

Содержание

Двухтактный цикл
Карбюрация
Картер-насос и впуск
Впуск с помощью юбки поршня
Впуск через ротационный клапан
Впуск через клапанную коробку
Комбинированный впуск
Впускной патрубок
Продувка, перезапуск, выпуск
Продувка
Размер окон
Форма выпускной системы
Форма перепускных каналов
Полировка окон
Согласование пуска
Система выпуска
Камера для разрежения газов
Система переменного выпуска
Противошумные системы
Система шатунов
Поршень
Форма поршня
Сегментация
Цилиндр
Охлаждение цилиндра
Сопротивление вибрация
Сгорание топлива
Степень сжатия
Камера сгорания
Зажигание
Свеча

Руководство по картам: двигатели

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга охватывает почти 35-летний опыт занятий картингом, опыт техобслуживания и ремонта, а также подготовки двигателей картов. Автор вложил в нее все, что ему известно, без претензии на истину в последней инстанции и с уверенностью в том, что применение данных рекомендаций поможет хорошему пилоту выйти на первые места на национальном уровне.

Это четвертое издание, как и три предыдущих, по замыслу адресовано всем: и тем, кто уже знаком с технической стороной двухтактных гоночных двигателей, и тем, кто еще только познает ее, и любознательным людям, жаждущим теоретических знаний, и нетерпеливым, которые возьмутся за чтение этой книги с напильником в руке. В особенности автор надеется удержать многих новичков от совершения тех дорогостоящих ошибок, которых ему самому не всегда удавалось избежать. Если это случится, то цель автора будет вполне достигнута.

Руководство состоит из трех больших разделов:

Первый посвящен технике, применяемой в двухтактных гоночных двигателях и, в частности, в картинге.

Второй посвящен подготовке двигателей картов. Рекомендации даны в обобщенном виде и дополнены сводной таблицей, позволяющей определить, какие рекомендации применимы к различным классам.

Третий посвящен регулировке, техобслуживанию и ремонту, демонтажу, монтажу и контролю изнашивающихся деталей.

Даже если вы сгораете от нетерпения, автор рекомендует начать с изучения теоретической части, ибо ничто не просто, и все взаимосвязано. Те, кто не довольствуются применением готовых рецептов, найдут здесь такую целостную картину, которая позволит выбрать наилучший компромисс из нескольких возможных решений.

Автор старался максимально иллюстрировать эту книгу. Пользуясь случаем, он выражает здесь благодарность всем импортерам и изготовителям, которые облегчили ему задачу, предоставив материал или открыв двери своих фирм. Автор благодарит рекламных агентов, которые оказывали содействие в популяризации и показывали, что профессионализм не всегда выражается в таинственных рецептах, а скорее в хорошо выполненной работе и в увлеченности. Вы найдете полный перечень их имен в конце книги.

ДВУХТАКТНЫЙ ЦИКЛ

Чтобы хорошо усвоить принцип действия двухтактного двигателя, нужно проследить, что происходит над и под поршнем.

Рассмотрим цикл двухтактного двигателя с классическим впуском с помощью юбки поршня.

ХОД ПОРШНЯ ВВЕРХ

ПОД ПОРШНЕМ

При ходе поршня вверх в картере создается разрежение вплоть до того момента, когда юбка поршня открывает впускное окно. Тогда благодаря разрежению всасывается свежая газовая смесь, откуда и происходит название «картер-насос».

НАД ПОРШНЕМ

При ходе поршня вверх сжимается ранее поступившая в цилиндр газовая смесь. Вблизи верхней точки хода искра воспламеняет газовую смесь, давление сильно возрастает и толкает поршень вниз.

ХОД ПОРШНЯ ВНИЗ

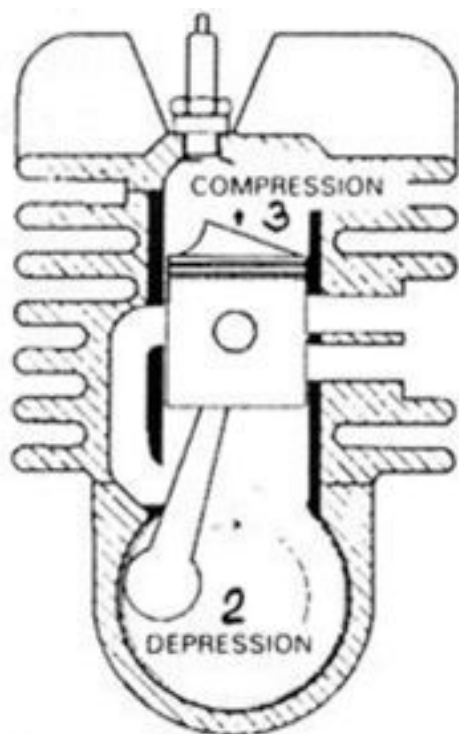
ПОД ПОРШНЕМ

После взрыва смеси поршень, опускаясь вниз, закрывает впускное окно и затем сжимает свежую газовую смесь, находящуюся в картере. Это и называется предварительным сжатием в картере.

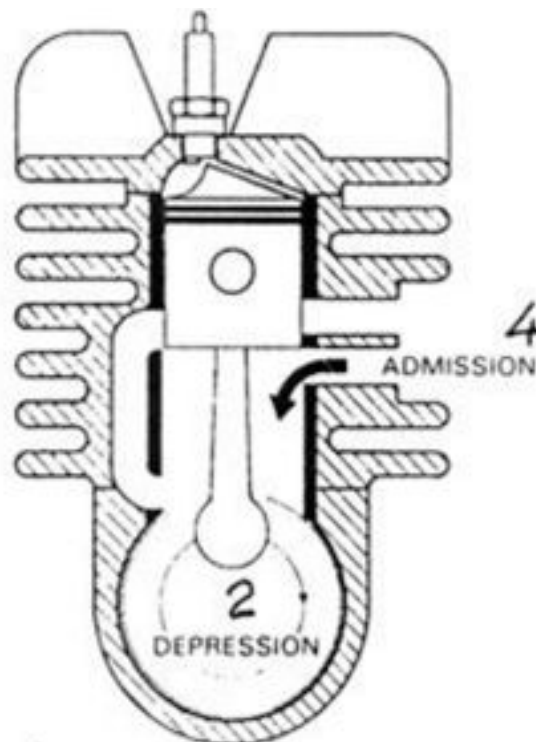
НАД ПОРШНЕМ

При ходе поршня вниз верхняя поверхность поршня, наконец, открывает выпускное окно. Сгоревшие газы, давление которых еще велико, выходят через это отверстие.

Вскоре после этого поршень открывает перепускной канал, который соединяет картер с цилиндром. Тогда свежая газовая смесь, предварительно сжатая в картере, устремляется по этому каналу в цилиндр. Она продувает камеру сгорания, выталкивая остатки сгоревших газов. Это и называется продувкой.



1 Remontée du piston .

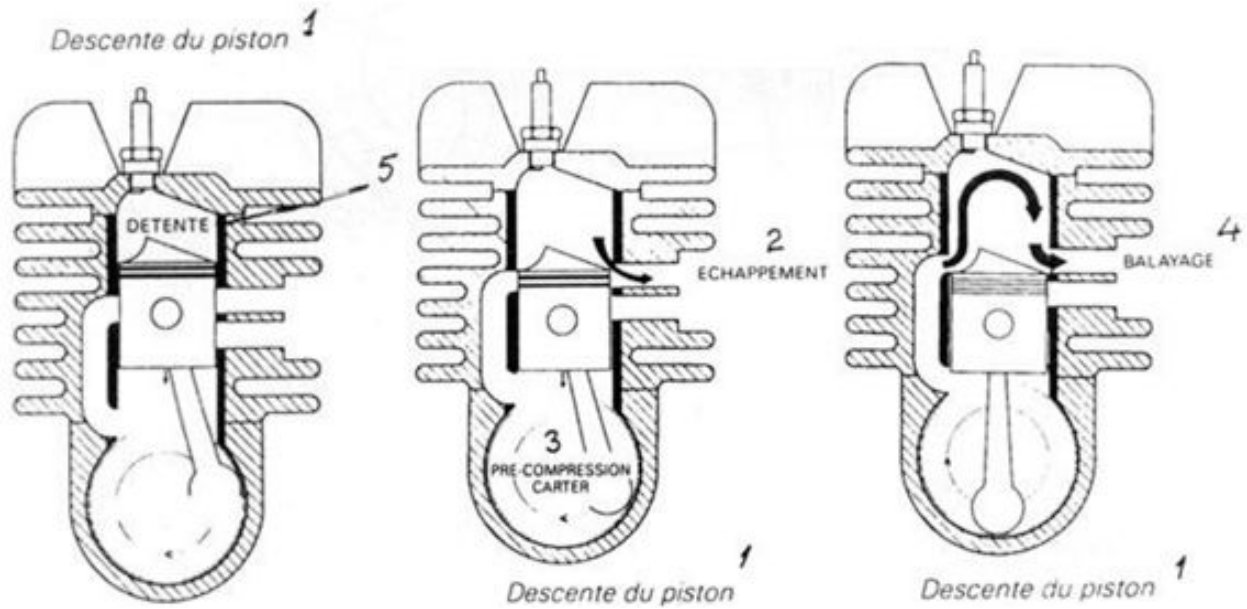


1 Remontée du piston

1 - ход поршня вверх; 2- разрежение; 3 - сжатие; 4 - впуск

И ТАК ДАЛЕЕ...

Поршень снова движется вверх, и цикл начинается заново. Когда поршень находится в высшей точке своего хода, говорят, что он находится в верхней мертвой точке (ВМТ); когда он находится в самом низу, говорят, что он находится в нижней мертвой точке (НМТ). Эти два термина будут регулярно употребляться и далее.



1 – ход поршня вниз; 2 – выпуск; 3 – предварительное сжатие в картере; 4 – продувка; 5 – расширение

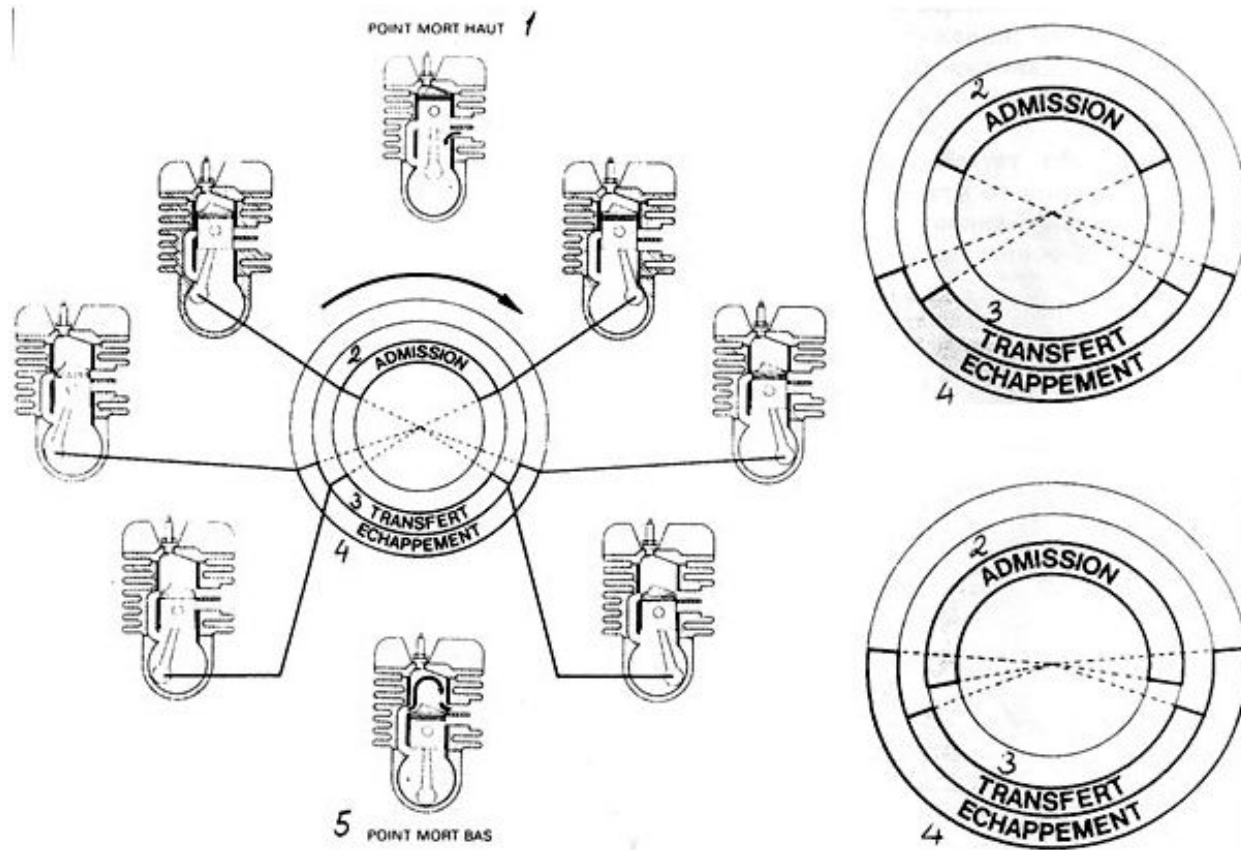
ДИАГРАММА: ВПУСК/ПЕРЕПУСК/ВЫПУСК

На нескольких concentрических кругах можно представить положение оси нижней головки шатуна при открытии и закрытии впускного, перепускного и выпускного окон. В таком случае можно отметить, при скольких градусах поворота открывается каждое окно. Эта диаграмма очень важна, так как продолжительность открытия различных окон прямо определяет рабочие характеристики двигателя. Хорошо усвойте смысл этой диаграммы, так как речь о ней будет регулярно вестись на протяжении всей книги.

На диаграмме «впуск/перепуск/выпуск» представлены, на самом деле, положения нижней головки шатуна в начале и в конце этих различных фаз.

Первая диаграмма, вверху справа, соответствует обычному двигателю с невысокими окнами и, следовательно, с незначительным угловым открытием.

Вторая, внизу справа, является диаграммой сильно форсированного гоночного двигателя. Имеется перекрытие между открытием впуска и открытием выпуска.



1 - верхняя мертвая точка; 2 - впуск; 3 - перепуск; 4 - выпуск; 5 - нижняя мертвая точка

КАРБЮРАТОР

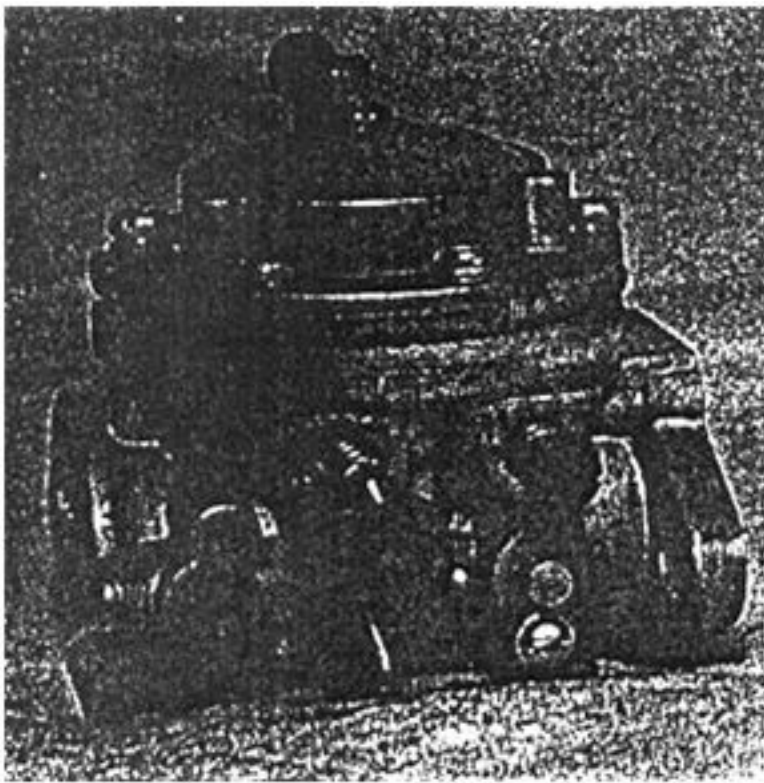
Роль карбюратора состоит в том, чтобы обеспечивать двигатель смесью воздуха и горючего, дозированной в точных пропорциях – 1 грамм горючего на 18 грамм воздуха.

Эта смесь получается путем распыления и, в отличие от ее расхода, меняющегося в зависимости от режима оборотов и нагрузки двигателя, ее дозировка должна оставаться постоянной.

Разрежение воздуха, создаваемое в трубке Вентури, делает возможным всасывание и испарение горючего. Трубка Вентури действует точно так же, как и верхняя поверхность крыла самолета: разрежение создается ускорением струй воздуха в сужении. Форма этой трубки Вентури влияет не только на величину получаемого разрежения, но и на торможение газов внутри канала.

Чтобы добиться устойчивой работы всех систем карбюратора, следует обеспечить постоянство давления подачи горючего. Это достигается, в зависимости от конкретного случая, либо с помощью системы поплавковой камеры постоянного уровня (*поплавковый карбюратор*), либо непосредственно заслонкой, тарированной на определенное давление (*диафрагменный карбюратор*).

Поплавковые карбюраторы применяются преимущественно на моделях 125 см³ с коробкой передач, а диафрагменные карбюраторы являются нормой в других классах, без коробки передач, так как их нечувствительность к вибрациям дает им явное преимущество при таком применении.



Карбюратор модели Tillotson имеет самое широкое применение. Процесс, происходящий в карбюраторе, регулируется двумя винтами. Большой винт, помеченный буквой «Н», воздействует, в основном, на режим высоких оборотов. Малый винт, неправильно называемый винтом холостого хода, воздействует на режимы средних и низких оборотов. Он помечен буквой «L».

ДИАФРАГМЕННЫЙ КАРБЮРАТОР

(типа *Tillotson*)

СИСТЕМА ПИТАНИЯ

Диафрагменный насос приводится в действие путем изменения давления в камере картера. Система гибких заслонок позволяет поступать горючему в камеру и не позволяет ему выходить оттуда обратно. Подача горючего в топливную камеру регулируется иглой, на которую опирается вилка с тарированной пружиной.

Эта система позволяет обеспечивать более или менее постоянное давление подачи смеси в топливную камеру. Объем также достаточно постоянный. Когда объем уменьшается, контакт, закрепленный на диафрагме, давит на вилку и приподнимает иглу, обеспечивая, таким образом, горючему доступ в камеру.

Хорошая работа карбюратора этого типа прямо зависит от:

- хорошего уплотнения насоса и инжектора подачи горючего
- правильной тарировки пружины, инжектора
- хорошего доступа атмосферного давления к диафрагме камеры,
- гибкости и герметичности этой диафрагмы.

ГЛАВНАЯ СИСТЕМА

Она очень проста и состоит лишь из главного топливного диффузора, расположенного справа от трубки Вентури, перед дроссельной заслонкой.

Работой этого диффузора управляет игольчатый винт, который можно регулировать во время движения.

