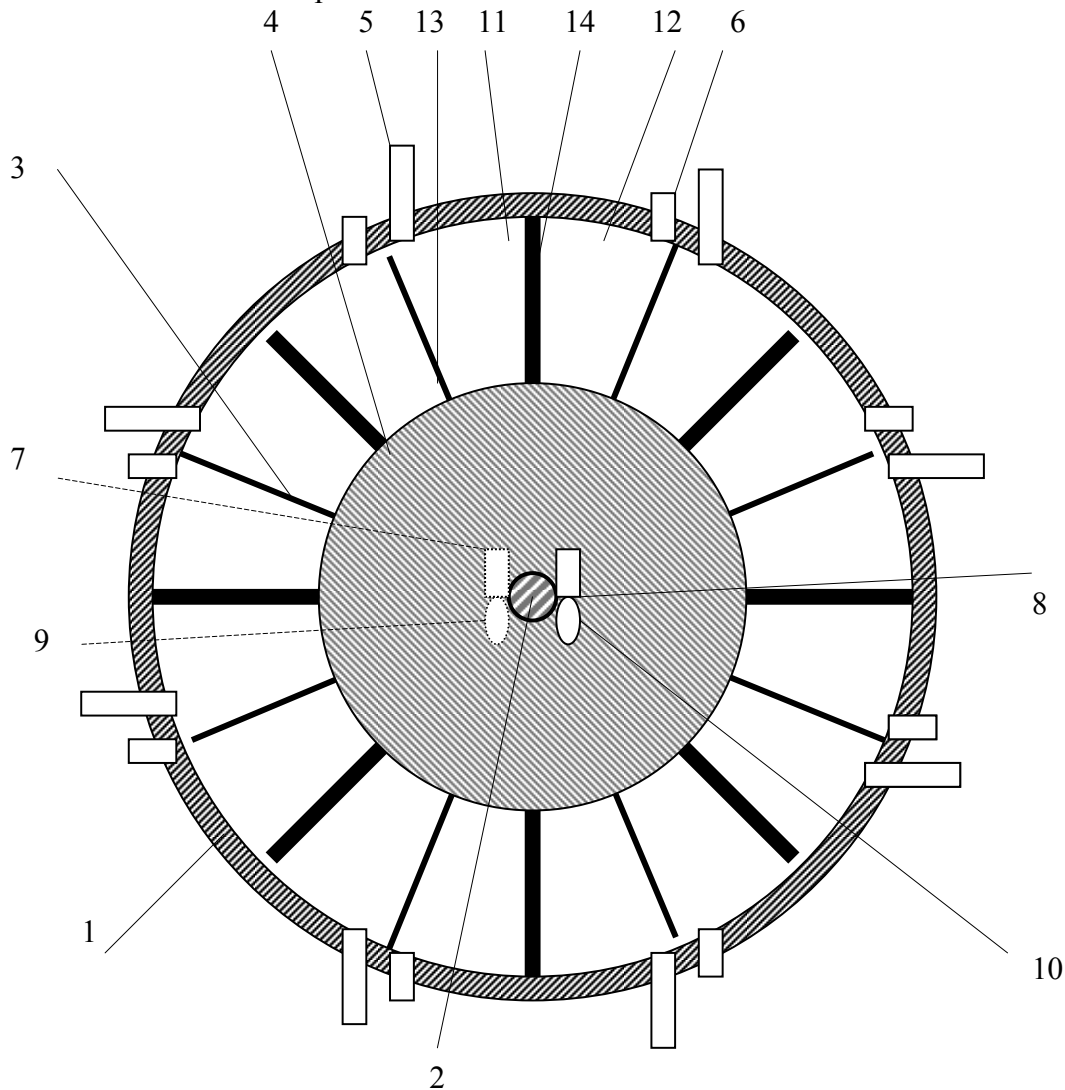


Рис.2. Схема парового однополостного роторно-поршневого с двумя крыльчатками тринадцатого тора-двигателя.

Двигатель также содержит впускные окна 5 в количестве N , выпускные отверстия 6 в количестве N , фиксаторы 7, 8 положения роторных лопастно-поршневых крыльчаток 3, 4 и датчики 9, 10 положения роторных лопастно-поршневых крыльчаток 3, 4. Фиксатор 7 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 и датчик 9 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 установлены в роторной лопастно-поршневой крыльчатке 3 вблизи корпуса 1 и оси 2. Фиксатор 8 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 и датчик 10 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 установлены в роторной лопастно-поршневой крыльчатке 4 вблизи корпуса 1 и оси 2. Фиксаторы 7, 8 положения роторных лопастно-поршневых крыльчаток 3, 4 и датчики 9, 10 положения роторных лопастно-поршневых крыльчаток 3 и 4 могут быть разнесены и

