

**ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЯ
С КУЛИСНЫМ МЕХАНИЗМОМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОРШНЯ**
А.А.АСАНОВ, А.Т.МУХТАРОВ, А.К.КАУКАРОВ
E.mail. ksucta@elcat.kg

Макалада жаны кыймылдаткычтар жонундо малыматтар жана поршенди ийруу мунактуу- кулистуу механизмдин негизинде кыймылга келтируучу кыймылдаткычтын тузулушу негизделген.

В статье дается обзор новых конструкций двигателей, обосновывается схема двигателя с кривошипно-кулисным механизмом преобразования движения поршня.

This article provides an overview of the new engine design, the scheme is justified engine crank-rocker mechanism converting motion of the piston.

Наряду с двигателями внутреннего сгорания с кривошипно-шатунным механизмом разрабатываются новые их конструкции. Одним из важных требований при этом является возможность отделения масляного картера от цилиндра-поршневой группы двигателя.

Одним из первых вариантов двигателей, в которых был реализован такой принцип, был двигатель С.С.Баландина, принципиальная схема которого показана на рис. 1 /1/.

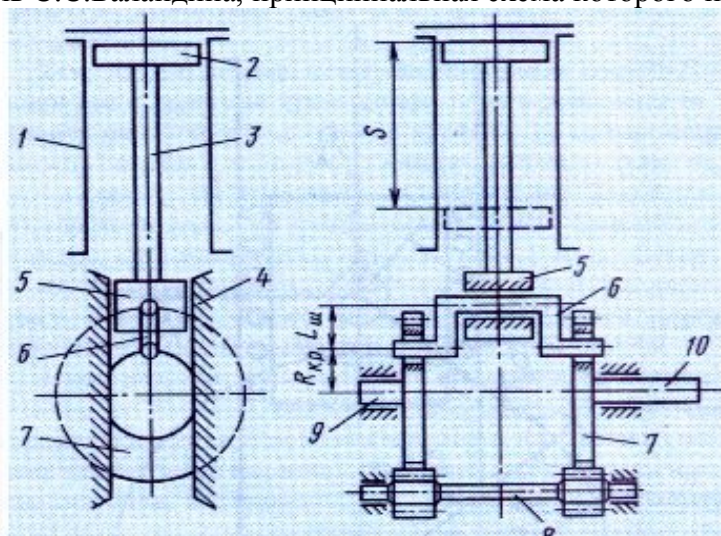


Рис. 1. Схема одноцилиндрового модуля механизма Баландина:

- 1 – цилиндр; 2 – поршень; 3 – шток поршня; 4 – направляющие; 5 – ползун (каретка); 6 – вращающийся шатун; 7 – концевые диски полу валов (щеки коленчатого вала); 8 – синхронизирующий вал; 9 – первый полу вал; 10 – второй (силовой) полу вал

Такой механизм имеет несколько специфических особенностей, которые необходимо учитывать при его реализации в конкретной конструкции двигателя. Они серийно не производятся, но отдельные конструкторы выполняют такие двигатели самостоятельно. В частности, модель опытного двигателя с механизмом С.С.Баландина выполнена А.Вулем в Украине (рис. 2) /2/.

Следующим вариантом двигателей, в которых цилиндры могут быть отделены от масляного картера, можно назвать аксиальные двигатели. В аксиальных двигателях цилиндры расположены с взаимно параллельными осями, но не в ряд, как в рядных двигателях, а по кругу вокруг основного вала двигателя, а в качестве механизма преобразования движения поршней используется наклонный диск. Поршни через штоки имеют связь с наклонным диском и при вращении диска совершают движение по синусоидальному закону.

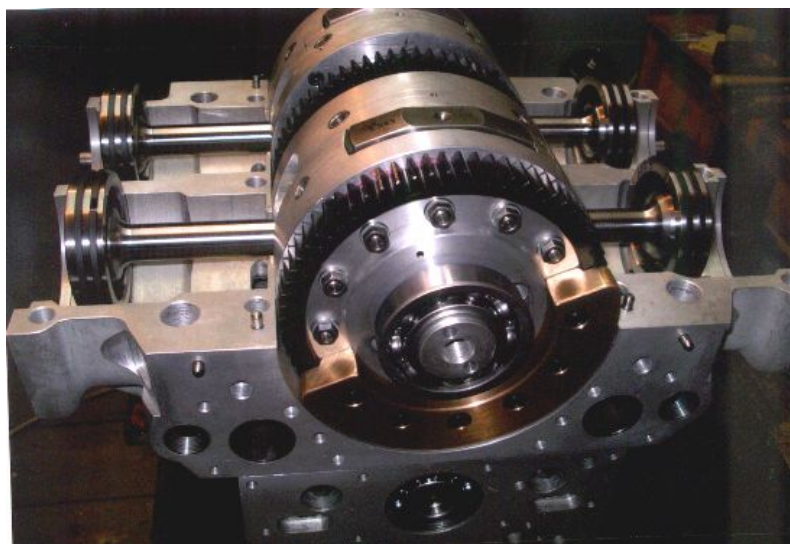


Рис. 2. Общий вид четырехцилиндрового двигателя по схеме С.С.Баландина, разработанного А. Вулем