СИСТЕМА ХОЛОСТОГО ХОДА, ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

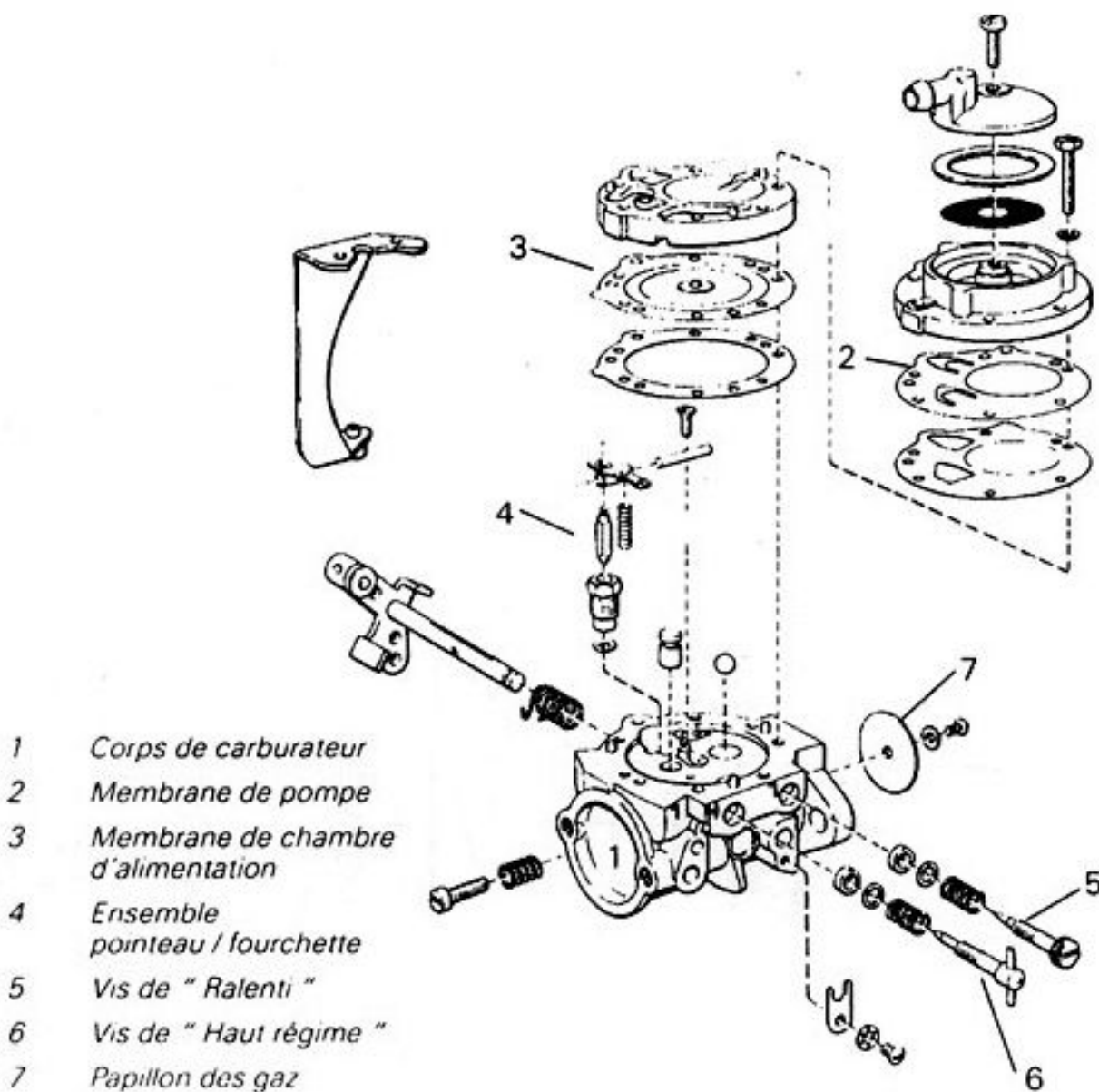
При малом открытии дроссельной газовой заслонки действует только эта система, то есть когда разрежение недостаточно для того, чтобы могла эффективно действовать главная система. В этом случае приходится эмульгировать горючее воздухом в эмульсионной камере.

Воздух поступает в эту эмульсионную камеру через малое ответвление, расположенное прямо перед дроссельной заслонкой. Подача горючего в эту камеру также регулируется игольчатым винтом.

Сама эмульсионная камера питает небольшой диффузор, расположенный позади дроссельной заслонки.

ПУСКОВАЯ СИСТЕМА

Пусковая система отсутствует. Пуск осуществляется путем закрытия впускной магистрали ладонью.



1 – корпус карбюратора; 2 – диафрагма насоса; 3 – диафрагма топливной камеры; 4 – узел «игла/вилка»; 5 – винт «холостого хода»; 6 – винт «высоких оборотов»; 7 – дроссельная заслонка

ВАРИАНТЫ

В этот карбюратор были внесены различные усовершенствования. Существующие правила, как международные, так и национальные, меняются в сторону все большего ограничения. Хотя ситуация может измениться, упомянем, тем не менее, все эти усовершенствования, будь они дозволены или нет.

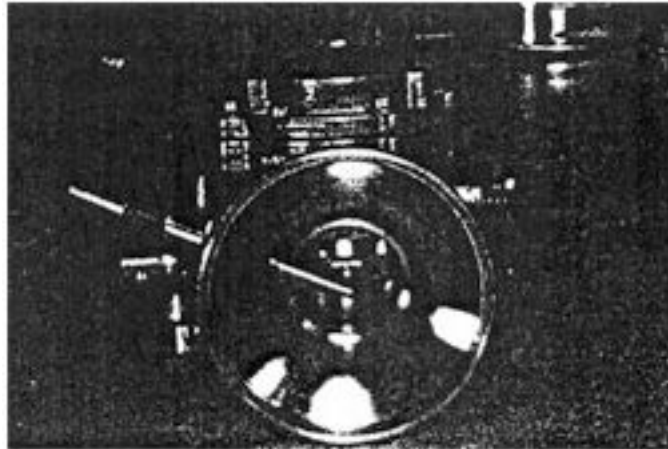
Гильотинный карбюратор: Дроссельную атмосферную (воздушную) заслонку заменяет скользящая гильотина. Таким образом, в режиме высоких оборотов канал может открываться полностью.

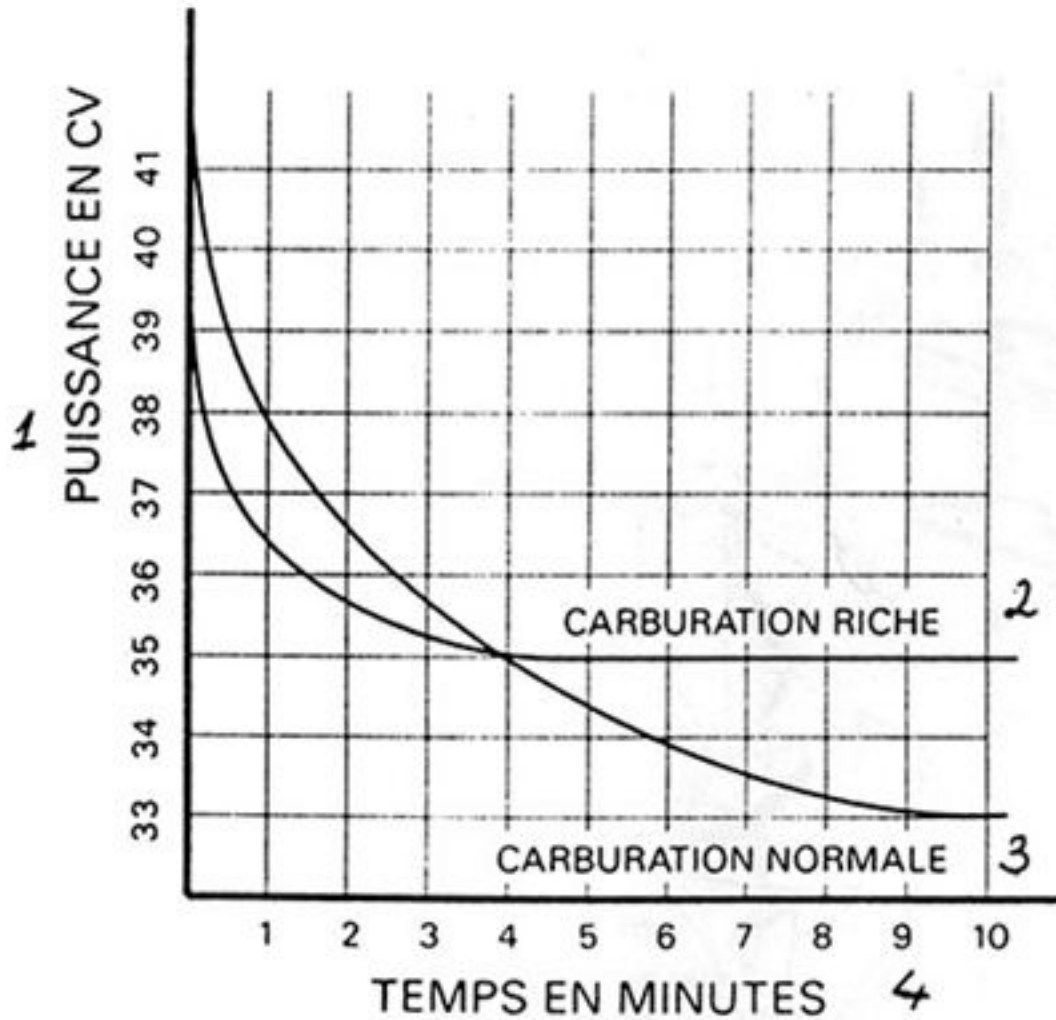
Система высоких оборотов: На входе карбюратора установлен дополнительный диффузор, часто называемый «Power-jet». В силу своего положения он эффективен только в режиме средних и высоких оборотов. Таким образом, он делает возможной более тонкую регулировку главной системы. Все же следует заметить, что этот третий диффузор значительно усложняет регулировку карбюратора.

Главная кольцевая система: Главный диффузор заменен множеством малых диффузоров, расположенных в трубке Вентури по кругу.

Двойной топливный насос: Обеспечивает более устойчивую подачу топлива в камеру.

Двойная топливная камера: Позволяет изменять давление подачи в главной системе и в обогатительной системе.





Вверху слева: Карбюратор модели KiltFA, оборудованный устройством Power-jet.

Вверху справа: Вид трубки Вентури с кольцевым диффузором.

Внизу: Этот график показывает выгоду изменения карбюрации во время гонки.

Сначала смесь должна быть бедной, затем ее нужно обогатить для сохранения максимальной мощности до конца гонки.

1 – мощность, л.с.; 2 – богатая смесь; 3 – нормальная смесь; 4 – время, мин.

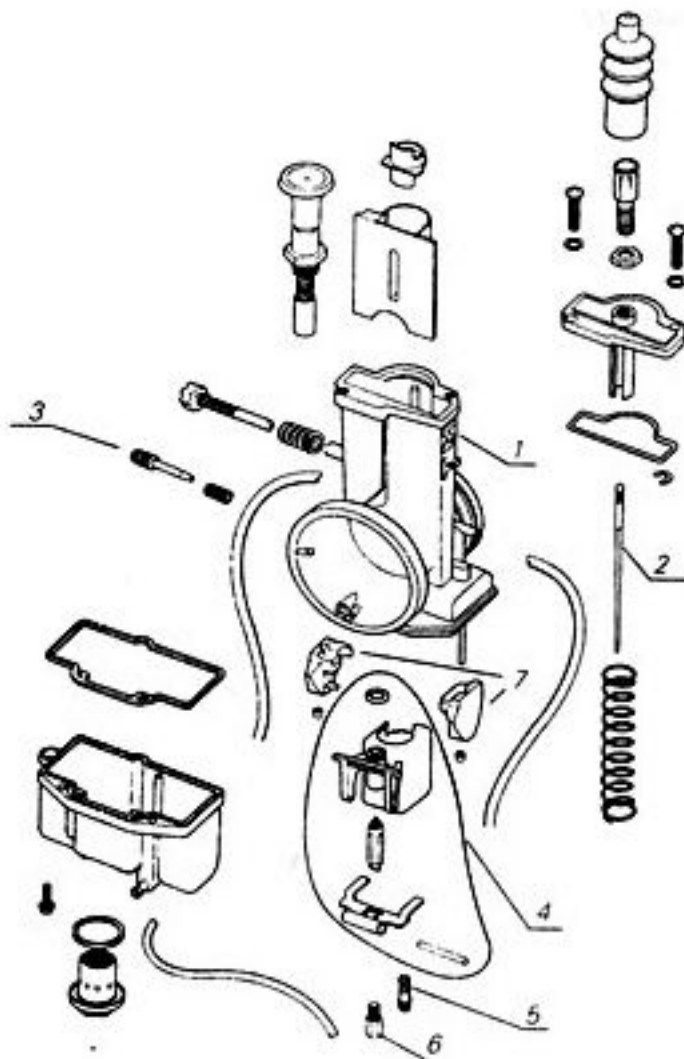
ПОПЛАВКОВЫЙ КАРБЮРАТОР

СИСТЕМА ПИТАНИЯ

Эксцентриковый или вакуумный насос подает горючее в камеру постоянного уровня, которая обеспечивает стабильность питания карбюратора.

ГЛАВНАЯ СИСТЕМА

Главный жиклер регулирует поступление горючего в колодец иглы, где оно эмульсируется с помощью воздушного жиклера. Далее расход предварительно эмульсированной смеси регулируется иглой, жестко скрепленной с хвостовиком. Так как и игла, и колодец имеют коническую форму, расход возрастает по мере поднятия хвостовика.



1 – корпус карбюратора; 2 – игла; 3 – воздушный винт холостого хода; 4 – узел «игла – вилка»; 5 – жиклер холостого хода; 6 – главный жиклер; 7 – поплавки

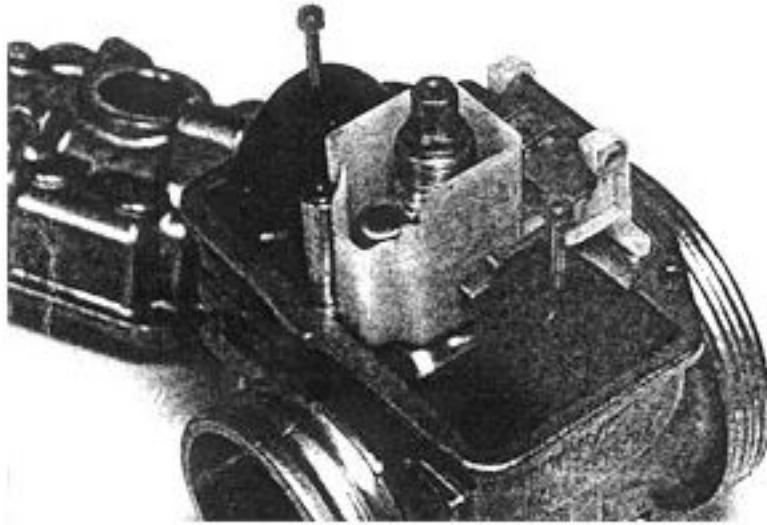
СИСТЕМА ХОЛОСТОГО ХОДА

Она питается горючим с помощью жиклера холостого хода и воздухом через систему, начинающуюся перед хвостовиком. Сама воздушная система регулируется воздушным винтом, который позволяет обеднять смесь, когда его выворачивают, и наоборот. (Внимание: винт холостого хода на некоторых моделях – это не воздушный винт, а винт подачи горючего. В этом случае смесь обедняется, когда его заворачивают, и наоборот.)

ПУСКОВАЯ СИСТЕМА

Это может быть либо простая система закрытия поступления воздуха, либо настоящая пусковая система, состоящая из жиклера и воздушного отверстия, которые направляют за хвостовик богатую смесь, необходимую для работы непрогретого двигателя.

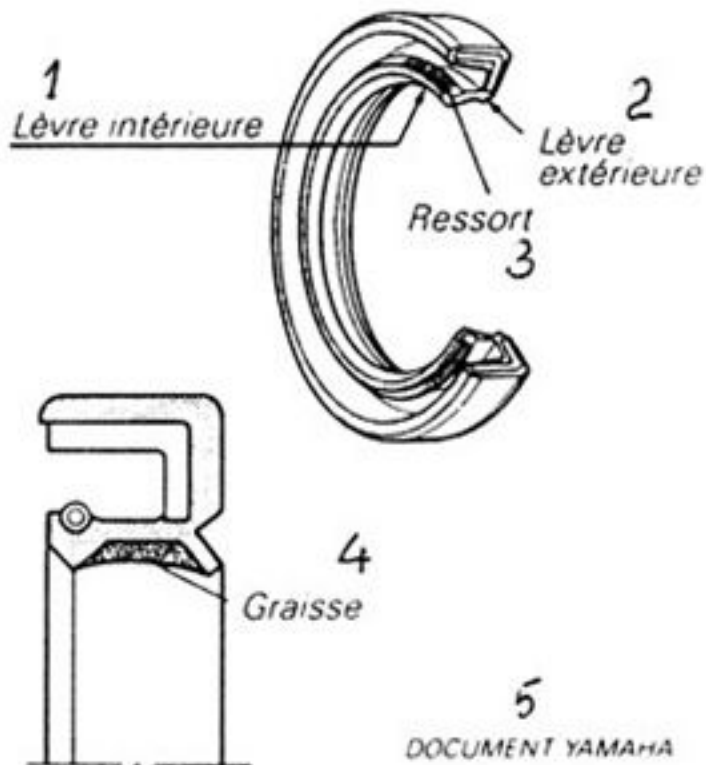
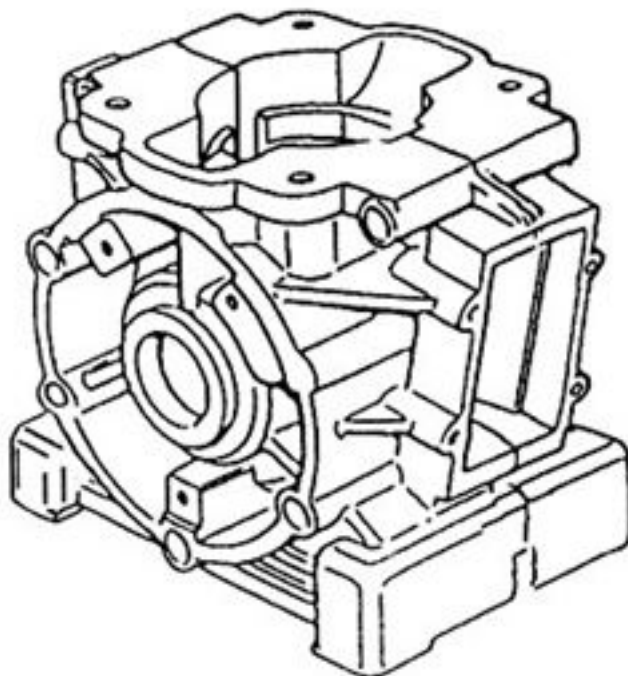
Применение этой системы на карте приводит в девяти случаях из десяти к заливу свечей, и употребление ее следует исключить. Идеальным было бы даже устранение управления этой системой, чтобы избежать ее случайного срабатывания.