установлены в корпусе 1, в оси 2 и в роторных лопастно-поршневых крыльчатках 3, 4. Обе роторные лопастно-поршневые крыльчатки 3, 4 установлены в одной рабочей полости на общей оси 2 с возможностью вращения относительно оси 2, периодического соединения с осью 2, периодического соединения с корпусом 1, разделения рабочей полости на число $2N$ рабочих камер. Набор любых двух соседних рабочих камер включает впускную камеру 11 и выпускную камеру 12. Роторная лопастно-поршневая крыльчатка 3 имеет количество N лопастных поршней 13, а роторная лопастно-поршневая крыльчатка 4 имеет чётное количество N лопастных поршней 14. При этом каждая впускная камера 11 парового двигателя снабжена впускным окном 5, каждая выпускная камера 12 парового двигателя снабжена выпускным отверстием 6. Роторные лопастно-поршневые крыльчатки 3, 4 установлены на оси 2 с возможностью вращения любой из них относительно оси 2 и вращения вместе с этой осью 2. При этом роторная лопастно-поршневая крыльчатка 3 выполнена с возможностью жёсткого соединения с корпусом 1 с помощью фиксатора 7 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 по электрическому сигналу от датчика 9 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3. Роторная лопастно-поршневая крыльчатка 3 имеет возможность снятия фиксации относительно корпуса 1 и последующего жёсткого соединения с осью 2 с помощью фиксатора 7 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 по электрическому сигналу от датчика 10 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 относительно корпуса 1. Роторная лопастно-поршневая крыльчатка 4 имеет возможность жёсткого соединения с корпусом 1 с помощью фиксатора 8 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 по электрическому сигналу от датчика 10 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4. Крыльчатка 4 имеет возможность снятия фиксации роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 относительно корпуса 1 и последующего жёсткого соединения с осью 2 с помощью фиксатора 8 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 по электрическому сигналу от датчика 9 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3.

Такт впуска. Впуск пара осуществляется во время кругового движения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4, ранее снятой с фиксации относительно корпуса 1 и фиксированной на оси 2 с помощью фиксатора 8 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4. Снятие с фиксации относительно корпуса 1 и фиксирование относительно оси 2 осуществлялось по сигналу от датчика 9 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3, во время приближения лопастного поршня 13 к лопастному поршню 14. Во время осуществления такта впуска положение роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 фиксировано относительно корпуса 1 с помощью фиксатора 7 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 по сигналу от датчика 9 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3. Во время осуществления такта впуска положение роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 фиксировано относительно оси 2, фиксирование осуществлялось с помощью фиксатора 8 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 во время обнаружения места фиксации по сигналу от датчика 9 положения роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3. При впуске пара через впускное окно 5 во впускную камеру 11, расположенную между лопастными поршнями 13, 14 роторных лопастно-поршневых крыльчаток 3 и 4 поступает пар из генератора пара.

Такт выпуска. В выпускной камере 12, расположенной между лопастными поршнями 14 и 15 роторных лопастно-поршневых крыльчаток 4 и 3, пар несколько сжимается с помощью лопастного поршня 14 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4, фиксированной относительно оси 2 с помощью фиксатора 8 при фиксированной относительно корпуса 1 роторной лопастно-поршневой крыльчатке 3 с помощью фиксатора 7. Повышая незначительно давление пара в выпускной камере 12, лопастный поршень 14 роторной лопастно-поршневой крыльчатки 4 удаляется от лопастного поршня 13, приближаясь к поршню 15, роторной лопастно-поршневой крыльчатки 3 и вытесняет через выпускное отверстие 6 отработавший пар. Движение здесь осуществляется пошаговое, медленное, но с невероятно высокой мощностью, способной свернуть горы.

ИНДУЦИРОВАННЫЕ БАРЬЕРЫ В ИОННО-ЛУЧЕВОЙ ЭПИТАКСИИ

Борисов М.П. – студент гр. ВиВ 81, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Слово «эпитаксия» рождено от сочетания слова «эпи» с греческим словом *taxis* - расположение, порядок, и первоначально обозначал ориентированный рост одного кристалла на поверхности другого кристалла. Затем термин эпитаксия распространился на ориентированный рост одного кристалла на поверхности любой другой подложки. Эпитаксия - это процесс ориентированного наращивания структурированных слоев вещества на подложку.

Применение индуцированных магнитных и электрических барьеров для ионно-лучевой эпитаксии стало возможным благодаря наличию богатого опыта применения магнитных и электрических барьеров для разделения полиметаллических ионных потоков на монометаллические потоки ионов. Путём разделения полиметаллических ионных потоков на монометаллические потоки фактически созданы условия для эпитаксии и имплантации необходимых ионов при высокотемпературном синтезе материалов, структура которых контролируется на пространственном уровне нанометров.

Барьерами здесь называются локальные магнитные и электрические поля с повышенной индукцией и напряжённостью, размещаемые на пути заряженных частиц и проявляющиеся во взаимодействии с атакующими заряженными частицами в качестве преград, преодолимых одними заряженными частицами и непреодолимых частицами с иными физическими параметрами. В общем случае барьеры проявляются во всём многообразии возможных видов по геометрии, форме, содержанию, назначению, функции, сочетанию, перестановке, соединению, управлению параметрами, связи в группе и взаимному расположению. Искусственно индуцированные электрические и магнитные барьеры позволяют разделить в пространстве или во времени полиметаллический поток ионов на монометаллические потоки ионов и затем направить монометаллические потоки на подложку с целью эпитаксии.