Требованию отделения цилиндров от масляного картера удовлетворяют двигатели с кулачковыми механизмами, аксиальными и радиальными размещенными поршнями. Один из первых вариантов кулачкового механизма двигателя был предложен немецким инженером Кристиансеном в 60-70-х годах XX века (рис. 3) /3/.

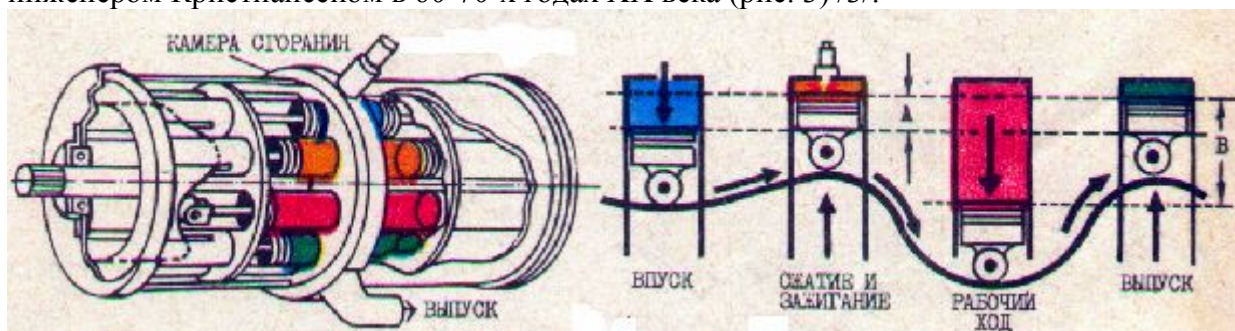


Рис. 3. Схема и диаграмма фаз аксиально-кулачкового двигателя Кристиансена с вращающимся блоком цилиндров

В двигателе Кристиансена цилиндры объединены в единый цилиндрический блок, вращающийся на валу двигателя. Верхние части цилиндров скользят по распределительному диску, в котором имеются впускной и выпускной патрубки, свеча зажигания. Патрубки и свеча – в одном комплекте на все цилиндры, так как за счет вращения блока цилиндров каждая фаза цикла в любом из цилиндров происходит только при определенном положении цилиндров. Штоки от поршней имеют ролики, которые обкатываются по кулачковой направляющей, задавая определенный ход поршня. Особенность его двигателя заключалась в том, что за счет профиля аксиального кулачка задавались различные по ходу поршня фазы работы двигателя. Сложная конструкция двигателя Кристиансена, несмотря на возможность реализовать экономичный цикл с продолженным расширением, не получила практического развития.

В схеме поршневой машины А.И.Суровцева цилиндры двойного действия (рис. 4) каждая каретка аксиального кулачка связана с двумя поршнями двух цилиндров, расположенных с разных сторон кулачкового механизма, размещенного в центре машины /4/.