В поплавковых карбюраторах смесь регулируется жиклерами главной системы и системы холостого хода, как в случае этого карбюратора модели Mikuni.

КАРТЕР-НАСОС

Картер действует как насос, всасывающий свежую топливную смесь при ходе поршня вверх, и толкает ее в перепускные каналы при ходе вниз.



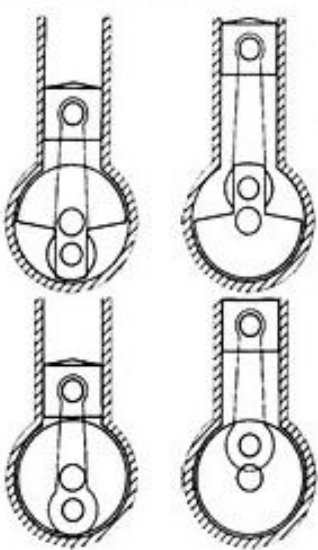
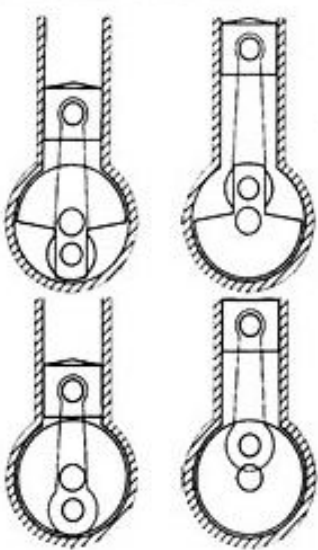
Эскиз пружинного уплотнительного кольца с двойной кромкой. При монтаже не забудьте смазать солидолом поверхность между двумя кромками, чтобы обеспечить его долговечность.
 1 – внутренняя кромка; 2 – наружная кромка; 3 – пружина; 4 – солидол; 5 – документ фирмы YAMAHA

Так как развиваемая двигателем мощность прямо зависит от количества поданной в цилиндр смеси, на двухтактном гоночном двигателе конструкторы стремятся добиться особой эффективности насоса.

Герметичность картера должна быть очень хорошей, что в наше время уже не вызывает никаких проблем, если речь не идет о долговечности пружинных уплотнительных колец в высокооборотных двигателях. Пружинные уплотнительные кольца с двойной кромкой повышают долговечность. Модели с кромками из витона отличаются особой прочностью.

Минимальный объем картер имеет в нижней мертвой точке. Этот объем называется мертвым объемом. Его следует выбирать разумно, то есть в большинстве случаев он должен быть минимальным. Последнее соображение заслуживает более подробного рассмотрения. При одном и том же рабочем объеме, чем меньше будет мертвый объем картера, тем больше будут, сначала, разрежение, затем – предварительное сжатие в картере, как показывает следующая диаграмма.

Страница 11 - 11 из 78

<u>ДАВЛЕНИЕ В КАРТЕРЕ</u>		
	<p><i>Рабочий объем</i> <i>Мертвый объем</i> <i>Впуск</i> <i>Предварительное сжатие</i></p>	<p><i>100 см³</i> <i>400 см³</i> <i>- 0,20 бар</i> <i>+0,25 бар</i></p>
	<p><i>Рабочий объем</i> <i>Мертвый объем</i> <i>Впуск</i> <i>Предварительное сжатие</i></p>	<p><i>100 см³</i> <i>200 см³</i> <i>- 0,28 бар</i> <i>+0,40 бар</i></p>

На самом деле, эти величины не соответствуют действительности, так как они не учитывают открытие окон на части хода поршня. Статическое рассмотрение не учитывает также инерцию газов во впускном канале и в перепускных каналах. Это не умаляет того факта, что уменьшение мертвого объема картера увеличивает значения давления и разрежения.

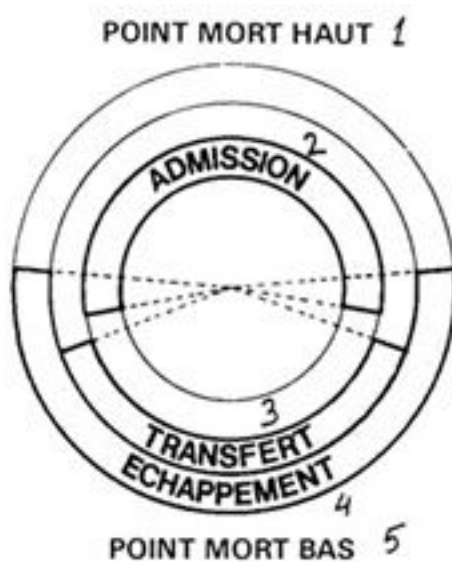
Выгода от сильного разрежения и предварительного сжатия в картере различна в зависимости от режима оборотов двигателя. Понять это нам поможет пример двух случаев.

Если двигатель работает очень медленно (обороты почти нулевые), время для поступления свежей газовой смеси в цилиндр очень велико, скорость газов очень мала, и их инерция в расчет не входит. В этом случае, каков бы ни был объем картера, перемещение поршня в двигателе 100 см^3 соответствует объему поступившей газовой смеси, равному 100 см^3 , и на степень предварительного сжатия в картере не оказывает никакого влияния.

Если, напротив, двигатель работает очень быстро, времени для поступления газовой смеси очень мало. Следовательно, чтобы подать смесь в картер, ее нужно очень быстро ускорить, и тогда уже нельзя пренебрегать ее инерцией. Тогда становится особенно выгодно иметь сильное разрежение в картере, которое сильнее всасывало бы газовую смесь и обеспечивало бы быстрое ускорение газового столба во впускном канале.

Следовательно, выгода от повышенной степени предварительного сжатия в картере возрастает с увеличением рабочих оборотов двигателя. Тем не менее, предыдущий пример дает повод полагать, что увеличение этой степени может только полезным или, в худшем случае, бесполезным.

Страница 12 - 12 из 78



1 – верхняя мертвая точка; 2 – впуск; 3 – перепуск; 4 – выпуск; 5 – нижняя мертвая точка
В действительности, для какого-либо данного двигателя существует значение, которое не следует превышать. Это следует из рассмотрения диаграммы распределения.

При ходе поршня вниз впуск остается открытым в течение некоторого реального времени (на данной схеме: 65° после верхней мертвой точки). При этом высокая степень предварительного сжатия в картере, позволяющая более сильное разрежение при ходе поршня вверх, выражается также в более сильном предварительном сжатии при его ходе вниз. Так как в начале хода вниз впуск еще открыт, а перепускные каналы еще не открыты, это вызовет обратный выброс свежей газовой смеси через впускной канал. Разумеется, это плохо.

В режиме высоких оборотов инерция газов, ускоренных на впуске ходом поршня вверх, достаточна для преодоления максимального повышения давления в картере в начале хода вниз. Но в режиме низких оборотов эта инерция слишком слаба для достаточно сильного противодействия обратному выбросу свежей газовой смеси через впускной канал, в результате чего и происходят обратные вспышки в карбюраторе сильно форсированных двигателей.

Следовательно, для любого данного двигателя существует идеальная степень предварительного сжатия в картере, которая зависит, как мы увидим в дальнейшем, в основном, от оптимального для его эксплуатации режима минимальных оборотов, от угла открытия на диаграмме впуска и от многих других факторов. Кроме того, в двигателях с впуском через пластинчатые клапана, в которых обратный выброс практически равен нулю, степень предварительного сжатия в картере, в принципе, может быть максимальной.

Какова бы ни была система впуска, конструкторы высокоэффективных двухтактных двигателей стремятся снизить мертвый объем картера:

- путем применения круговых маховиков малого диаметра на коленчатом валу,
- за счет максимального уменьшения промежутка между двумя маховиками,
- за счет применения коротких шатунов, почти вплоть до касания поршнем маховиков коленчатого вала в нижней мертвой точке,
- с помощью деталей-наполнителей в случае необходимости.

Страница 13 - 13 из 78

Заметим, кстати, что в самых современных двигателях наблюдается возврат назад в этой области, так как был найден наилучший компромисс «наполнения\балансировки» при более длинных шатунах (100 мм вместо 96) и при более крупных и широких коленчатых валах (46 мм шириной вместо 42 и 90 мм диаметром вместо 86).

Для этих модификации характерно увеличение мощности в режиме средних оборотов, что наиболее выгодно для двигателя без коробки передач.

На некоторых готовых двигателях 125 см³ конструкторы смело идут на легкое снижение предварительного сжатия в картере, делая фаску на наружной стороне маховиков коленчатого вала. Эта фаска предназначена для ограничения трения между коленчатым валом и маслом, скапливающимся на дне картера.

ВПУСК

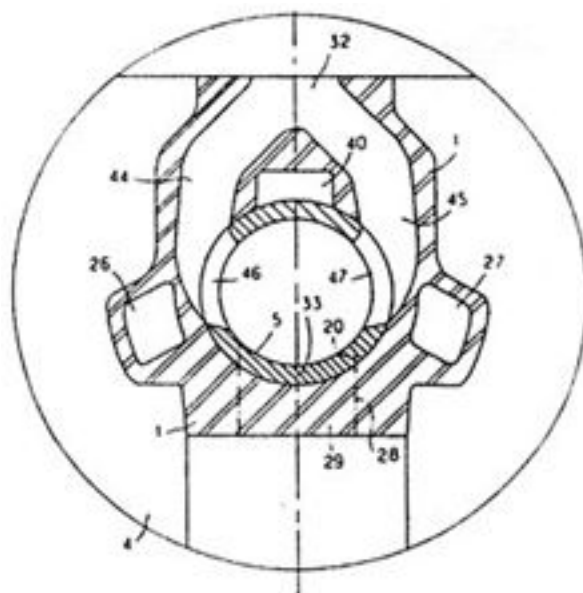
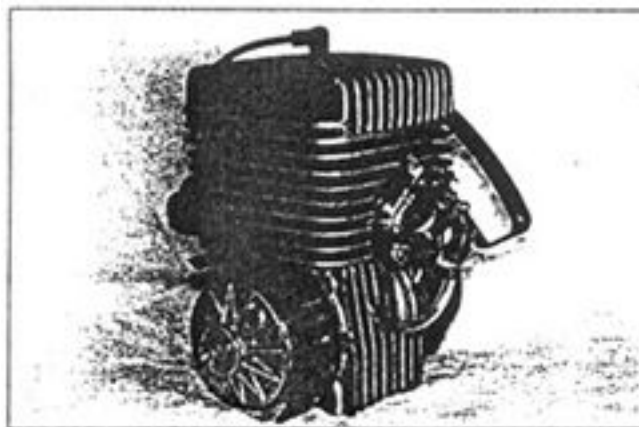
На двигателях картов применяются три различные системы впуска в зависимости от категорий:

- Впуск с помощью юбки поршня,
- Впуск через ротационный клапан,
- Впуск через пластинчатые клапана.

ВПУСК С ПОМОЩЬЮ ЮБКИ ПОРШНЯ

Эта система обязательна в категориях Minime, Cadet и Junior. Впуском здесь управляет окно, открываемое поршнем при ходе вверх. В этот момент разрежение в картере всасывает свежую газовую смесь. Когда поршень опускается обратно вниз, благодаря инерции газы продолжают поступать до тех пор, пока не закроется впускное окно.

Этот тип впуска имеет своим преимуществом большую простоту исполнения, но при этом диаграмма впуска короче той, которая была бы желательна для достаточного наполнения картера. Это обусловлено тем, что диаграмма впуска непременно симметрична относительно ВМТ. Если, в целях хорошего наполнения в режиме высоких оборотов, вы стремитесь к более раннему открытию впускного окна, оно будет настолько же позже закрываться, и тогда инерции газов уже будет недостаточно для преодоления повышения давления в картере при ходе поршня вниз, особенно, в режиме низких оборотов.

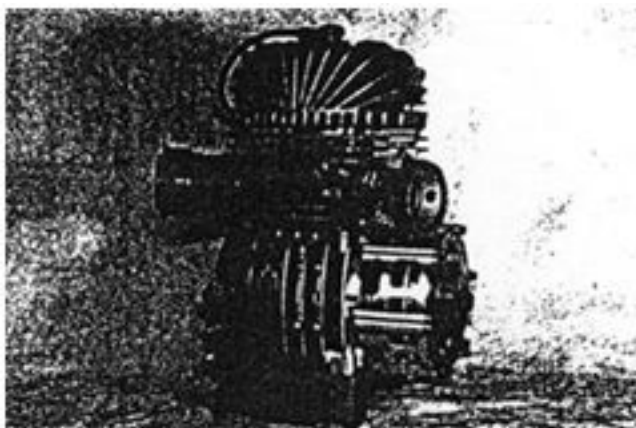


Выше справа: На двигателях RKD "FF89" разветвленный впуск позволял сохранить третий перепускной канал, несмотря на наличие впуска в цилиндр.

В случае впуска с помощью юбки, в большей степени, чем для любой другой системы, диаграмма впуска является делом компромисса, и для получения приличной мощности придется смириться с обратными выбросами в режиме низких оборотов. Плохая работа системы впуска в режиме низких оборотов объясняет, кстати, затрудненный запуск этих двигателей по сравнению с двигателями других категорий.

Другим неудобством является положение впускного окна, так как его положение в цилиндре не позволяет поместить третий перепускной канал достаточных размеров. Конструкторы преодолевают это неудобство продувкой по 4 перепускным каналам.

И, наконец, стоит сделать последнее замечание. Так как свежая газовая смесь поступает не прямо на нижнюю головку шатуна, она получает меньше смазки, чем в других системах, и поэтому опасность заклинивания нижней головки шатуна высока. Это неудобство можно преодолеть, направив впускной канал в цилиндре вниз, что дает дополнительное преимущество – улучшается конфигурация в положении частичного открытия.



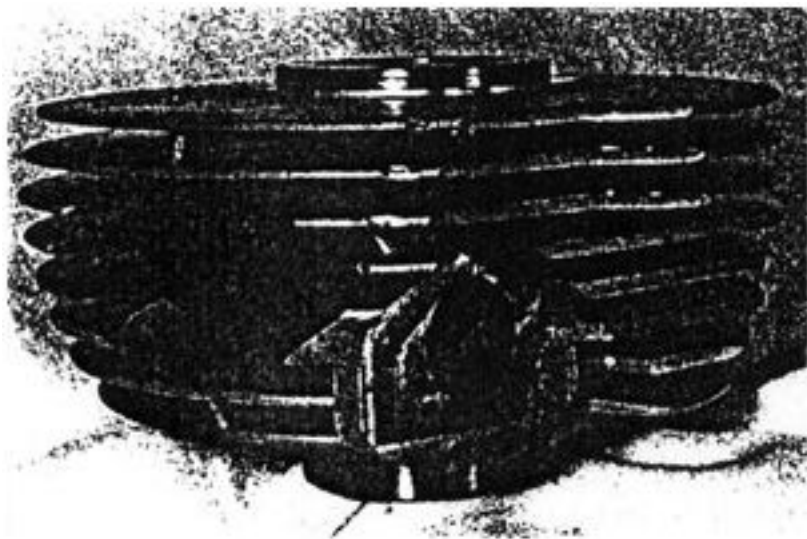
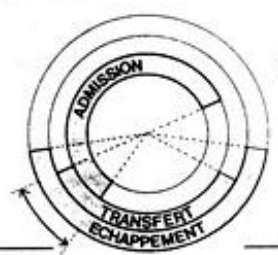
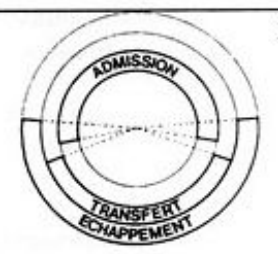
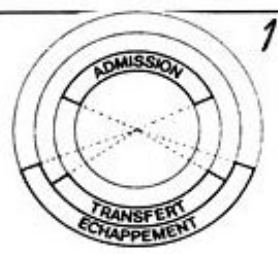
Верхний рисунок, слева: внутренняя часть цилиндра FF89. Хорошо виден третий перепускной канал и два выпускных окна, расположенные между верхом и низом главных перепускных каналов.

Верхний рисунок, справа: фирма PCR некоторое время использовала на своем двигателе "Junior" одну особенность – впускной канал под выпускным каналом, – чтобы сохранить третий перепускной канал таких же размеров, как и на двигателях с клапанами или с пластинчатыми клапанами.

1 – Диаграмма малого раскрытия для обычного двигателя с невысокими окнами.

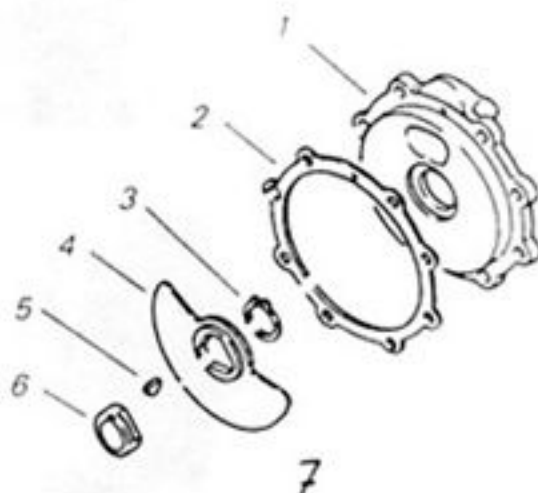
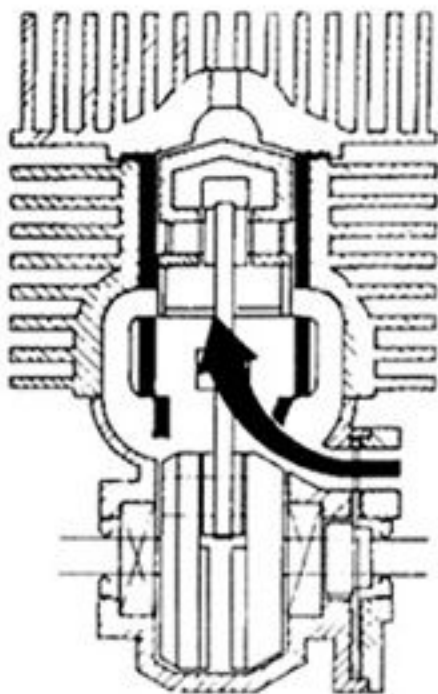
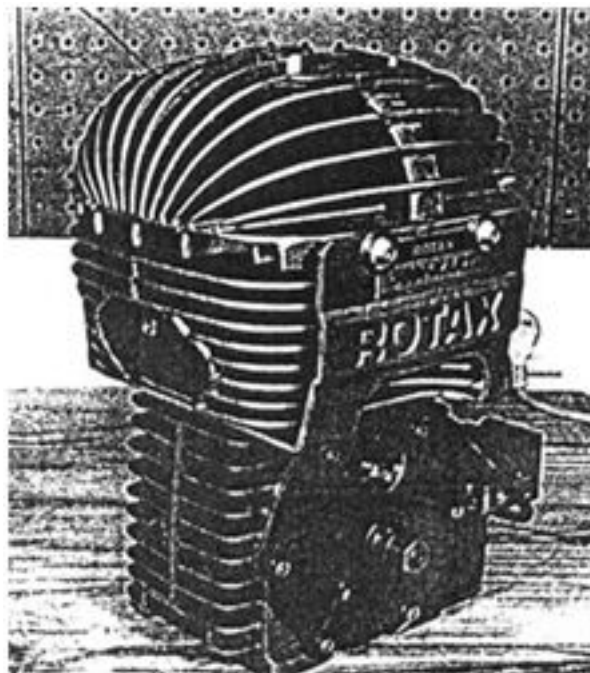
2 – Диаграмма двигателя 125 см³ с комбинированным впуском "юбка/пластинчатые клапана", подготовленного для соревнований.