Барьерами, по-другому, здесь называются локальные магнитные и электрические поля, обладающие не совершенными или совершенными отражающими свойствами электронных и ионных зеркал, а при изменении параметров электрических и магнитных полей приобретающих селективные свойства по отношению к атакующим заряженным частицам. Барьерами также называются локальные магнитные и электрические поля, обладающие селективными свойствами по отношению к атакующим заряженным частицам, а при изменении параметров электрических и магнитных полей приобретающих отражающие свойства электронных и ионных зеркал. Избирательность по отношению к заряженным частицам осуществляется по электрическим зарядам, магнитным свойствам, скоростям, массам, импульсам, энергиям.

В технологии современной ионно-лучевой эпитаксии барьеры используются для преобразования первичных ионных потоков в потоки с требуемыми свойствами по форме потока, направлению потока, по форме поперечного сечения потока, интенсивности потока, плотности потока, распределению потока по сечению и пространственной структуре потока. Индуцированные электрические и магнитные барьеры позволяют не только разделить поток ионов на потоки, но и объединить монометаллические потоки в полиметаллический поток ионов заранее заданного состава и поперечного сечения.

Некоторые возможные траектории отличающихся друг от друга ионов на этапе разделения в технологиях ионно-лучевой эпитаксии и в приборах анализа состава используемого для эпитаксии потока ионов с применением магнитных и электрических барьеров, показаны на ниже представленных рисунках.

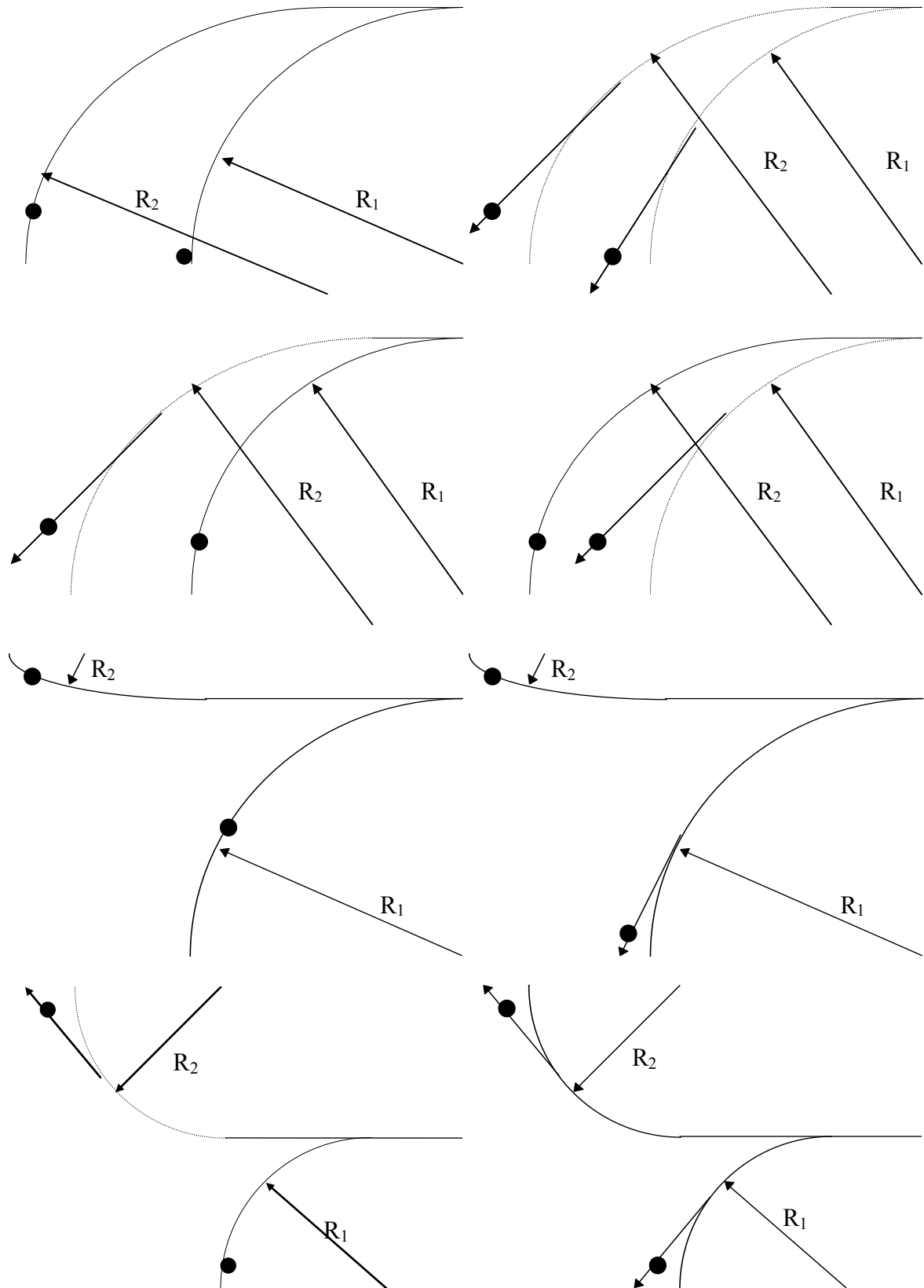


Рис. Траектории разделяемых и разделённых ионов на этапе разделения с помощью магнитных барьеров в технологиях ионно-лучевой эпитаксии.