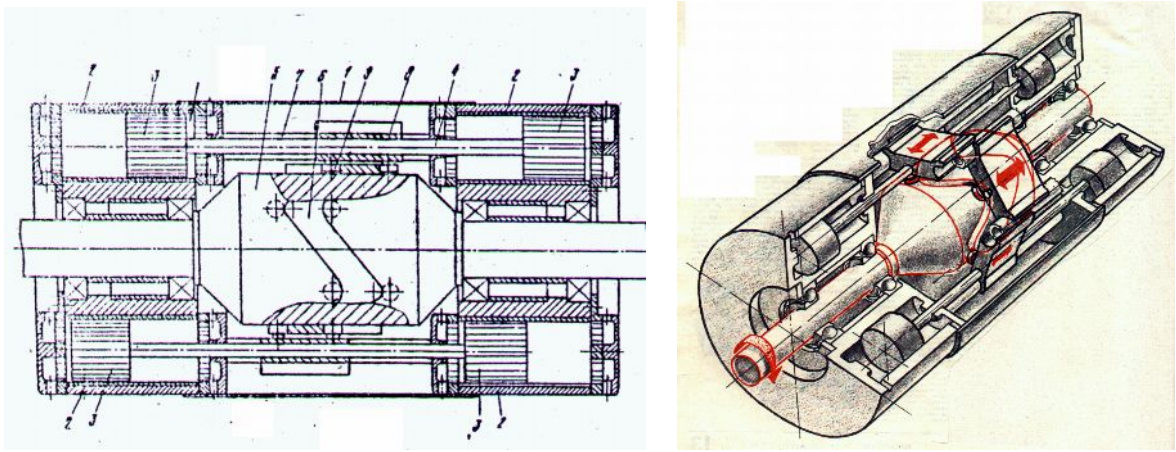


Рис. 4. Многопоршневая аксиально-кулачковая машина А.И.Суровцева

В Казахстане на Петропавловском заводе тяжелого машиностроения В.Д.Шубновым разработан, получен патент и испытан опытный образец двигателя с радиально-кулачковым механизмом преобразования движения (рис. 5). На рисунке можно видеть на левом цилиндре шток поршня, который совершает линейное движение, а на правом цилиндре – направляющие штока, которые крепятся к боковой крышке.

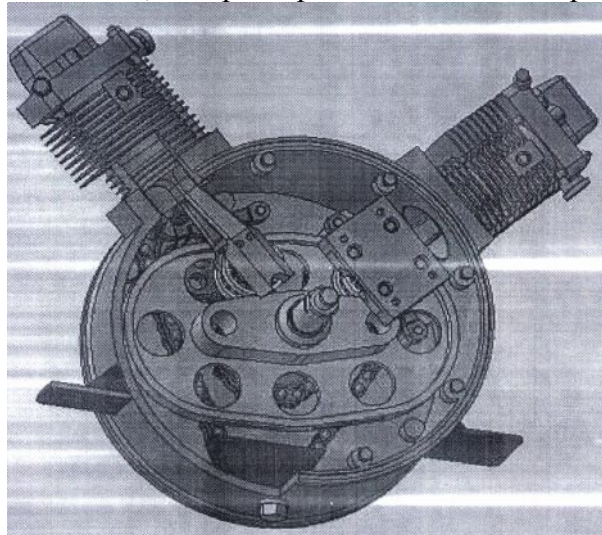


Рис. 5. Двухцилиндровый двигатель с радиально-кулачковым механизмом преобразования движения

По поводу двигателей с кулачковыми механизмами преобразования движения как аксиально-кулачкового, так и радиально-кулачкового типа можно отметить следующее. Кулачковый механизм позволяет задавать желаемый закон движения поршня, что было показано на двигателе Кристиансена. Кулачковые механизмы имеют точечный контакт ролика толкателя на штоке поршня, где могут возникать большие контактные усилия. Поэтому такие механизмы применимы только для двигателей малой мощности.

Разгрузку поршня от боковых сил решает двигатель В.И.Якущенко из Киева. Автором этой схемы выполнен опытный четырехцилиндровый двигатель. В его двигателе поршни оппозитных цилиндров связаны штоками с обоймой с круглым отверстием по оси в центральной части. Обойма по бокам имеет подвижные направляющие, скользящие по неподвижным направляющим в картере двигателя. Коленчатый вал имеет кривошип, который входит в отверстие в круглом эксцентрик, вставленном в обойму поршневых штоков, и может вращаться в этой обойме. При этом отверстие в эксцентрик имеет эксцентриситет, равный радиусу кривошипа. Конструктивная связь линейно движущейся обоймы штоков поршней с кривошипом при вращении шейки кривошипа по окружности обеспечивается вращением эксцентрика в обойме в противоположную сторону. Движение

обоймы вдоль оси цилиндров позволяет крепить к ней с двух сторон два штока оппозитно расположенных, но синхронно работающих поршней двух цилиндров.

В Донецке (Украина) Н.И.Мищенко сконструировал и исследовал несколько вариантов двигателей с двухвальным кривошипно-кулисным механизмом преобразования движения /3,4/. Двухвальный кривошипно-шатунный механизм известен еще с XVIII века. Разработанный двухвальный двигатель выполнялся бесшатунным, для чего в кулисе имелись направляющие, в которых размещались два ползуна, связанные с кривошипами на двух валах с зубчатой связью валов и вращающиеся в противоположные стороны (рис. 6).