3- Диаграмма двигателя 125 см³ с впуском через ротационный клапан. Впуск открывается и закрывается раньше, чем в вышеупомянутых моделях. Для достижения максимальных результатов в эксплуатации перекрытие трех диаграмм впуска/перепуска/выпуска требует хорошего согласования резонатора.



ВПУСК ЧЕРЕЗ РОТАЦИОННЫЙ КЛАПАН

В настоящее время эта система впуска применяется в машинах Формулы А, Супер А и в Формулы С.



1 – корпус клапана; 2 – уплотнительная прокладка; 3 – пружинное стопорное кольцо; 4 – ротационный клапан; 5 – шпонка; 6 – ступица клапана; 7 – документ фирмы YAMAHA

Впуском управляет усеченный диск, жестко закрепленный на коленчатом валу. Положение диска выбрано так, чтобы получить асимметричную диаграмму, в соответствии с которой впуск открывается раньше и не вызывает запаздывания при закрытии.

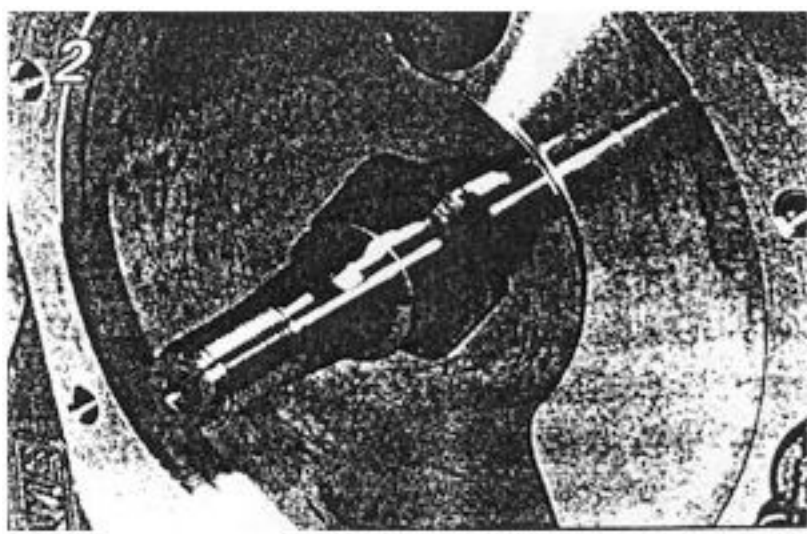
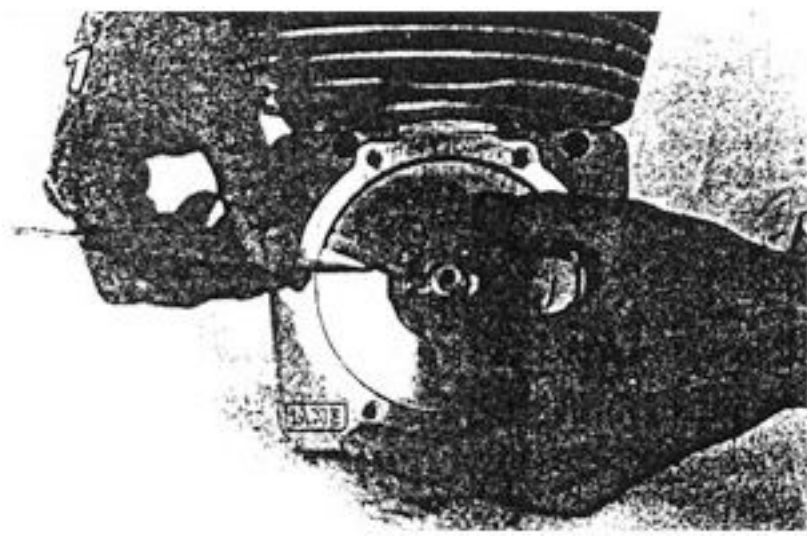
Для разработки ротационного распределителя использовались различные методы. На малых двигателях малых моделей все еще широко применяется полый коленчатый вал. На мотовелосипедах используется другая система, в которой один из маховиков коленчатого вала имеет выточку и играет роль распределителя. Оба этих метода не позволяют добиться хороших результатов, так как форма и размеры каналов не очень благоприятны для хорошего прохождения газовой смеси.

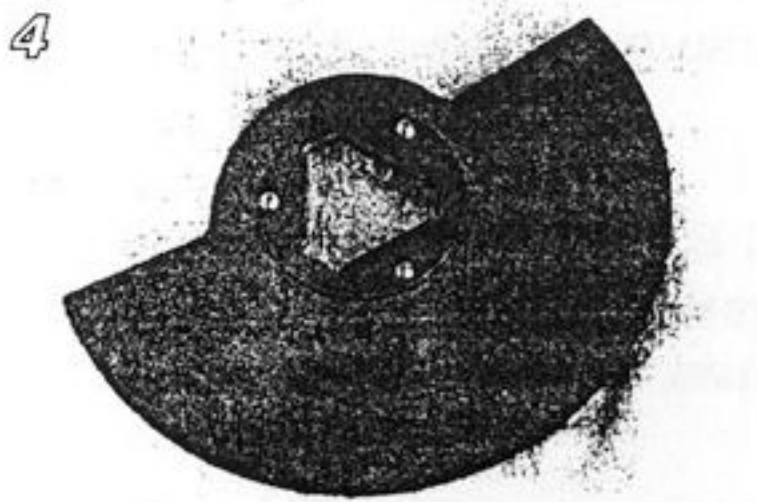
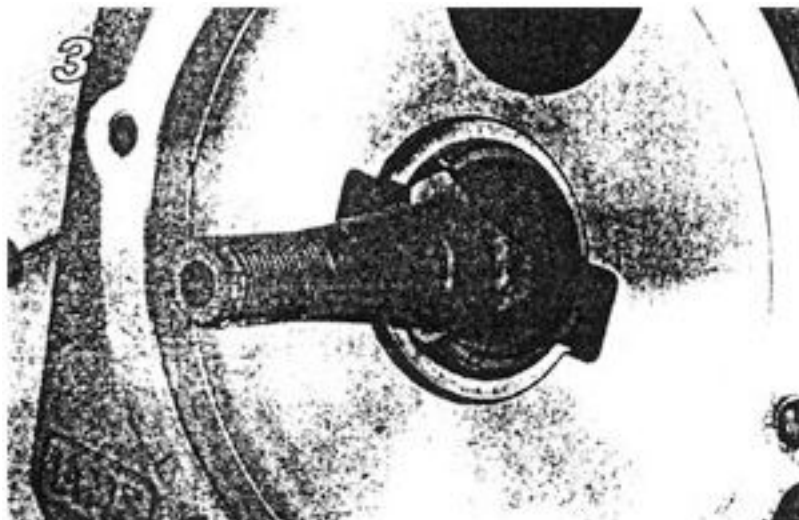
Для картов используется только один тип распределителя – ротационный.

По сравнению с вышеупомянутыми системами тонкий диск обладает тем преимуществом, что позволяет создать канал, обладающий благоприятным сечением, простой формой и благоприятным направлением. Простой заменой ротационного клапана можно легко изменять моменты открытия и закрытия впуска. Таким образом, становится легко проводить испытания и фиксировать опытные наилучшие значения для данного двигателя.

Страница 16 - 16 из 78

Благодаря более раннему открытию длительность впуска у ротационно-клапанного двигателя велика – от 175° до 270° вместо 170° для классического впуска. При прочих равных условиях этот более длительный впуск позволяет применить карбюратор меньших размеров. Благодаря этому обратный выброс в режиме низких оборотов значительно уменьшается, приемистость улучшается, расход горючего снижается, и легче регулируется карбюрация.





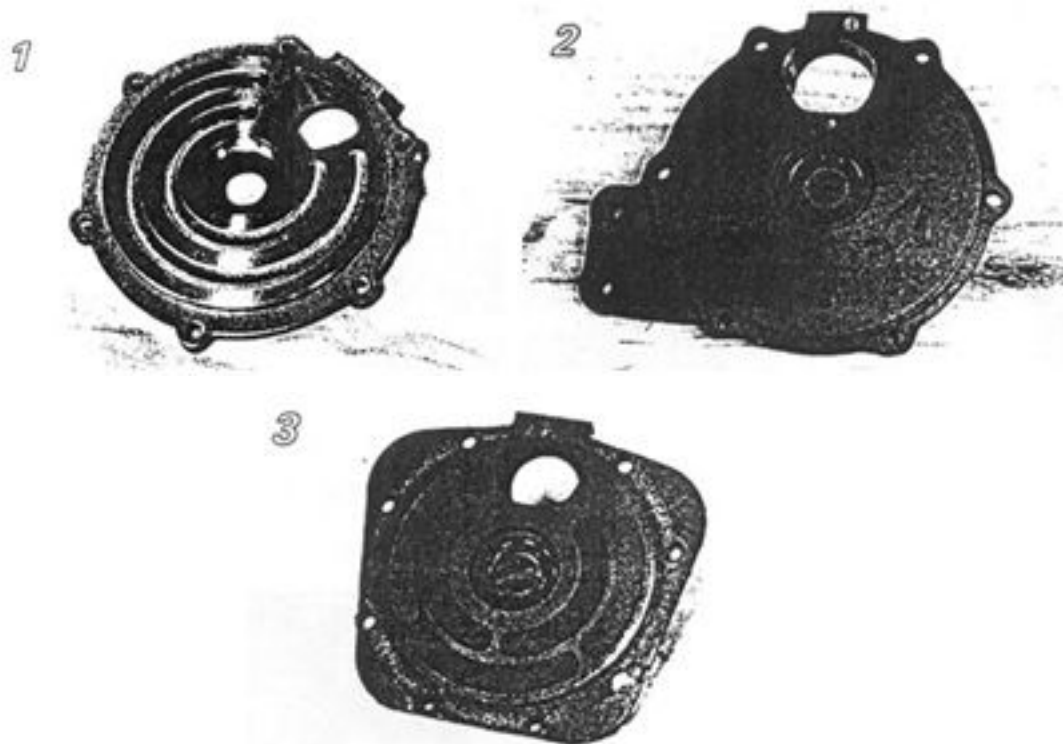
1 – Прежде чем демонтировать клапан, следует пометить его положение.

2 – На этой модели ParillaTT 37 Claver ступица клапана, пружинное стопорное кольцо и клапан из калиброванного листа предоставлены в классическом варианте.

3 – На этой модели ParillaTT 36 ступица клапана выточена прямо на коленчатом валу, чтобы уменьшить ненужные зазоры.

4 – Клапан той же модели TT 36 усилен в центральной части.

Главное преимущество этого асимметричного распределения проявляется в режиме низких и средних оборотов. В самом деле, на низких оборотах инерция газов играет незначительную роль, и желательно закрывать впуск немного после прохождения мертвой точки. В режиме высоких оборотов, наоборот, благодаря инерции газы продолжают поступать в картер в течение долгого времени после ВМТ, и асимметрия впуска уже не является определяющим преимуществом.



1 – На этой модели *ITALSISTEM* канавки в крышке клапана предназначены для снижения потерь на трение.

2 – На этой модели *ROTAX* крышка клапана имеет антифрикционное покрытие.

3 – На этой модели *PARILLATT 37* применены оба метода.

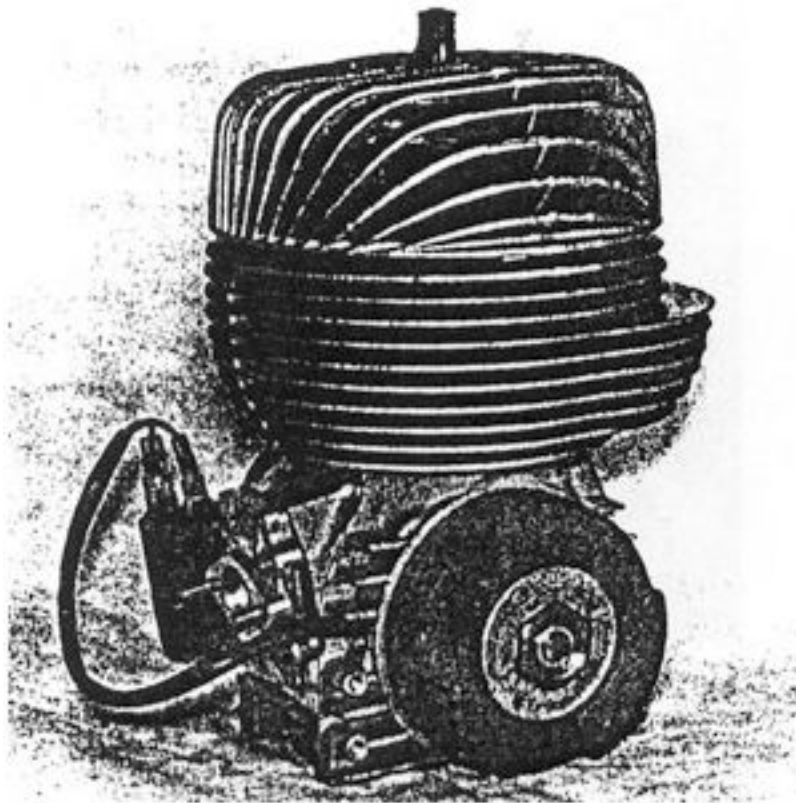
Даже в этом случае ротационный распределитель представляет интерес. В основном, это обусловлено более благоприятным положением впускного канала. Цилиндр освобожден от впуска и лучше направляет поршень, позволяет поместить напротив выпускного окна третий перепускной канал, который улучшает продувку.

Кроме того, газы имеют более благоприятную траекторию, проходя прямо под днище поршня. Попутно они омывают также верхнюю головку шатуна, улучшая ее смазку. Это является важным преимуществом для двигателей, которые работают в режиме высоких оборотов и у которых кривошипно-шатунный механизм очень нагружен.

На картах 100 см³, где необходим очень широкий диапазон рабочих режимов, ротационный распределитель дает решающее преимущество по сравнению с распределением с помощью юбки поршня.

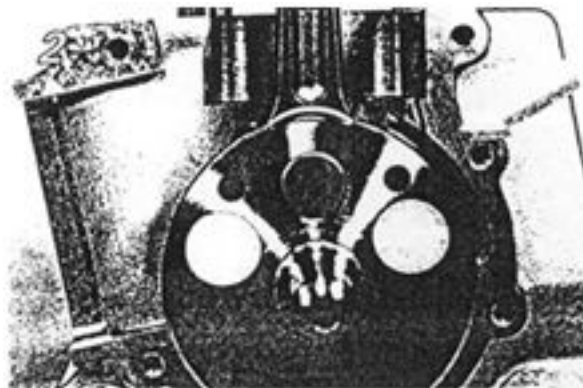
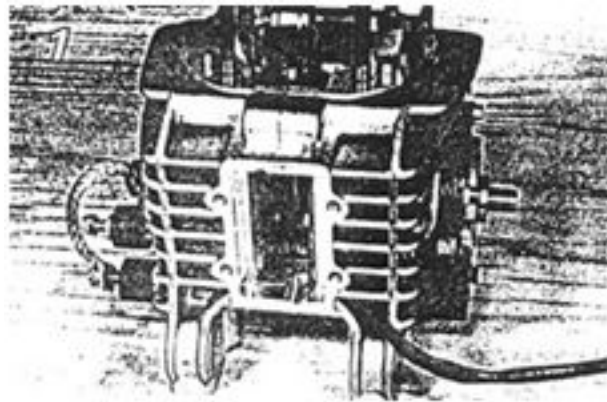
ВПУСК ЧЕРЕЗ КЛАПАННУЮ КОРОБКУ

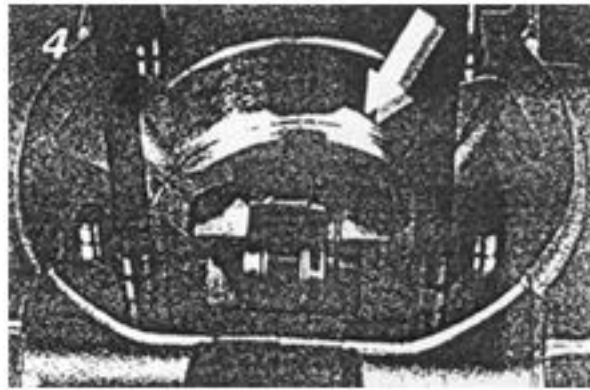
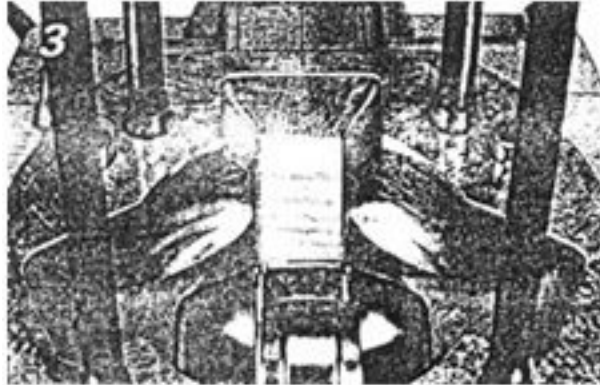
Эта система наиболее широко применяется в национальных категориях.



Руководство по картам: двигатели

Впуском управляет система упругих пластинчатых клапанов, расположенных так, что они пропускают свежие газы в картер, не позволяя им выходить обратно. Пластинчатые клапана открываются под действием разрежения в картере и закрываются, когда инерции газового столба уже недостаточно, чтобы преодолеть и их упругость, и повышение давления в картере.





На четырех фото предоставлена модель ParillaReed-jet.

1 – Клапанная коробка имеет классическое вертикальное расположение

2 – Обратите внимание на фрезерованный вырез на задней стороне картера. По нему направляются вверх газы, проходящие между двумя щеками коленчатого вала.

3 – На этом двигателе, омологированном в 1998 году, соединение коробки с третьим перепускным каналом намного качественнее, чем на двигателях предыдущего поколения.

4 – Другой вид на задний вырез, который направляет газы вверх.