Использование магнитных и электрических барьеров открывают более широкую надёжную перспективу по развитию технологии выращивания кристаллов, тонких плёнок. Дана перспектива приборостроению, поскольку появились дополнительные возможности для

конструирования приборов для определения состава смеси веществ. Метод магнитных барьеров открыл новые возможности в осуществлении процесса разделения заряженных частиц, т.к. магнитными барьерами можно направить заряженные частицы по траекториям, которые в магнитных полях ранее были для частиц не достижимы. Так разделённые по каким-либо параметрам, например, массам, зарядам, энергиям, импульсам ионы химических элементов можно направить по круговым орбитам, расположенным вдоль круговых магнитных барьеров. Разделённые по физическим параметрам ионы можно первоначально направить по круговым орбитам, а затем направить по прямолинейным траекториям. Разделённые по массам, импульсам, энергиям, зарядам ионы можно первоначально направить по круговым орбитам, а затем тяжёлый ион направить по прямолинейной траектории. По круговой орбите можно направить только лёгкий ион, а тяжёлый ион можно направить по прямолинейной траектории. Лёгкий ион можно сначала провести по круговой траектории и потом вывести на прямолинейную траекторию, оставляя тяжёлый ион на прямолинейной траектории. Ионы тяжёлых и лёгких химических элементов можно направить по круговым траекториям, кривизна которых имеет противоположные знаки. Ионы лёгких и тяжёлых химических элементов можно первоначально направить по общей круговой орбите, а затем при разделении направить их по прямолинейным траекториям. Ионы до разделения можно первоначально направить по общей круговой орбите, а затем при разделении направить их по различным круговым траекториям. Ионы тяжёлых и лёгких химических элементов можно направить по круговым траекториям, кривизна которых имеет противоположные знаки, затем ионы тяжёлых химических элементов направить по прямолинейной траектории. Ионы тяжёлых и лёгких химических элементов можно направить по круговым траекториям, кривизна которых имеет противоположные знаки, затем ионы лёгких химических элементов направить по прямолинейной траектории, или по прямолинейной траектории можно направить ионы и лёгких и тяжёлых химических элементов.

Эпитаксия может осуществляться многими лучами или одним лучом. Заряженные частицы нескольких лучей можно направить по сходящимся траекториям вдоль сходящихся барьеров магнитного поля, индуцированного сходящимися электрическими токами, протекающими по сходящимся трубам, снабжённым продольными щелевыми прорезями. Единый луч по транспортирующему каналу можно направить к подложке на эпитаксию. Наведение магнитного поля со сходящимися магнитными барьерами с помощью электрического тока, протекающего по немагнитным трубам и немагнитным раструбам, снабжённым продольными щелевыми прорезями, требует значительных финансовых затрат на потребляемую электрическую энергию. Потребление электрической энергии можно практически полностью исключить путём исключения электрического индуктора магнитного поля с магнитными барьерами и путём применения статических магнитов в виде труб и раструбов, снабжённых продольными щелевыми прорезями, разделяющими полюса статического магнита. Статические магниты на основе сверхпроводящих керамик в настоящее время дают магнитные поля с индукцией несколько Тесла и имеют обнадеживающие перспективы роста будущей магнитной индукции. Плоские тонкие области магнитного поля с индукцией несколько Тесла являются надёжными барьерами, позволяющими транспортировать заряженные частицы в заданном направлении к подложке. Методы разделения частиц магнитными барьерами магнитного поля обратимы в методы фокусировки заряженных частиц магнитными барьерами магнитного поля. В этом усматривается тенденция к некоему замыканию кольца исследований в экспериментальной физике по части физических методов и способов разделения веществ и методов и способов соединения веществ в электромагнитных полях. Экспериментальная физика едина. Применение описанных здесь способов и устройств возможно и для получения модифицированных материалов лучами частиц. Описанные магнитные и электрические барьеры применимы в системах сопровождения лучей ионов от ионного источника до подложки.