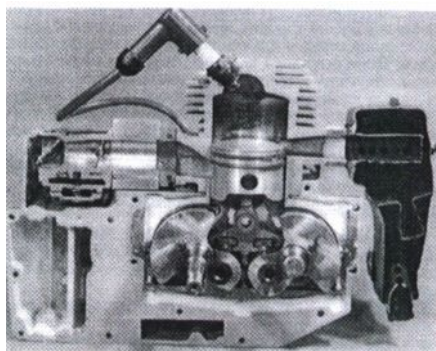


Рис. 6. Общий вид двигателя с двухвальным кривошипно-кулисным механизмом преобразования движения в разрезе

В опытах было установлено, что при имеющихся допусках в кинематических узлах такой синхронизации движения не обеспечивается. По этой причине для стабилизации кулисы были применены направляющие. Это привело к появлению избыточных кинематических связей. В целом, двухвальный кривошипно-кулисный механизм увеличивает число кинематических узлов в два раза, усложняя двигатель.

Следующим этапом развития идеи отделения цилиндра от масляного картера явилась разработка одновального кривошипно-кулисного механизма преобразования движения (рис. 7) /5/. Предложенная конструкция кривошипно-кулисного одновального механизма отличается рядом положительных свойств. В нем не увеличивается число звеньев и кинематических узлов, их число равно таковым для традиционного кривошипно-шатунного механизма.

При полном цикле преобразования движения нет неопределенностей, приводящих к неконтролируемому увеличению сил взаимодействия звеньев. Он не требует изменения конструкции коленчатого вала двигателя, а кривошипный подшипник используется стандартный, при этом механизм сокращает габариты двигателя и, главное, обеспечивает линейное движение штока поршня и позволяет отделить цилиндр от масляного картера двигателя.

Таким образом, рассмотренный обзор механизмов, которые позволяют отделить цилиндр от масляного картера, показал, что имеется ряд технических решений, позволяющих решить эту проблему. Следовательно, имеются все основания иметь в двигателе нового поколения цилиндр, полностью изолированный от масляного картера и исключая утечки газов с несгоревшим топливом. Поршень в таком цилиндре должен

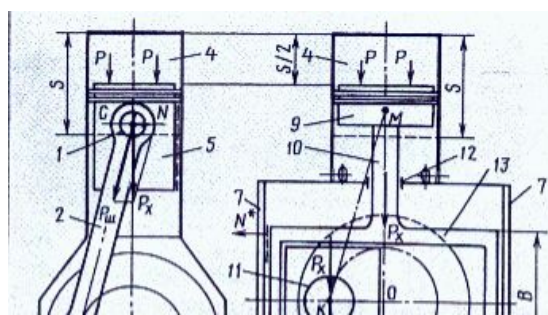


Рис. 7. Схемы традиционного кривошипно-шатунного (а) и кривошипно-кулисного механизмов (б) преобразования движения: 1 – верхний подшипник шатуна; 2 – шатун; 3 – нижний подшипник шатуна; 4 – цилиндр; 5 – поршень тронковой конструкции; 6 – щека кривошипа на коленчатом валу; 7 – направляющие кулисы; 8 – ползун кулисы; 10 – шток поршня; 11 – подшипник кривошипа в щеке коленчатого вала; 12 – уплотнение; 13 – кулиса. S – ход поршня; R – радиус кривошипа; O – ось вала двигателя; C – ось верхнего подшипника шатуна; D – ось нижнего подшипника шатуна; M – точка приложения силы на подшипник кривошипа; P – давление газов в цилиндре; P_x – сила, создаваемая давлением газов; $P_{ш}$ – сила, направленная вдоль шатуна; N – нормальная сила; Z – сила, действующая вдоль радиуса кривошипа; T – сила, создающая вращение кривошипа

иметь тарельчатую форму, толщина которого должна определяться только необходимостью установки компрессионных колец. Такой поршень соединяется с механизмом преобразования движения при помощи штока, движущегося линейно. На поршень не действует боковых (нормальных) сил, однако необходимо иметь малые потери на трение в цилиндре. Смазка жидким маслом, хотя такие схемы с подачей масла по продольному сверлению в штоке имеются, не может быть принята в соответствии с принятым выше решением – полностью исключить присутствие масла в цилиндре.

Список литературы

1. Баландин С.С. Бесшатунные двигатели внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1972. – 176 с.
2. Вуль А. Дизель по Баландину //Авиация общего назначения. – М., 2002. – № 5. С.17-20.
3. Седунов И.П. Конструктивный анализ бесшатунных двигателей Баландина и пути их совершенствования //Двигателестроение. – СПб., 1998. – № 3. – С. 40-43; 2000. – № 1. – С 39-42.
4. Поршневая машина. Авторское свидетельство СССР № 861656. 07.09.81. Автор А.И.Суровцев. Бюллетень № 33, 1981.
5. Некрасов В.Г. Механизм преобразования движения поршневого двигателя //Вестник машиностроения. – М., 2006. – С.83-86.