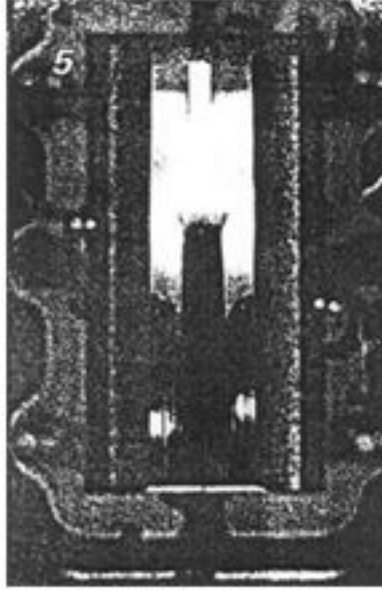
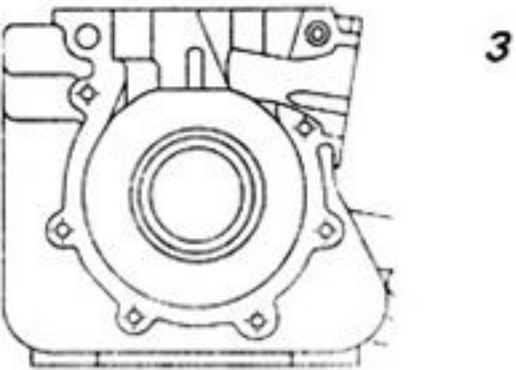
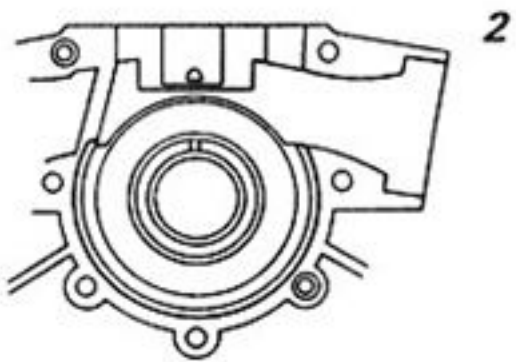
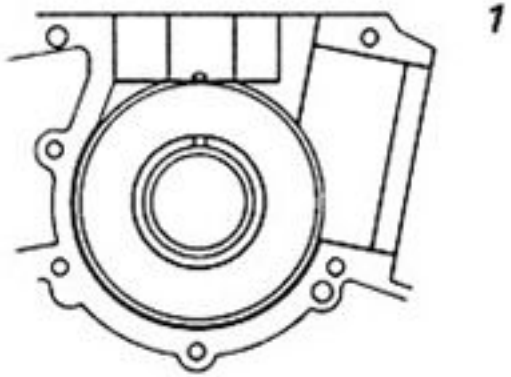
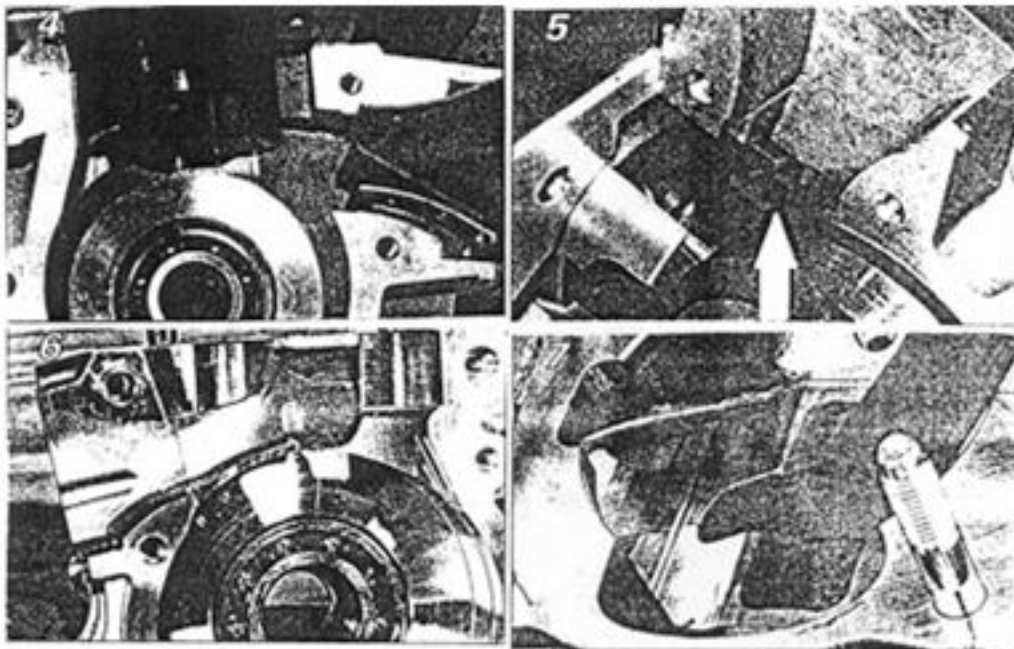


Фото выше (5):

На этой модели ComerFreedom щеки коленчатого вала скруглены в центре, чтобы уменьшить сопротивление поступлению свежей газовой смеси.





1 – Более эффективная вертикальная клапанная коробка применяется почти на всех последних моделях двигателей. Обратите внимание на направленность коробки вверх, чего не было на самых первых двигателях с таким расположением.

2 – Старая схема установки горизонтальной коробки (MacMinarelli).

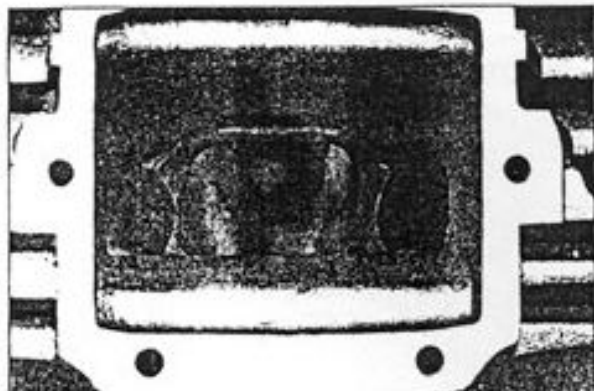
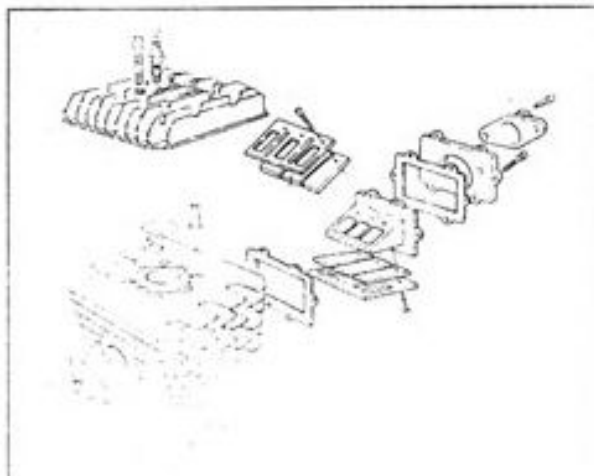
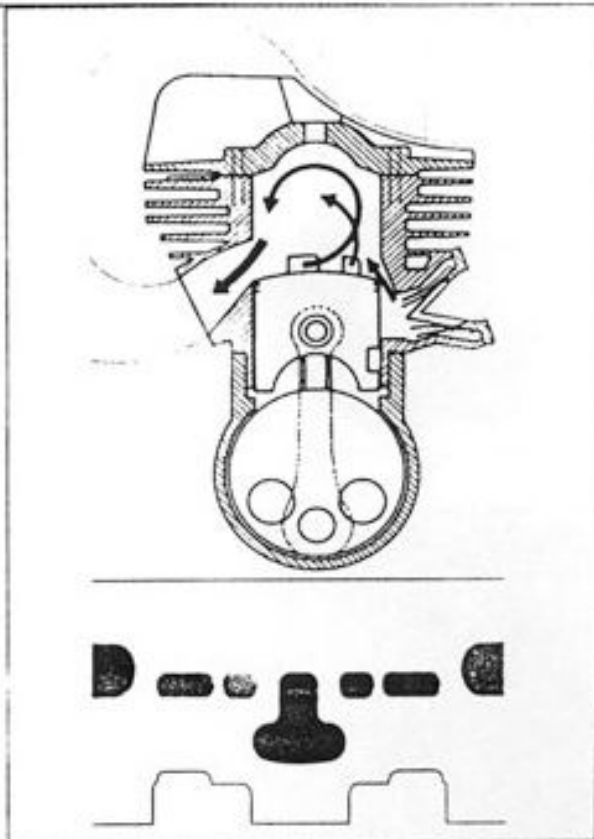
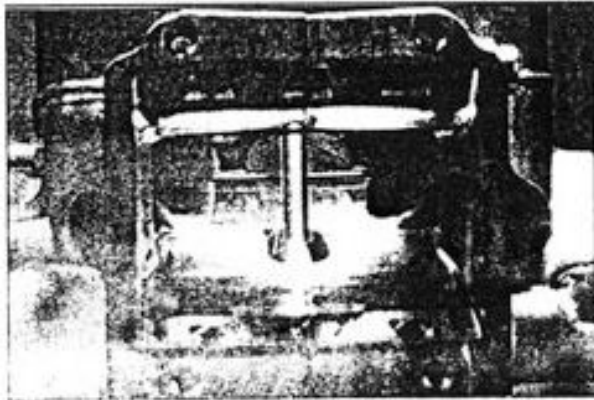
3 – Установка горизонтальной коробки на двигателе Vortex, омологированном недавно, в 1998 году.

4/5 – Модель MacMinarelli: хорошо видно, что газы давят на нижнюю часть гильзы, что явно нехорошо.

6 – В последних моделях Vortex с пластинчатыми клапанами снова применен принцип горизонтальной коробки, но траектория газов здесь разработана намного лучше, чем в предыдущем случае.

7 – То же и на этой модели ТМК 8 с горизонтальной коробкой.

Преимуществом впуска через пластинчатые клапана, кроме конструктивной простоты, является еще и то, что это – система с переменной диаграммой. Так как пластинчатыми клапанами управляет разность давлений перед ними и позади них, они приспособлены к различным режимам работы двигателя. В режиме низких оборотов инерция газов играет незначительную роль, то же относится и к пластинчатым клапанам, которые поздно открываются и рано закрываются. В режиме высоких оборотов, в особенности, если двигатель хорошо согласован с системой выпуска, они уже практически не закрываются. Этой особенностью воспользовалась фирма YAMAHA в 70-х годах, создав систему, управляемую совместно и пластинчатыми клапанами, и юбкой поршня. Вблизи нижней мертвой точки эта система делает возможным прямое питание – впуск в цилиндр без прохождения через картер – благодаря согласованности системы выпуска. При хорошо рассчитанной упругости пластинок эта система может, с этой точки зрения, оказаться более совершенной, чем ротационный клапан. Недостаток ее, напротив, состоит в том, что газам постоянно приходится преодолевать сопротивление пластинок и что форма впускного канала неизбежно менее выгодна.



Вверху слева: ТМ К8. Свежие газы направляются прямо к перепускным каналам.

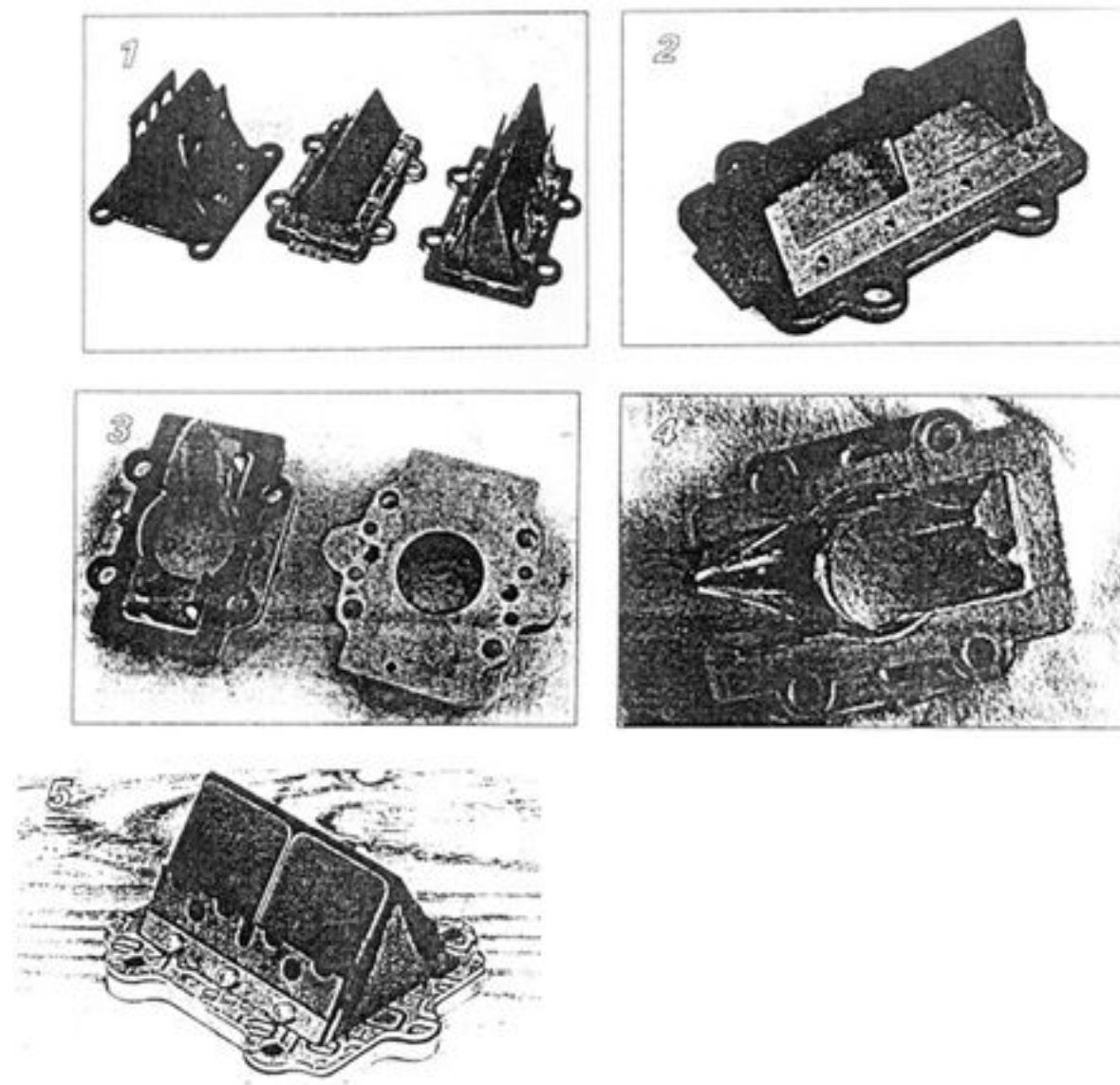
Справа: Принципиальная схема и схема впуска, принятая фирмой YAMAHA в 90-х годах. В режиме высоких оборотов согласованность выпускной системы делает возможным прямое поступление через центральный перепускной канал, без прохождения через картер-насос.

Внизу справа: Тот же принцип, снова примененный на двигателе ТМ К 5.

В самом деле, если несколько лет назад считалось, что впуск через пластинчатые клапаны уступает впуску через ротационный клапан, то теперь достигаются почти одинаковые результаты, по крайней мере, на двигателях для катков. На практике встречаются два положения клапанной коробки: горизонтальное положение, когда газы тангенциально касаются маховиков коленчатого вала и гораздо

чаще встречающееся вертикальное положение, когда газы проходят между двумя маховиками коленчатого вала. В обоих случаях цилиндр освобождают, чтобы поместить третий перепускной канал, и газы направляются прямо на нижнюю головку шатуна, что обеспечивает превосходную смазку. Однако вибрации пластинок могут входить в резонанс с блоком двигателя, поэтому желательно прибегать к антивибрационным устройствам для ребер цилиндра и, в особенности, для крепления катушки зажигания.

Страница 21 - 21 из 78



1 – Слева: устаревшая модель большой горизонтальной коробки на двигателе MacMinarelli 90-х годов.

В центре: удлиненная коробка, применяемая почти на всех современных гоночных двигателях.

Справа: коробка на двигателе NAP. Длинные и слегка наклонные заслонки обладают меньшей эффективностью, но большей долговечностью.

2 – Обрезиненная клапанная коробка теперь является правилом для всех двигателей.

3 – В современных двигателях плоские крышки клапанной коробки, как у этого двигателя К 55, уступили место крышкам с язычком, которые ограничивают завихрения.

4 – Широко применяемая ныне форма с язычком

5 – Клапанная коробка двигателя ТМ К 8.

КОМБИНИРОВАННЫЙ ВПУСК «ЮБКА/ПЛАСТИНЧАТЫЕ КЛАПАНА»

Кроме описанной выше системы YAMANA, существует другая система впуска, которая применялась в течение некоторого времени на двухтактных японских мотоциклах и на картовых двигателях 125 см³ с коробкой передач. Впуском тогда управляла, как правило, юбка поршня, а вторым каналом управляли пластинчатые клапана. Они открывались по потребности, когда классический впуск не мог компенсировать перепад давления между картером и впускным патрубком. Так как диаграмма впуска с помощью юбки поршня и так довольно широка, можно полагать, что система была особенно эффективна в режиме высоких оборотов при согласованной системе выпуска. Эта система вышла из употребления с появлением двигателя ТМ К 5 с более эффективным впуском в цилиндр через клапанную коробку.

Страница 22 - 22 из 78



На этом двигателе ТМ К 2 клапанная коробка, сообщаясь с пространством под цилиндром, занимает относительно менее выгодное положение.

При снятой коробке хорошо виден впускной канал, разделенный на две части. Большая часть газов проходит через прямой канал.

ВПУСКНОЙ ПАТРУБОК

Идеальной формой поперечного сечения является круговая форма. При одинаковой площади только такая форма обеспечивает минимальный контакт между газом и стенкой. Для минимального торможения газов и предотвращения отрыва газовых струй вдоль стенки желательно, чтобы канал слегка расширялся по длине. Лучшей формой является усеченный конус с углом раскрытия от 5° до 6°. В случае впуска через клапан или с помощью юбки поршня необходимо заканчивать впускной канал трапецевидной или прямоугольной секцией, следовательно, в какой-либо данной точке нужно иметь сечение, равное тому, которое имел бы в той же точке конус с углом 6° с такой же исходной площадью. Важно соблюдать такую конфигурацию, чтобы избежать отрыва газовых струй вдоль стенки и увеличения потерь напора в системе трубопроводов.

Полировка впускной системы трубопроводов снижает потери напора и облегчает прохождение газов. Как и в случае перепускных каналов, следует избегать образования волнистости при этой операции. Как и в случае выпуска, впускные трубопроводы подвержены явлением резонанса, которые могут содействовать или препятствовать наполнению двигателя. Идеальная длина меняется в зависимости от режима вращения, тем не менее, можно найти длины, согласующиеся с несколькими режимами. На практике на всех последних моделях двигателей впускные трубопроводы очень короткие, без вставной трубки, они наиболее благоприятны для достижения высоких оборотов.

Страница 23 - 23 из 78

ПРОДУВКА, ВЫПУСК, ПЕРЕПУСК

Продувка – это фаза, в течение которой свежая газовая смесь из картера поступает в цилиндр и выталкивает сгоревшие газы в выпускное окно.