МЕТОДЫ ИОННО-ЛУЧЕВОЙ ЭПИТАКСИИ В НАНОТЕХНОЛОГИЯХ

Елизаров Е.С. – студент гр. ВиВ 81, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

В основе методов ионно-лучевой эпитаксии лежит укладка каждого из набора ионов необходимых химических элементов и веществ на подложку в заданном порядке. Реализация данной идеи в эффективных технологиях ионно-лучевой эпитаксии осуществляется в условиях высокого или сверхвысокого вплоть до 10^{-8} Па вакуума. Методы ионно-лучевой эпитаксии в общем случае применимы к ионам любого вещества, на первых же этапах развития данного направления технологий наиболее осуществимыми являются методы эпитаксии атомов в ионном виде одного металла или ионов нескольких металлов. Должный уровень полиметаллической эпитаксии осуществляется только тогда, когда точно набирается требуемое количество предварительно заданных видов атомов и точно проводятся посылы атомных ионов в предварительно заданных направлениях. В большой мере метод ионно-лучевой эпитаксии является практической моделью другого метода, классического метода получения чистых поверхностей многих материалов испарением и конденсацией в сверхвысоком вакууме. При ионно-лучевой эпитаксии осуществляют преобразование твёрдой, жидкой или газообразной фазы каждого вещества в плазменное состояние, что подобно испарению. После извлечения плазменной фазы вещества из ионного источника и переноса вещества в требуемых направлениях при ионно-лучевой эпитаксии осуществляют осаждение вещества, что подобно конденсации в сверхвысоком вакууме в классическом методе. Тонкие монометаллические пленки или плёнки простейших полупроводников, получаемые классическим испарением в вакууме, получают поликристаллическими или аморфными, т.е. такими же, как и при ионно-лучевой технологии. В тонких монометаллических плёнках и в плёнках простейших полупроводников невозможно строгое кристаллографическое расположение поверхности. Методами ионно-лучевой эпитаксии в общем случае совершенствуют технологии многослойных структур и обеспечивают высокое качество роста материалов слоистых полиметаллических структур. Методы ионно-лучевой эпитаксии позволяют получить ровные границы раздела между напыляемыми металлическими слоями. В наиболее совершенных методах ионно-лучевой эпитаксии используются индуктированные магнитные и электрические барьеры, позволяющие требуемым образом преобразовывать потоки ионов и затем с помощью монометаллических ионных потоков формировать совершенные монокристаллические слои различных материалов. Вся работа с потоками ионов по преобразованию потоков и лучей для проведения лучевой эпитаксии также проводится в условиях сверхвысокого вакуума.

- Отличие методов ионно-лучевой эпитаксии заключается в способах ионизации исходных компонентов в источниках ионов.
- Отличие методов ионно-лучевой эпитаксии заключается в способах извлечения полученных ионов исходных компонентов из источников ионов.
- Отличие методов ионно-лучевой эпитаксии заключается в способах ускорения извлечённых ионов из источников ионов исходных компонентов.
- Отличие методов ионно-лучевой эпитаксии заключается в способах манипулирования и перераспределения ускоренных ионов исходных компонентов.
- Отличие методов ионно-лучевой эпитаксии заключается в способах транспортировки ионов от источника ионов до подложки и подачи исходных компонентов в виде ионов на подложку.
- Отличие методов ионно-лучевой эпитаксии заключается в способах сочетания электрических и магнитных барьеров, однородных магнитных и электрических полей и неоднородных электрических и магнитных полей, используемых при ионно-лучевой эпитаксии.

- Отличие методов ионно-лучевой эпитаксии заключается в способах достижения однородности состава и способах управления составом в процессе выращивания слоев.
- Отличие методов ионно-лучевой эпитаксии заключается в способах контроля однородности состава выращиваемых монометаллических или полиметаллический слоёв в процессе выращивания слоев.

По способам сочетания электрических барьеров, магнитных барьеров, однородных магнитных полей, однородных электрических полей, неоднородных электрических полей, неоднородных магнитных полей, используемых при ионно-лучевой эпитаксии, следует различать следующие методы:

1. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью магнитных барьеров.
2. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью электрический барьеров.
3. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью магнитных барьеров и однородного магнитного поля.
4. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью электрический барьеров и однородного электрического поля.
5. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью магнитных барьеров и неоднородного магнитного поля.
6. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью электрический барьеров и неоднородного электрического поля.
7. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью магнитных барьеров и электрических барьеров.
8. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью электрический барьеров и магнитных барьеров.
9. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью магнитных барьеров, электрических барьеров и однородного магнитного поля.
10. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью электрических барьеров, магнитных барьеров и однородного магнитного поля.
11. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью электрический барьеров, магнитных барьеров и однородного электрического поля.
12. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью магнитных барьеров, электрических барьеров и однородного электрического поля.
13. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью магнитных барьеров, электрических барьеров и неоднородного магнитного поля.
14. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью электрических барьеров, магнитных барьеров и неоднородного магнитного поля.
15. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью электрический барьеров, магнитных барьеров и неоднородного электрического поля.
16. Метод ионно-лучевой эпитаксии с помощью магнитных барьеров, электрических барьеров и неоднородного электрического поля.

Использование дополнительного однородного поля даёт ещё 16 методов, использование дополнительного неоднородного поля даёт также 16 методов. Итак, только по способам сочетания электрических барьеров, магнитных барьеров, однородных магнитных полей, однородных электрических полей, неоднородных электрических полей и неоднородных магнитных полей, используемых при ионно-лучевой эпитаксии, следует различать не менее 48 методов.

Работа по преобразованию полиметаллических потоков ионов многих химических элементов или химических веществ в ионно-лучевой эпитаксии может проводиться не только в направлении разделения потока на потоки ионов отдельных химических элементов. Работа по преобразованию потоков ионов может быть основана также на генерации потоков ионов во многих источниках ионов и на последующем объединении многих ионных потоков в один поток ионов.

Выше перечисленные методы могут успешно применяться для выращивания однородных тонких мембран, пористых мембран, тонких пленок высокотемпературных полупроводников, полиметаллов и металлов, диэлектриков, магнитных материалов и многих других веществ. К настоящему времени физиками и электронщиками накоплен достаточно большой объем как теоретических исследований, так и практических работ в области управления лучами, нанесения покрытий и разнообразной модификации материалов. Поэтому технология метода ионно-лучевой эпитаксии может быть быстро развита и, в перспективе, стать самым распространенным методом получения заранее заданных полупроводниковых решеток высокого уровня и многослойных магнитных структур. Для получения продукции высокого качества система ионных источников должна обеспечивать высокую однородность ионных потоков при выращивании однородных слоев на большой площади подложки без вращения подложки при минимальном расходе дорогостоящих ионизируемых химических элементов. Уже нынче система ионных источников при точной юстировке источников в состоянии обеспечить однородность эпитаксии не хуже 10^{-4} см⁻¹, что на порядок выше самых жестких на сегодня требований к однородности. На сегодня слабым местом в использовании разработанных технологий ионно-лучевой эпитаксии является отсутствие аппаратуры, с помощью которой измеряется скорость роста эпитаксии на всех стадиях эпитаксии и осуществляется непрерывный контроль состава растущего слоя эпитаксии и морфологии растущего слоя эпитаксии в реальном масштабе времени. Проводя ионно-лучевую эпитаксию, необходимо максимально согласовывать параметры решёток подложки и наносимых металлов или неметаллических химических элементов. Большие рассогласования параметров решеток могут приводить к образованию неупорядоченной фазы в начальной стадии роста слоёв на подложке или к образованию смеси ориентаций плоскостей растущего кристаллического слоя. Установлены закономерности нарушения стехиометрии и образования неупорядоченной фазы на начальной стадии роста слоев в зависимости от температуры роста, интенсивности потоков, а также от ориентации подложки. Разработаны методы подавления процессов разупорядочения структуры на начальных стадиях эпитаксии. Методы подавления процессов разупорядочения структур основаны на управлении видом ионно-молекулярных комплексов, образующихся на поверхности подложки, и на создании регулярной системы ориентирующих центров зарождения. В конечном итоге в ряде производств ионно-лучевая эпитаксия по качеству наносимых слоёв может превосходить традиционно устоявшиеся молекулярно-лучевые методы выращивания слоёв благодаря ряду обстоятельств: рост пленок высокотемпературных сверхпроводников ионно-лучевыми методами может осуществляться при высоких температурах; ионы луч практически не содержат примесей; в методе ионно-лучевой эпитаксии отсутствуют агрессивная среда; высокая температура позволяет использовать для выращивания эпитаксиальных пленок альтернативные подложки из разнообразных термостойких материалов; наличие методов контроля дает возможность проводить управляемое выращивание и создавать многослойные структуры с планируемым распределением состава в слоях и контролируруемыми гетеропереходами.

Ионно-лучевыми экспериментами при эпитаксии установлено, что вероятность формирования неупорядоченного монометаллического или полиметаллического слоя зависит от напряжения ускорения различных ионов, извлечённых из источников ионов, от температуры подложки и скорости осаждения на подложку. Ионно-лучевая эпитаксия применима для формирования многослойных полиметаллических и монометаллических структур для многоцветных и монокристаллических инфракрасных матриц и детекторов инфракрасного излучения. Применение лучевой ионной эпитаксии возможно во многих иных направлениях практической деятельности человека. Например, возможно получение необходимого фуллера. Цилиндрический фуллерен может служить цилиндром малого поршневого двигателя, служить поршнем или штоком поршня, впускным или выпускным окном, клапаном. Сферический фуллерен может сегодня служить поршнем малого поршневого двигателя или служить клапаном.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИОННО-ЛУЧЕВОЙ ЭПИТАКСИИ

Ковнир Е.А.* – аспирантка, Доронин В.Т. – к.ф.-м.н., профессор.

* Томский политехнический университет (г. Томск).

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул).

Оборудование и приборы для ионно-лучевой эпитаксии в новых технологиях получения наноструктурных СВС материалов занимают особое место, поскольку позволяют получить материал путём точного набора требуемого количества предварительно заданных видов атомов и молекул и посылки ионов атомов и ионов молекул в предварительно заданных направлениях.