ПРОДУВКА

Эта фаза составляет ключевую проблему теории двухтактного двигателя с высокой удельной мощностью. Она чрезвычайно сложна, так как необходимо одновременно:

- освободить цилиндр от сгоревших газов,
- наполнить его свежими газами,
- не потерять слишком много свежих газов на выпуске

Если бы продувка осуществлялась только путем сжатия свежей газовой смеси в картере, она была бы практически невозможна. На самом деле, продувка намного сложнее той, которая описывалась в теоретической схеме действия двухтактного цикла.

Первым открывается выпускное окно. Выхлопные газы, которые все еще имеют достаточно высокое давление, начинают выходить сами собой. При этом давление в цилиндре постепенно падает. Когда открываются перепускные каналы, оно уже достаточно низкое для того, чтобы свежие газы могли войти, в свою очередь, в цилиндр. При согласованной выпускной системе сами сгоревшие газы, выходя, всасывают свежие газы в цилиндр, а затем останавливают их в цилиндре благодаря набеганию обратной волны давления, отраженной от сужения резонатора.

Исходя из этого, остается рассмотреть устройства, применяемые для:

- предотвращения «короткого замыкания» свежей газовой смеси на выпускное окно
- предотвращения существования непродуваемой зоны в цилиндре, в которой скапливались бы сгоревшие газы,
- предотвращения смешивания свежей газовой смеси со сгоревшими газами во время продувки.

Отсутствие смешивания свежей газовой смеси со сгоревшими газами связано с различием их плотности и давления. Свежие газы намного плотнее сгоревших газов. Их давление также выше благодаря смещению моментов открытия выпускного и перепускных окон.

Процесс продувки обеспечивает хорошую направленность различных газовых столбов. Первой изобретенной системой была продувка с помощью поршня с дефлектором и перепускного окна напротив выпускного, как было представлено в первой главе. Роль дефлектора заключалась в отклонении свежих газов к головке цилиндра и предотвращении их «короткого замыкания» на выпускное окно.

Эта система имела много недостатков – слишком большой вес поршня, значительный нагрев днища поршня, неблагоприятная форма камеры сгорания и т.д. Пришлось конструкторам взяться за разработку системы продувки с плоским поршнем. Было запатентовано много систем.

На самом деле, на всех современных двухтактных гоночных двигателях применяется система, разработанная на основе продувки, изобретенной доктором Шнюрле и использующей два перепускных окна, расположенных по одну и по другую сторону выпускного окна. Они направляют свежие газы в направлении, противоположном выпуску. Направляясь сначала параллельно днищу поршня, свежие газы собираются на стороне, противоположной выпускному окну, затем поднимаются к головке цилиндра, толкая перед собой сгоревшие газы.

Впоследствии этот метод продувки все более совершенствовался на различных гоночных двигателях. Эти усовершенствования производились в зависимости от различных школ, картов, мотоциклов, мотовелосипедов.

Первое усовершенствование состояло в создании третьего, значительно наклоненного кверху перепускного окна напротив выпускного окна. Это окно питалось через окно, расположенное прямо под днищем поршня. Кстати, сначала Вальтер Кааден, поместив третье перепускное окно на двигателях MZ, стремился, в основном, добиться охлаждения днища поршня и предотвратить нагрев свежих газов в картере. Только случайно он установил, что благодаря улучшению продувки мощность возрастает.

Постепенно появились:

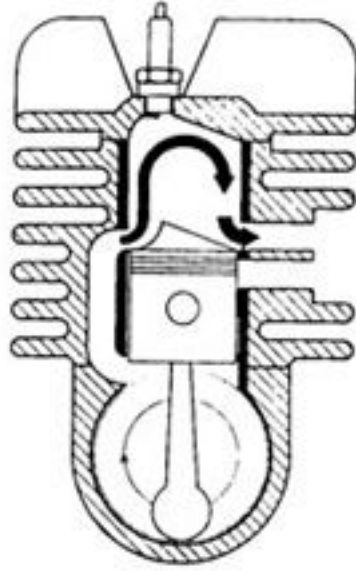
На картовых двигателях с ротационным клапаном или с пластинчатыми клапанами:

- Продувка с 5 перепускными окнами (Parilla). Два окна были лишь простыми выемками в цилиндре, также питаемыми через отверстия, просверленные под днищем поршня.
- Возврат к продувке через 3 перепускных канала, причем третий канал расположен внизу цилиндра, как и главные перепускные каналы. На картах такой двигатель называют двигателем типа «ТТ» (буквально "Trough the trim") – по названию двигателя Parilla TT 22, распространившего этот метод. Таким образом, была установлена повышенная эффективность продувки. В таком случае, конкретная роль третьего перепускного канала с точки зрения охлаждения уже не гарантирована. Она должна учитываться в зазоре между поршнем и цилиндром.
- Продувка типа «ТТ» с 5 перепускными каналами (Sirio), при которой третий канал разделен на три окна.
- Скошенные главные перепускные каналы, предназначенные для того, чтобы не стеснять поступление свежих газов через третий перепускной канал (Rotax).
- Применение усилителей выпуска, позволяющих более быстрое опорожнение цилиндра и, в то же время, облегчающих поступление свежих газов.
- Прогрессивное увеличение поперечного сечения третьего перепускного канала, который сначала был разделен на два окна, но затем снова вернулся к первоначальной форме, став больших размеров.

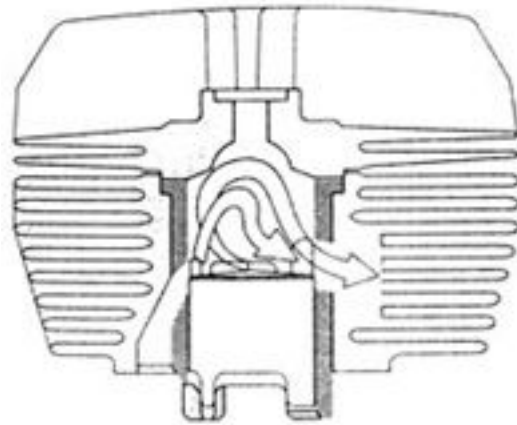
На картовых двигателях с впуском с помощью юбки поршня:

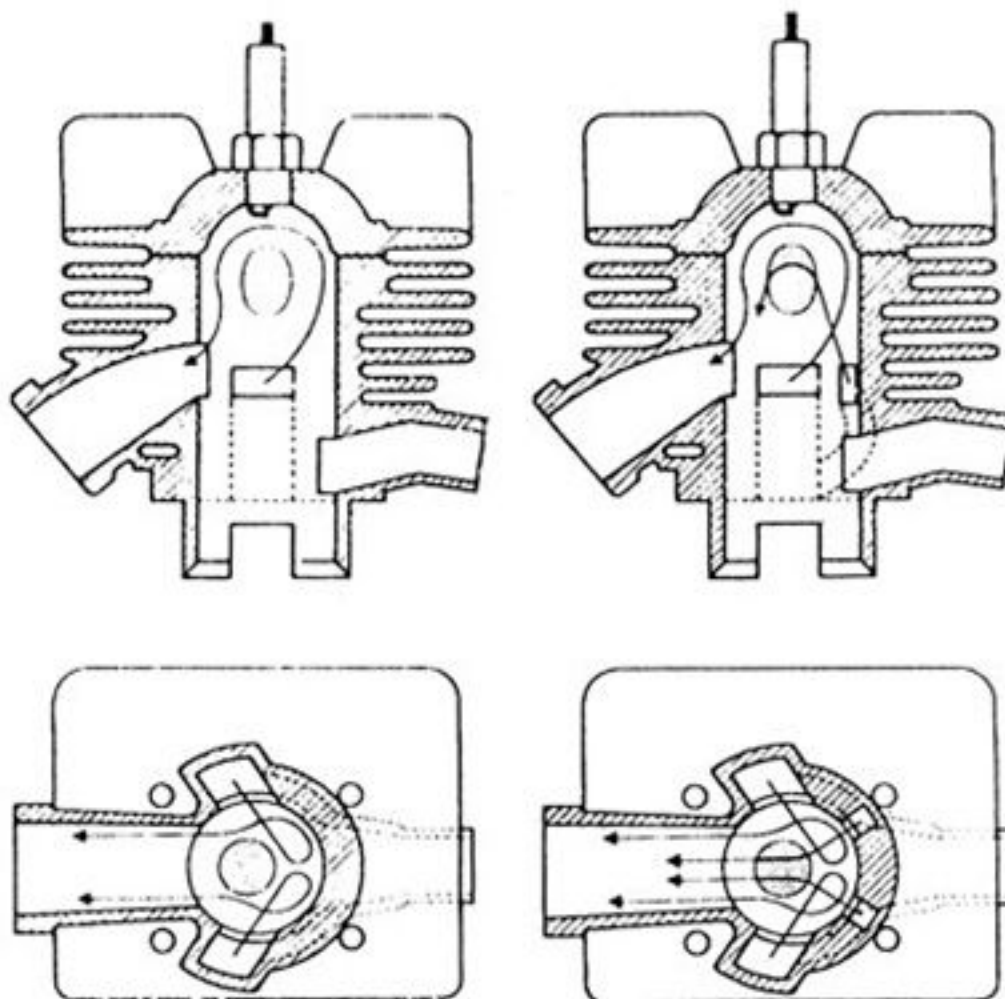
· Продувка через 4 перепускных канала, два из которых, дополнительные, выходят перед главными перепускными каналами и отклоняются к низу, проходя по обе стороны впускного окна.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПРОДУВКА

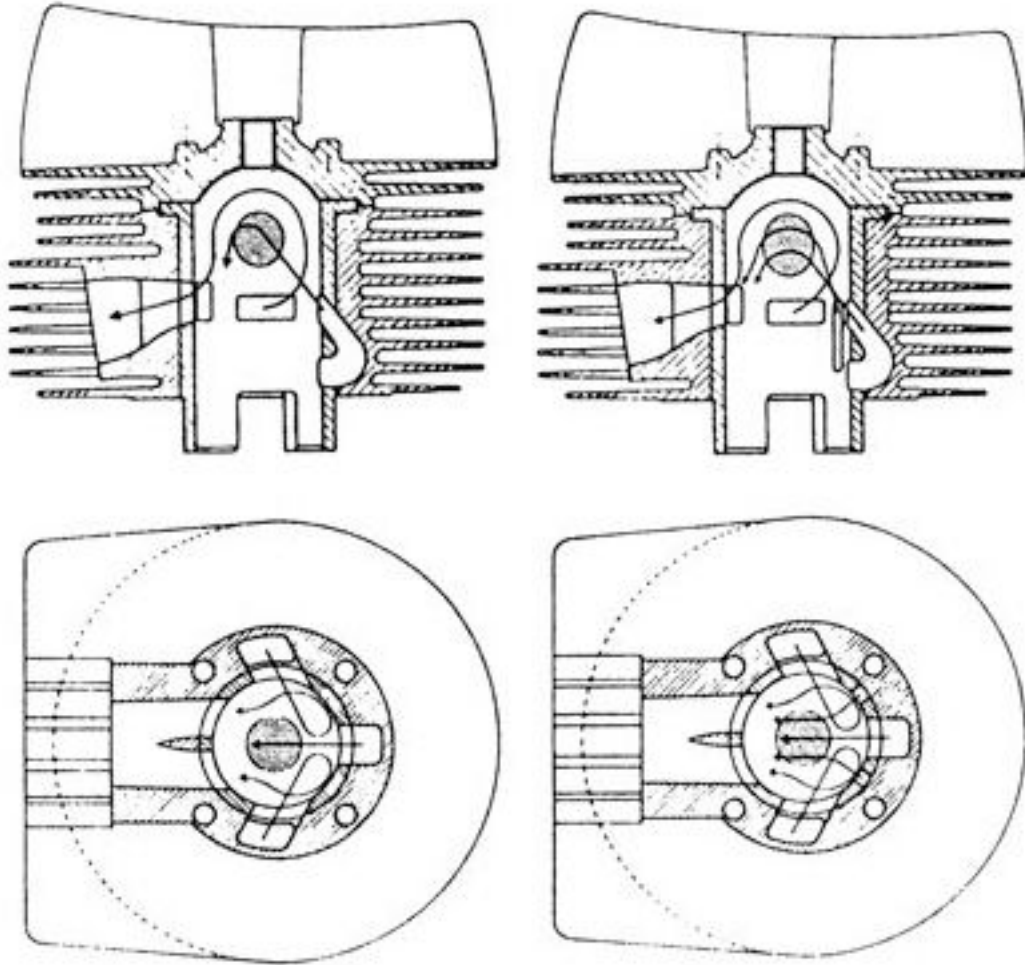


ПРАКТИЧЕСКАЯ ПРОДУВКА

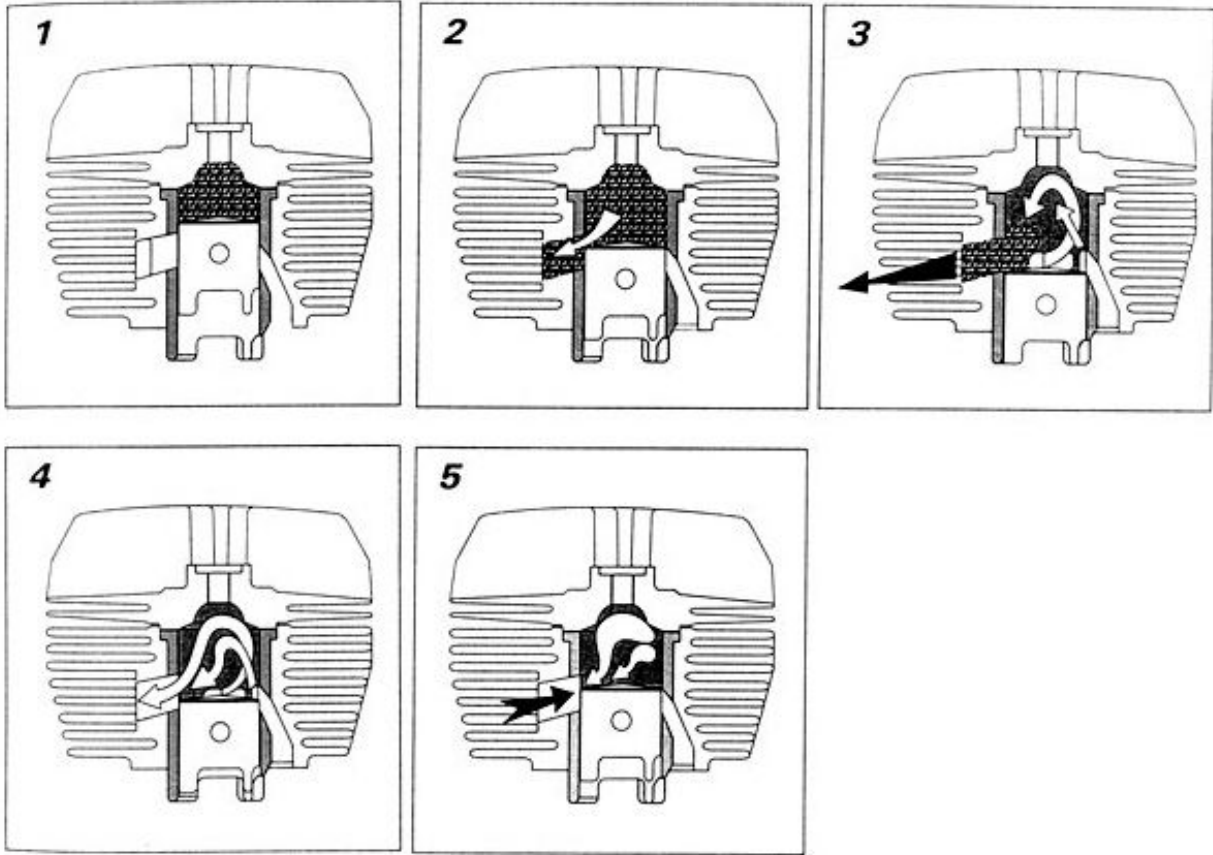




Продувка через 4 перепускных канала является классической для двигателей с впуском с помощью юбки поршня, как показывает данная схема продувки двигателя мотоцикла YAMAHA 70-х годов.



Еще до применения перепускных каналов типа «ТТ» делались попытки улучшить продувку за счет увеличения количества дополнительных перепускных каналов, как на этой модели Komet 70-х годов.



СОВРЕМЕННАЯ ПРОДУВКА:

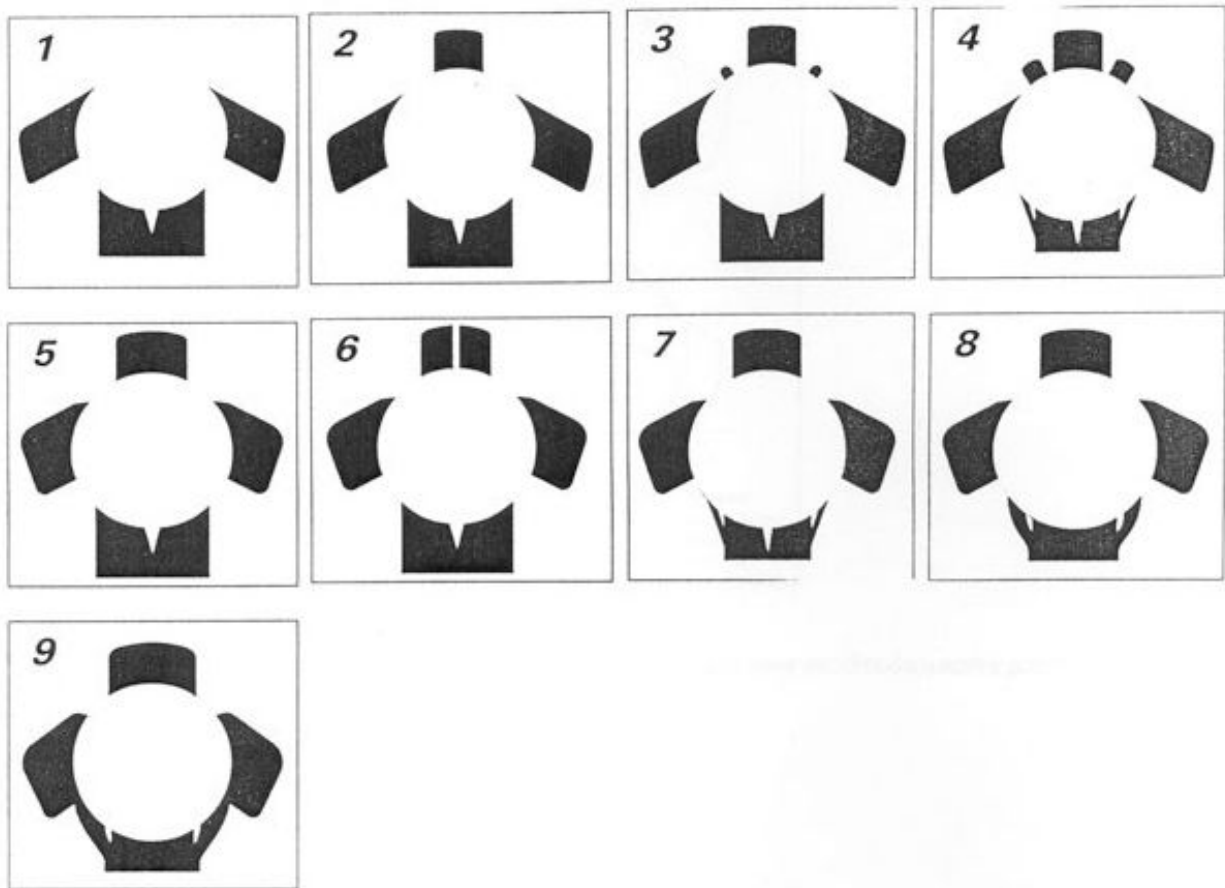
1 – Газы толкают поршень вниз.