Барьерами здесь называются локальные магнитные и электрические поля с повышенной индукцией и напряжённостью, размещаемые на пути заряженных частиц и проявляющиеся во взаимодействии с атакующими заряженными частицами в качестве преград, преодолимых одними заряженными частицами и непреодолимых частицами с иными физическими параметрами. Барьеры проявляются во всём многообразии возможных видов по геометрии, форме, содержанию, назначению, функции, сочетанию, перестановке, соединению, управлению параметрами, связи в группе и взаимному расположению. Искусственно индуцированные электрические и магнитные барьеры позволяют также направить по одной траектории все ионы с различными импульсами и различными энергиями, позволяют сфокусировать поток ионов, в то же время позволяют решить противоположную задачу, задачу разделения большого числа ионов химических элементов по массе, импульсу и энергии и расщеплению лучей.

Не меньше предоставляется возможностей при использовании индуцированных барьеров в работе с ионными лучами с целью их объединения. Форма электрического силового барьера при разделении лучей ионов химических элементов или веществ по заряду, энергии, импульсу и массе, должна быть такой, чтобы к началу схода первых заряженных частиц, ионов с круговой орбиты выполнялись условия:

$$\frac{m_1 v_1^2}{R_E} + \sum_{i=1}^n F_{i1} - q_1 E_R \geq 0 > \frac{m_2 v_2^2}{R_E} + \sum_{i=1}^n F_{i2} - q_2 E_R, \quad (1)$$

В формуле (1) символом v_1 обозначена скорость сходящейся заряженной частицы, символом v_2 обозначена скорость остающейся на орбите заряженной частицы. R_E - радиус

изгиба электрического барьера; $\sum_{i=1}^n F_{i1}$ - сумма проекций на радиальное направление всех дополнительных сил, действующих на сходящуюся с

орбиты заряженную частицу с учётом фазовых объёмов; $\sum_{i=1}^n F_{i2}$ - сумма проекций на

радиальное направление всех дополнительных сил, действующих на остающуюся заряженную частицу с учётом фазовых объёмов; m_1 - масса сходящейся заряженной частицы;

m_2 - масса остающейся заряженной частицы; E_R - напряжённость электрического поля барьера.

Для разделения заряженных частиц по энергии с помощью только одного электрического барьера используют такой электрический барьер, который имеет по ходу частиц уменьшающуюся вдоль электрического барьера высоту при постоянном радиусе изгиба электрического барьера.

Для разделения заряженных частиц по энергии применяют также электрический барьер, имеющий постоянную высоту по всей длине барьера при уменьшающемся в направлении полёта частиц радиусе изгиба электрического барьера.

Разделение по массам ионов химических элементов, используемых для эпитаксии на подложку, хорошо моделируется разделением изотопных ионов, у которых, как известно, электрические заряды одинаковы. В теоретических работах по разделению изотопов учёт

сумм проекций дополнительных сил на радиальное направление приводит к уменьшению степени разделения изотопов. Электрическая составляющая силы F Лоренца, действующая на заряженную частицу с электрическим зарядом q и движущуюся со скоростью v в электрическом поле, зависит от напряжённости электрического поля E . При этом разделяемые по энергии электрическими барьерами заряженные частицы движутся иначе, чем в непрерывном электрическом поле. В непрерывном электрическом поле при использовании прежнего, традиционного метода разделения частиц заряженная частица движется по окружности, радиус которой вычисляется из баланса действующих сил. При использовании описываемого метода разделения располагают изогнутую по дуге локальную протяжённую область электрического поля на пути заряженных частиц, тогда при напряжённости электрического поля, заведомо удовлетворяющей неравенству

$$E_R > \frac{m_1 v_1^2}{q_1 R_E} + \frac{\sum_{i=1}^n F_{i1}}{q_1} > \frac{m_2 v_2^2}{q_2 R_E} + \frac{\sum_{i=1}^n F_{i2}}{q_2}, \quad (2)$$

все заряженные частицы будут перемещаться вдоль электрического барьера. Радиус орбиты заряженных частиц в описываемом методе разделения определяется не величиной напряжённости поперечного электрического поля на пути заряженных частиц в электрическом поле, а положением электрического барьера в пространстве, при достаточной величине электрического барьера. Электрический барьер осуществляет разделение изотопов по энергии, что показано на рис. 1.

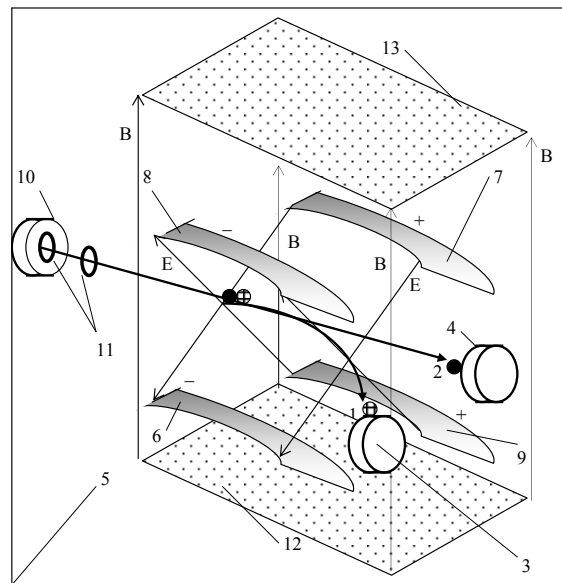


Рис.1. Схема разделения полиметаллического луча ионов на монометаллические лучи ионов электрическим барьером и постоянным магнитостатическим барьером. На схеме приняты следующие обозначения: цифрами 1 и 2 обозначены монометаллические лучи ионов; цифрами 3 и 4 – приёмники разделённых монометаллических лучей; 5 – вакуумная камера; 6, 7, 8, 9 – пластины конденсаторов; 10 – источник полиметаллического луча ионов; 11 – ускоряющие электроды; 12 и 13 – полюса магнита, в промежутке между которыми расположено большинство конструктивных элементов устройства разделения полиметаллического луча ионов на монометаллические лучи ионов.

При определённой строго выдержанной форме электрического барьера в процессе разделения бинарной смеси изотопов, например, и одновременном выполнении условия (3):

$$\frac{m_1 v_1^2}{R_E} + \sum_{i=1}^n F_{i1} - qE_R > 0 > \frac{m_2 v_2^2}{R_E} + \sum_{i=1}^n F_{i2} - qE_R, \quad (3)$$

и выполнения условия (4)

$$\sum_{i=1}^n F_{i1} = \sum_{i=1}^n F_{i2}, \quad (4)$$

ионы одного изотопа остаются на круговой орбите, а ионы другого изотопа сходят с круговой орбиты и следуют по прямолинейной траектории.

Разделение изотопов по массе осуществляется путём разделения по энергии индуцированным электростатическим барьером и разделения по импульсу постоянным магнитным полем. При строго выдержанной форме электрического барьера и выдержанной индукции магнитного поля условие исхода высокоэнергетических изотопных ионов с круговой орбиты на прямолинейную траекторию состоит в соблюдении неравенства (5):

$$\left(\frac{mv_1^2}{R_{BE}} + \sum_{i=1}^n F_{i1} \right) > (qE_R + qvB_R) > \left(\frac{mv_2^2}{R_{BE}} + \sum_{i=1}^n F_{i2} \right). \quad (5)$$

Выполнение неравенства (5) имеет место во время разделения изотопов по массе путём, схематически изображённым на рис.1. Выполнение неравенства (5) имеет место также во время разделения изотопов по массе путём, схематически изображённым на рис.2. На рис.2 показана принципиальная схема индукции магнитных барьеров, электрического поля и разделения любого числа изотопов по массе путём разделения по импульсу тремя индуцированными магнитными барьерами и разделения по энергии электрическим полем.

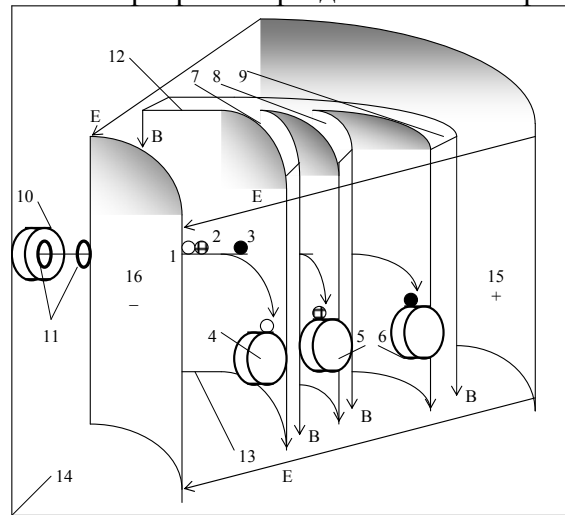


Рис.2. Схема разделения полиметаллического любого числа ионов магнитными барьерами и постоянным электрическим полем путём разделения по импульсу магнитными барьерами и разделения по энергии электрическим полем. Цифрами 1, 2, 3 обозначены монометаллические лучи разделяемых по массе ионов; 4, 5, 6 – приёмники монометаллических ионных лучей; 7, 8, 9 – магнитные барьеры для разделения изотопов по импульсу; 10 – источник изотопных ионов; 11 – ускоряющие электроды; 12 и 13 – полюса магнита, в промежутке между которыми расположены магнитные барьеры; 14 – вакуумная камера; 15 – положительный электрод и 16 – отрицательный электрод.

Особенностью оборудования и приборов для ионно-лучевой эпитаксии является возможность вывести на дуговую траекторию только ионы с низкой энергией, практически не изменяя прямолинейную траекторию высокоэнергетических ионов. Расщепление V ионных лучей, используемых для эпитаксии, при этом максимально и равно:

$$V = R_1 - R_1 \cos \alpha_1, \quad (6)$$

где α_1 – угол поворота низкоэнергетического иона по круговой орбите радиуса R_1 . Подразумевается, что угол $\alpha_1 < \pi/2$ и измеряется в радианах.

Полиметаллический поток или луч ионов можно получить также слиянием лучей от нескольких источников ионов с помощью соответствующих собирающих лучи электрофизических устройств.