2 – Как только открывается выпускное отверстие, усилители облегчают эвакуацию сгоревших газов, все еще имеющих высокое давление.

3 – Свежие газы поступают, в то время, как волна разрежения, создаваемая резонатором, облегчает выход сгоревших газов, имеющих невысокое давление.

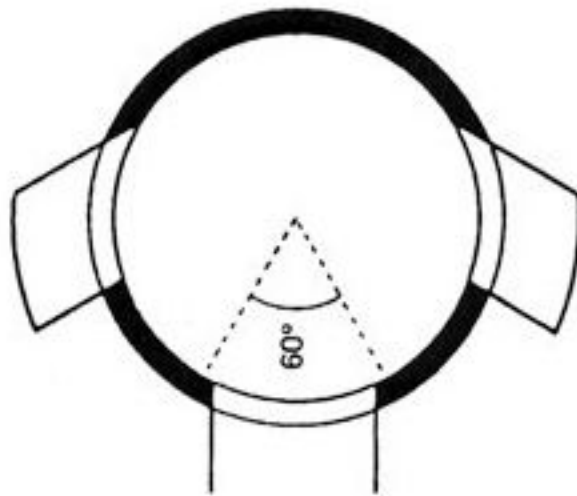
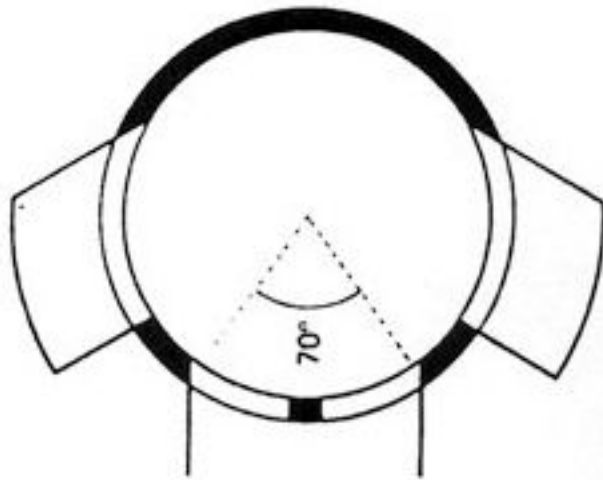
4 – Свежие газы толкают остатки сгоревших газов к выпускному окну.

5 – Волна противодействия, создаваемая резонатором, предотвращает излишнюю потерю свежих газов через еще открытое выпускное окно.

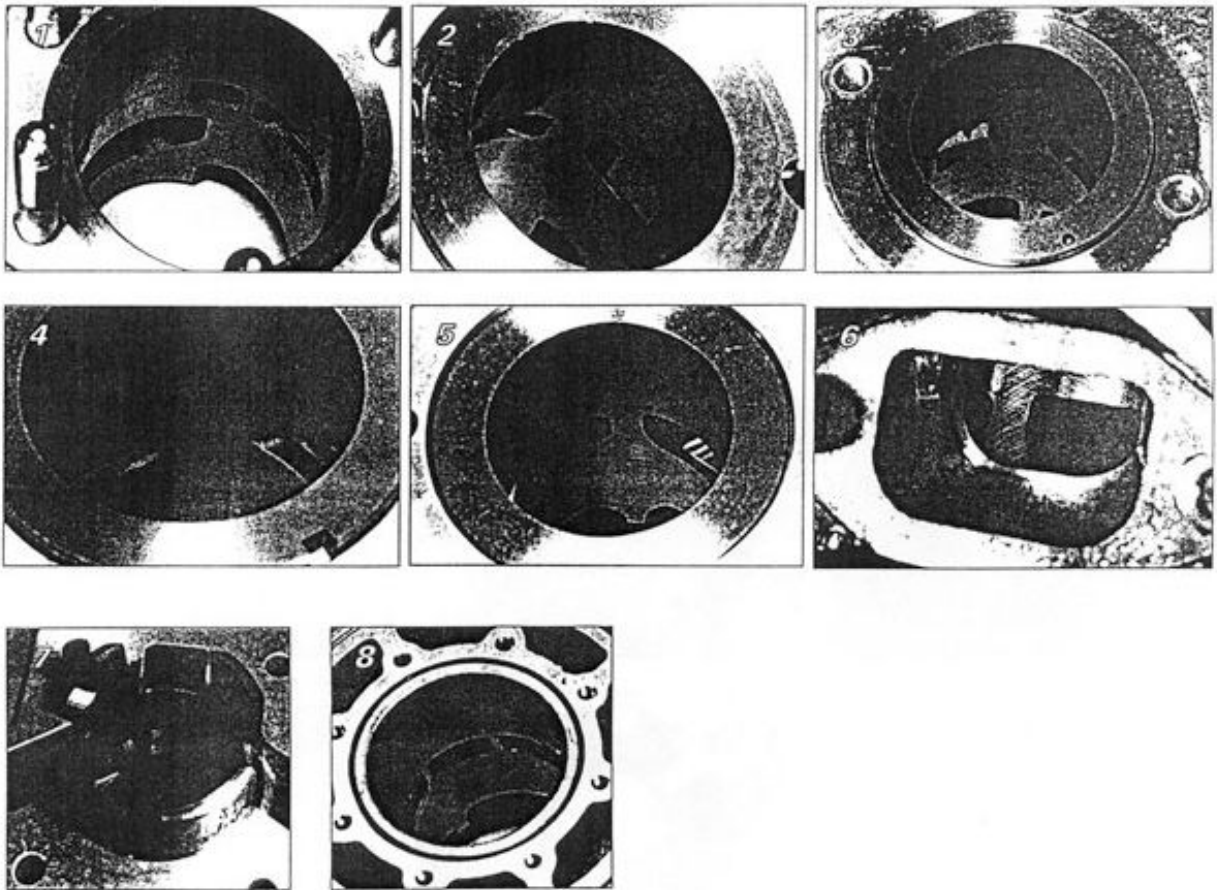


ЭВОЛЮЦИЯ ФОРМЫ ОКОН:

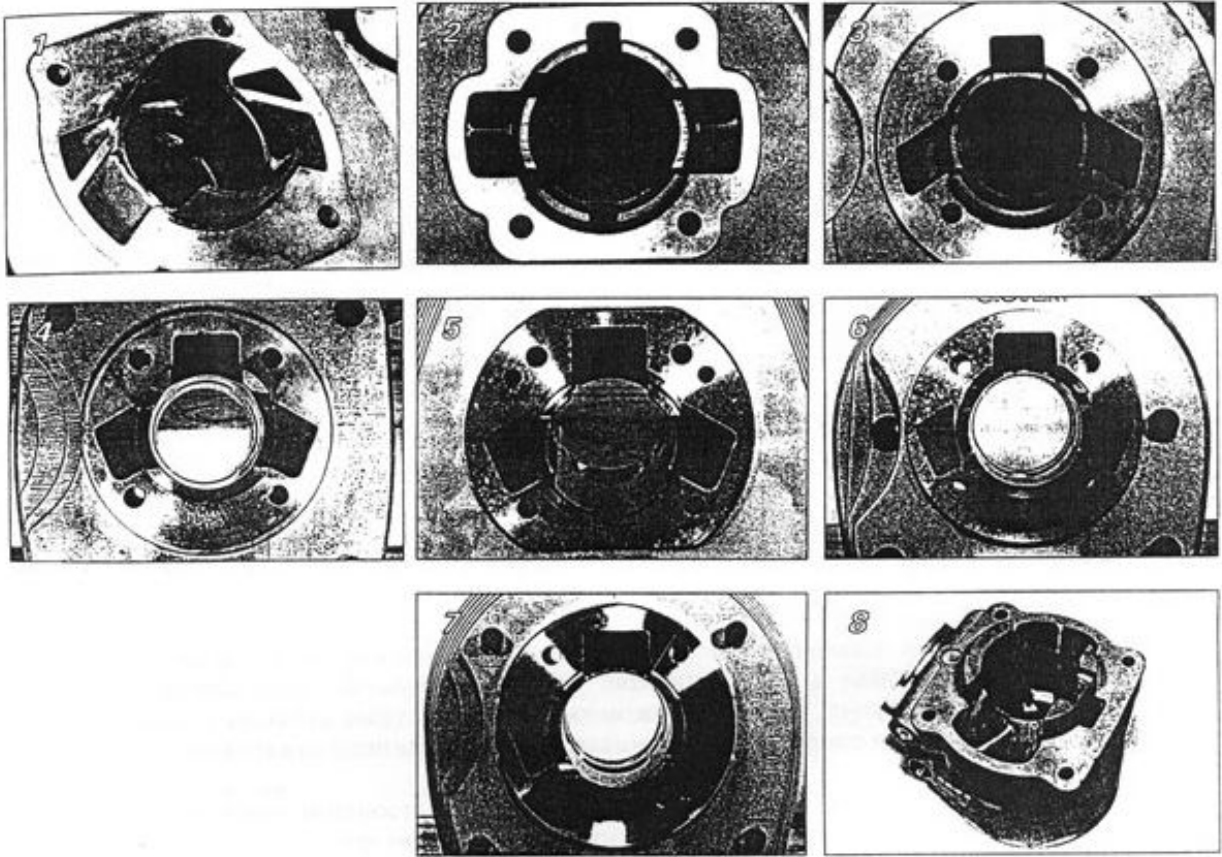
- 1 – Первоначальная система продувки Шнюрле.
- 2 – Продувка через три перепускных канала, обычных, а затем типа «ТТ».
- 3 – Дополнительные вырезы в гильзе.
- 4 – Настоящие дополнительные перепускные каналы с усилителями выпуска.
- 5 – Широкий третий перепускной канал + скошенные главные перепускные каналы.
- 6 – Третий разветвленный перепускной канал.
- 7 – Широкий третий перепускной канал, скошенные главные перепускные каналы + усилители выпуска.
- 8 – Барический выпуск, без перегородок и больших усилителей.
- 9 – Современная тенденция: значительный третий перепускной канал, скошенные главные перепускные каналы слегка отодвинуты, чтобы не мешать третьему перепускному каналу. Барическое выпускное окно уменьшенного размера и большие усилители, которые простираются все дальше и дальше над главными перепускными каналами.



Когда выпускное окно открывается менее чем на 70°, уже нет необходимости разделять его с помощью перегородки.



- 1 – Впуск с помощью юбки поршня, центральный перепускной канал заменен двумя перепускными каналами по обе стороны впускного окна.
- 2 – На этом двигателе KometK 55 главные перепускные каналы не скошены, а центральный перепускной канал небольших размеров.
- 3 – На этом устаревшем двигателе DINOChallenge, третий перепускной канал сильно заужен в своей верхней части.
- 4 – На этом двигателе TT 75 уже имелся третий перепускной канал.
- 5/6 – На этом двигателе ROTAX имеются очень крупный третий перепускной канал и сильно скошенные главные перепускные каналы.
- 7 – SIRIO 50: В течение некоторого времени решение искали в цилиндрах. Теперь этот вариант вышел из употребления.
- 8 – Цилиндр двигателя TM K 8 с многоканальным перепуском.



1/2/3 – В последовательном порядке: три довольно старых концептуальных принципа – YAMAHA RT 100, NAR и КОМЕТК 55.

4/5/6/7 – Для сравнения с новейшими концептуальными принципами в последовательном порядке – ROTAX, PARILLA Reed-jet, ITAL-SISTEM и CRG.

8 – Совершенно отличающаяся конструкция цилиндра с многоканальным перепуском на двигателе TM KV.

- Применение разветвленного впуска с настоящим третьим перепускным каналом (RKD).
- Впуск под выпускным окном (PCR), по тем же причинам.

Страница 30 - 30 из 78

На двигателях мотоциклов с ротационным клапаном или с пластинчатыми клапанами:

- Разветвление, то есть разделение на три части двух главных перепускных каналов, каналы выходят в цилиндр под все более и более наклонным углом по мере их удаления от выпускного окна.
- Сочетание третьего перепускного канала ограниченного размера и разветвления главных перепускных каналов.
- «Барический» выпуск с усилителями для лучшего опорожнения цилиндра.

Следующие схемы ясно показывают выгоду этих последовательных компоновок, целью которых является улучшение продувки центральной части цилиндра, которая плохо опорожняется в двигателе с двумя перепускными каналами.

Постепенно эти системы более или менее сошлись на одном решении, по-прежнему основанном на продувке Шнюлера, но с постоянно возрастающей ролью дополнительного перепускного канала и многооконного выпуска и с расположением усилителей все ближе к «главным» перепускным каналам.

РАЗМЕР ОКОН

Высота и ширина выпускных и перепускных окон взаимосвязаны. Чтобы извлечь максимальную пользу из давления газов в камере сгорания, было бы желательно открывать выпускное окно возможно позже. С другой стороны, невозможно полностью наполнить цилиндр свежими газами, предварительно не опорожнив его.

Высокая удельная мощность требует высоких оборотов, но чем больше возрастают обороты, тем больше газов нужно перемещать, хотя время для осуществления перемещений газов сокращается. В таком случае требуются более крупные отверстия и большее время открытия для обеспечения хорошего истечения газов. Это можно сделать путем увеличения ширины или высоты окон.

В то время как увеличение ширины окна увеличивает только его площадь, увеличение его высоты увеличивает еще и время его открытия. Следовательно, высота окон является определяющей для рабочих характеристик двухтактного двигателя.

Чем большую мощность вы хотите, тем дольше должно быть время открытия выпуска, что, с другой стороны, в режиме низких оборотов делает открытие преждевременным и вызывает потерю мощности. В таком случае необходимо наличие коробки передач с большим количеством передаточных отношений и более узкими диапазонами, чтобы оставаться постоянно в пределах высоких оборотов. Легко понять, что картовые двигатели 100 см³ и 135 см³ ставят в этой связи совершенно особую задачу, так как они должны эксплуатироваться без коробки передач. Поэтому вы ограничены относительно скромной высотой, компенсируемой большой шириной выпускных окон. Наряду с повышением надежности двигателей, тем не менее, стало возможным достигать все более высоких рабочих оборотов, что выразилось в увеличении диаграммы выпуска. В 70-е годы широко использовались диаграммы выпуска от 160° до 165°. В 80-е годы использовались диаграммы от 170° до 180°. Теперь большинство картовых двигателей работают на диаграмме выпуска около 175°.

Страница 31 - 31 из 78

ШИРИНА ОКОН

На форсированном двигателе ширина окон особенно ограничена поршневыми кольцами, которые не должны цепляться при ходе поршня вниз или вверх. Если взять центральный угол цилиндра, опирающийся на края окна, можно определить, что поршневое кольцо допускает угловую ширину выпускного окна от 60° до 65° на туристическом двигателе и до 70° на гоночном двигателе. За пределами этих значений необходимо разделять окно перегородкой на две части.

Ширина выпускного окна ограничивается также минимальным пространством, которое следует оставлять между перепускными и выпускными окнами для предотвращения «короткого замыкания» свежих газов и их частичной утечки вместе со сгоревшими газами. Это необходимое расстояние зависит от многих факторов (давления газов, формы и угла перепускных каналов и т.д.) и различается от двигателя к двигателю. На двигателях нового поколения лучший контроль газовых потоков и изменений давления в цилиндре позволяет иметь усилители выпуска, более или менее широко перекрывающие главные перепускные окна.

ВЫСОТА ОКОН

Высота окон является самым важным моментом. Нужно, чтобы смещение между выпускным и перепускными каналами было таким, чтобы наибольшая часть сгоревших газов была уже эвакуирована к моменту открытия перепускных каналов. В противном случае сгоревшие газы, проникая в

перепускные каналы, нагревают картер и уменьшают его наполнение, заставляя тем самым работать кривошипно-шатунный механизм в катастрофических условиях. На двигателях с хорошей удельной мощностью практически всегда это смещение находится в пределах между 25° и 35° диаграммы выпуска.

В следующей таблице приведены смещения, соответствующие 25% и 35% открытия выпускного окна. На большинстве картовых двигателей 100 см³ это смещение составляет порядка 25%, то есть 43° для 175° выпуска. У модных нынче двигателей 125 см³ с коробкой передач, как, например ТМ, смещение очень близко к 35%, то есть 70° из 200° выпуска. Возможно, это обусловлено тем, что речь идет о двигателях, экстраполированных из мотокросса, которые нуждаются в большой прочности. В следующей таблице приводятся некоторые значения, замеренные на различных двигателях. Самые последние модели отмечены цифрой (98).

Открытие впуска	Смещение 25%	Смещение 35%
160°	40°	56°
170°	42,5°	59,5°
175°	43,75°	25°
180°	45°	63°
190°	47,5°	66,5°
200°	50°	70°

Двигатель	Выпуск	Усилитель и	Боковые перепускные каналы	Центральный перепускной канал	Общий выпуск	Запад. открыт, впуска	Запад. закрыт, впуска
Comer Mik 545	175°		128°	128°			
CRG Valve (98)	178°	178°	127°	135°	210°	44°	74°
Dino Challenge	175°		128°	132°			
Gilera 125	196°	192°	132/132°	132°			
Hal-System MV (98)	181°	181°	127°	137°	210°	44°	74°
Komet K 55	172°		127°	127°			
Komet K 25 RL	170°		122°	118°			
Komet NAP	174°		126/127°	128°			
Parilla TT 38 (98)	183°	183°	128°	137°	202°	48°	70°
Parilla reedjet (98)	175°	175°	128°	134°			
PCR Junior	175°		125°	131°			
PCR TSV 100	177°	177°	129°	136°			
Rotax 100 DS	175°	172°	125°	130°	192°	49°	61°
Rotax valve (98)	178°	178°	129°	136°			
Sirio clapets	175°	175°	127°	133°			
TM K 8 (98)	192°	188°	131°	125°			
Vortex clapets (98)	174°	174°	125°	131°			
Yamaha KT 100 SC	174°		127°	127°			

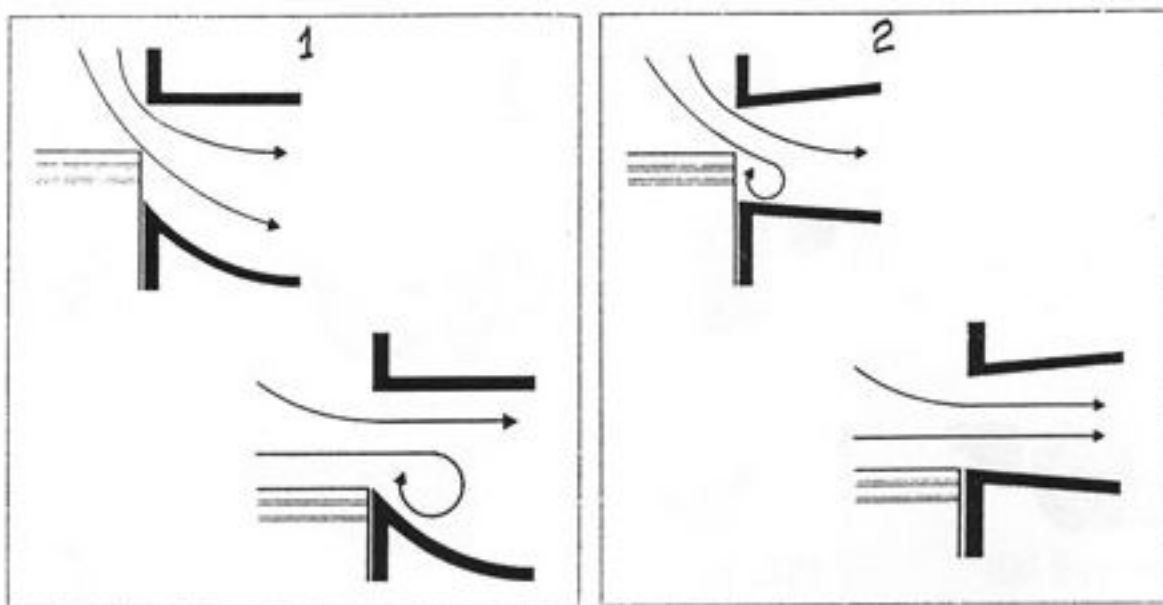
Наконец, следует отметить, что соотношение между общей площадью перепускных и выпускных окон всегда довольно близко к 1. В зависимости от конкретных случаев площадь перепускных окон составляет от 80% до 110% от площади выпускных окон. При подготовке следует учитывать, что следует избегать сильного изменения одной из этих площадей без соответствующего изменения другой площади в том же направлении.

ФОРМА ВЫПУСКНЫХ КАНАЛОВ

На туристических двигателях наиболее широко применяется овальная форма окна, которая при одной и той же ширине нагружает поршневые кольца меньше, чем угловатое окно. На гоночных или быстроходных туристических двигателях, исходя из того, что самая эффективная фаза выпуска должна предшествовать открытию перепускных окон, разработали другие более или менее сложные формы, при которых высота выпускного окна превышает его основание.

На следующих схемах можно видеть наиболее часто применяемые формы окна. Отметим, кстати, что граничное применение этого соображения привело некоторых конструкторов оборудования для 50 см³ к созданию окна в форме W. Впрочем, это больше похоже на коммерческую уловку, чем на настоящую новинку. Такая граничная форма создает значительные завихрения, которые быстро приводят к образованию нагара в выпускном окне.

Страница 33 - 33 из 78



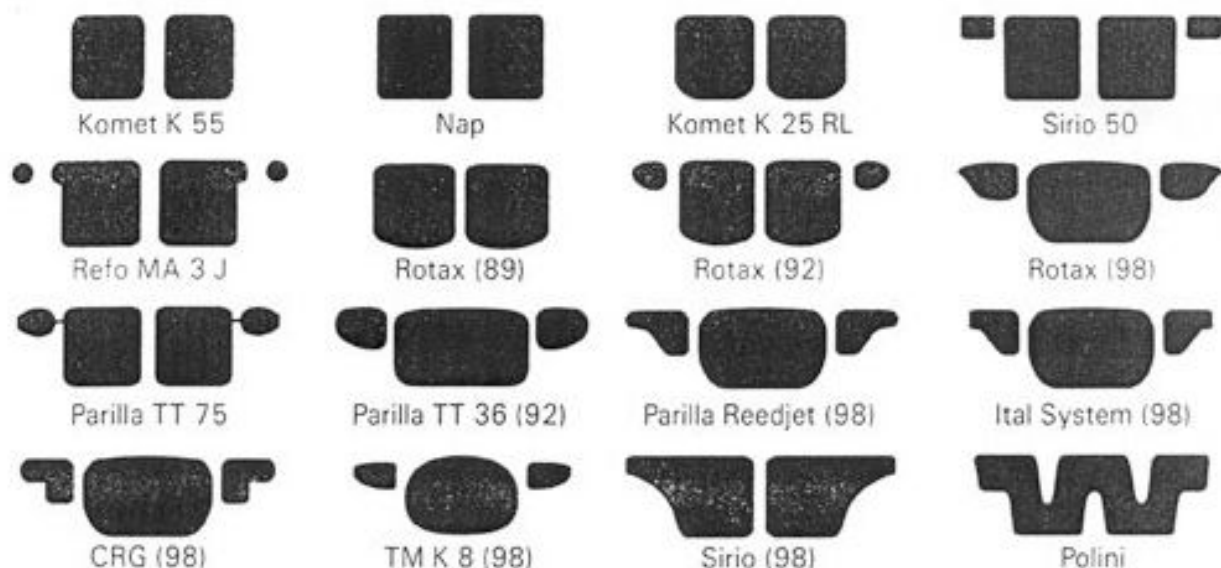
1 - Криволинейная форма благоприятна при частичном открытии и неблагоприятна при полном открытии;

2 - Прямая форма неблагоприятна при частичном открытии и благоприятна при полном открытии.

Форма выпускного канала также имеет немалое значение. Иногда он постепенно расширяется, иногда резкое расширение находится сразу же за выпускным окном. Иногда он начинается почти горизонтально, иногда он сильно наклонен к низу цилиндра. Если учесть, что в большинстве случаев самая эффективная фаза выпуска находится в начале открытия окна (в момент, когда давление газа еще высоко), наклонное положение и изогнутая форма кажутся предпочтительными. На большинстве картовых двигателей 100 см³ уже давно принято почти горизонтальное положение и легкое

расширение. На самых последних моделях двигателей выпускной канал всегда имеет небольшое расширение и легкий наклон книзу. На большинстве двигателей 125 см³ с коробкой передач уже давно применяется выпускной канал со значительным наклоном книзу. Ограничения по установке на рамах мотоциклов, возможно, не случайно заставляют выбирать такое расположение.

Страница 34 - 34 из 78



КОМЕТ К 55, без усилителей выпуска, отличается своей долговечностью.

НАРИ КОМЕТ К 25 RL также не имеют усилителей, так как их назначение, скорее, в долговечности, чем в рабочих характеристиках.

Усилители выпуска испытываются уже давно, о чем свидетельствуют эти системы выпуска довольно старых моделей двигателей, например, SIRIO 50 или REFOMA 3J.

На первых моделях ROTAX усилителей не было. В 1992 году они уже имеются. В 1998 году они приобрели большое значение и более сложную форму, позволяющую выйти поверх перепускных окон.

PARILLATT 75 со своими "приставными" усилителями, соединенными тонкой прорезью, чтобы не увеличивать количества окон.

Практически на всех последних моделях имеются окна барического выпуска и очень крупные усилители. Можно видеть эволюцию формы усилителей от модели PARILLATT 36 1992 года к модели PARILLAREED-JET 1998 года.

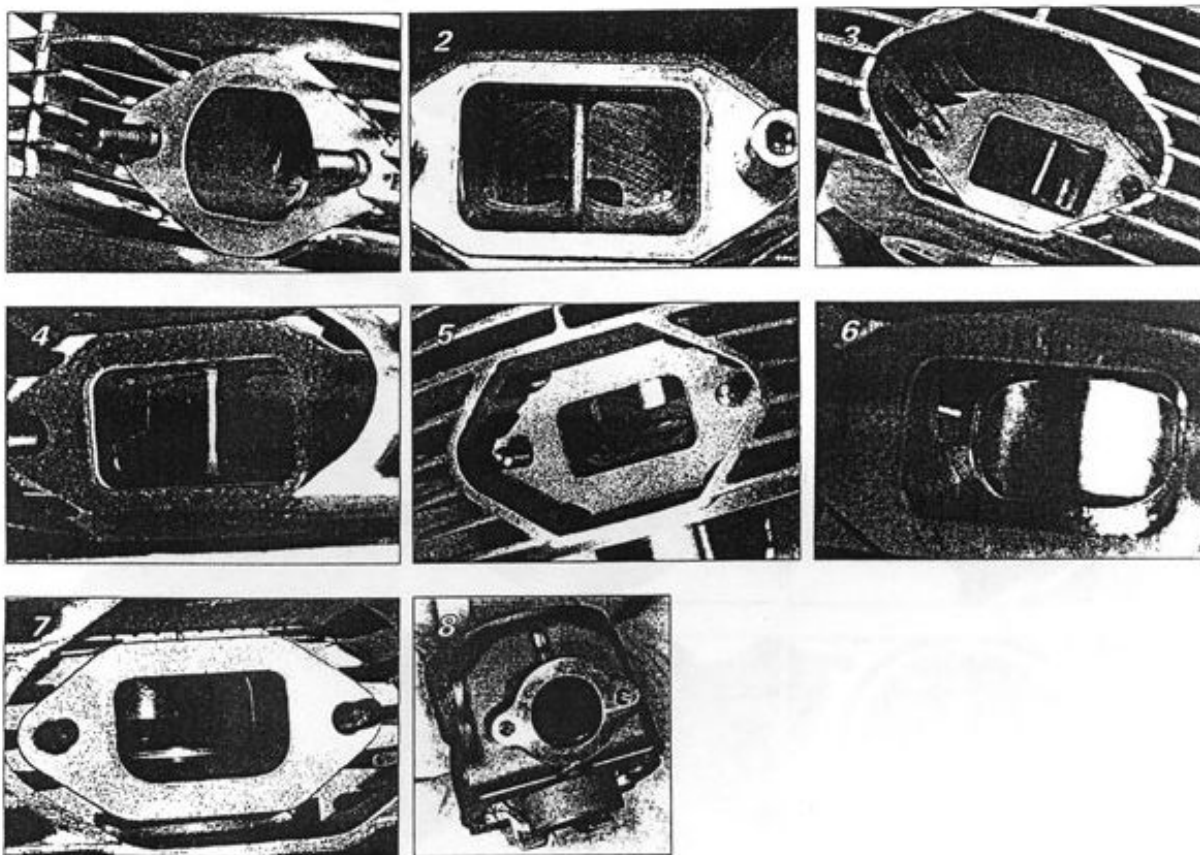
На моделях ITAL-SYSTEM и CRG приняты формы, основанные на той же идее.

SIRIO 98 порывает с существующей тенденцией, продолжение следует...

На TM K 8 сохраняется довольно округлое главное окно.

Граничный пример – POLINI 50 см³.

Страница 35 - 35 из 78

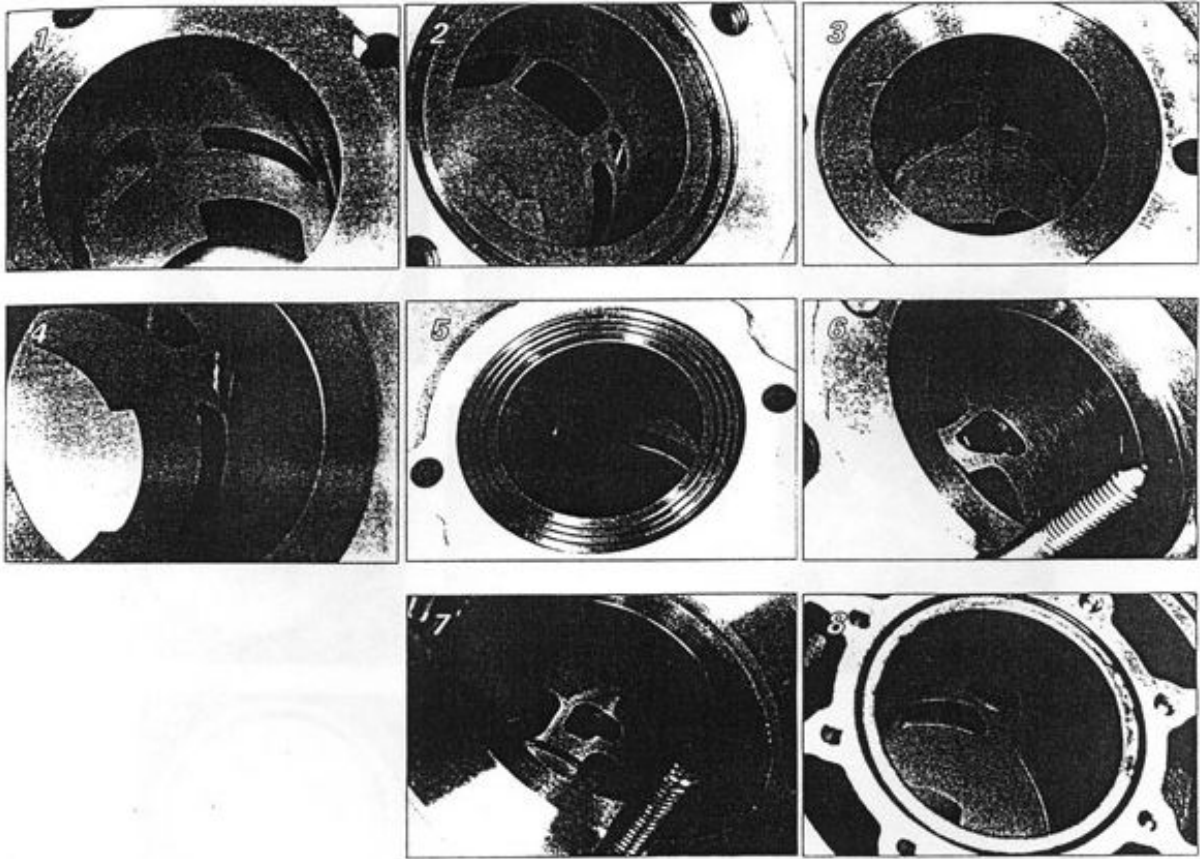


1 - NAP; 2 - DINO CHALLENGE; 3 - ROTAX 93; 4 - PAPILLA TT 75; 5 - ITAL-SISTEM 93; 6 - PARILLA REEDJET 98; 7 - CRG 98:

Все эти выпускные каналы слегка изогнуты книзу для обеспечения лучшей эвакуации газов в начале открытия выпускного окна.

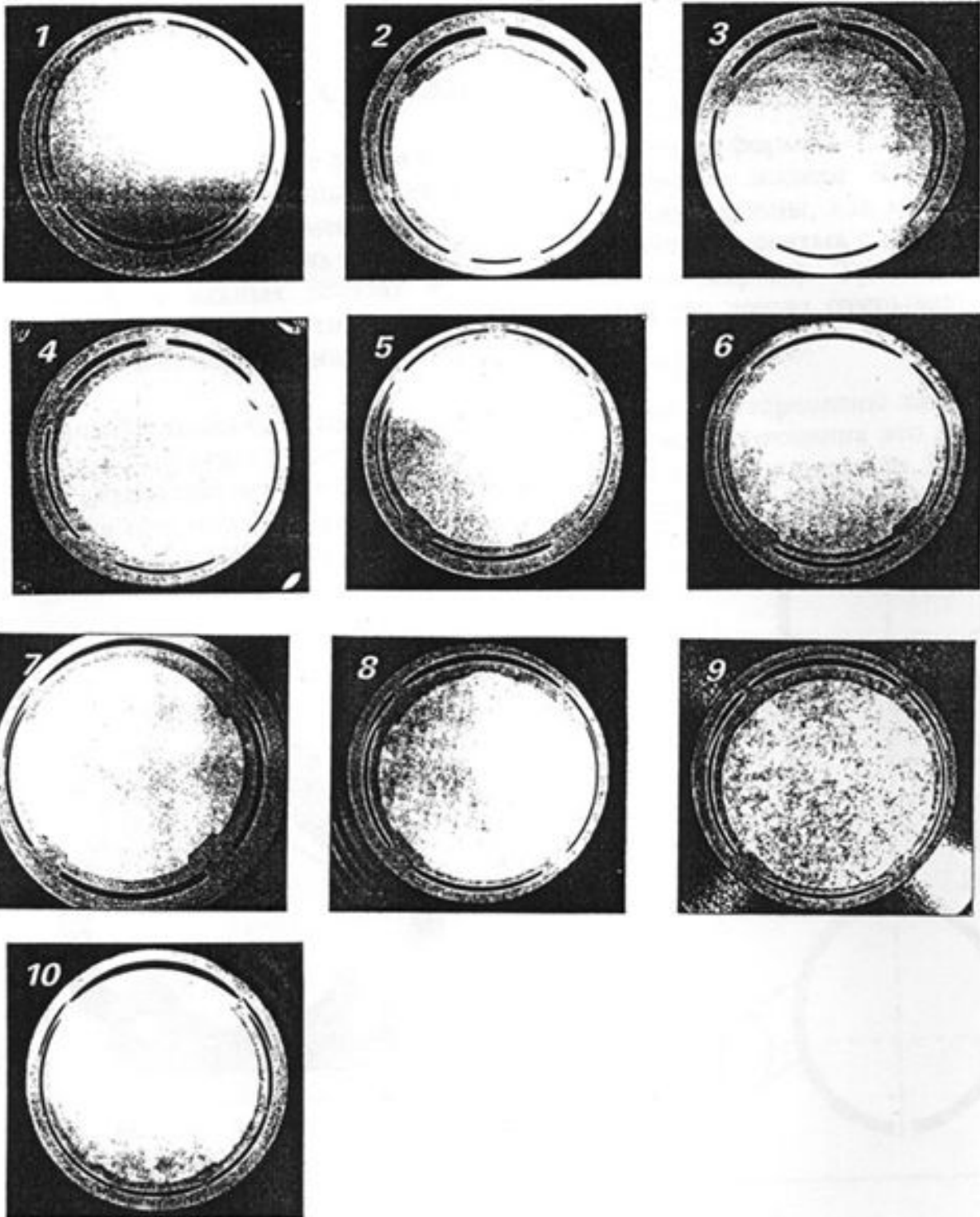
У них значительное сечение для сопряжения с патрубком диаметром 40 мм.

8 - ТМКУ 98: Более выраженный наклон к низу.



1 - КОМЕТК 55; 2 - ROTAX (92); 3 - PARILLA TT 36 (92); 4 - ROTAX (98); 5 - PARILLA TT 37 (98); 6 - ITAL-SYSTEM (98); 7 - CRG (98); 8 - ТМК 8:

У самой старой модели, КОМЕТ К 55, нет усилителей. У моделей ROTAX (92) и PARILLA TT 36 (92) имеются тот же тип окна, а также усилители. На самых последних моделях двигателей ROTAX (98), PARILLA TT 37, CRG, ITALSYSTEM и ТМ К 8 применяется окно без перегородки и усилители сложной формы, позволяющие выйти поверх перепускных окон.



1 - YAMAHA KT 100; 2 - NAP; 3 - MAC MINARELLI; 4 - KOMETK 55;
 5 - ROTAX (92): Широкий третий перепускной канал и усилители;
 6 - ITALSYSTEM (92): Небольшие главные перепускные окна, выпускное окно без перегородки, нет усилителей;
 7 - KILT (92): Значительное перекрытие усилителей и боковых перепускных окон;

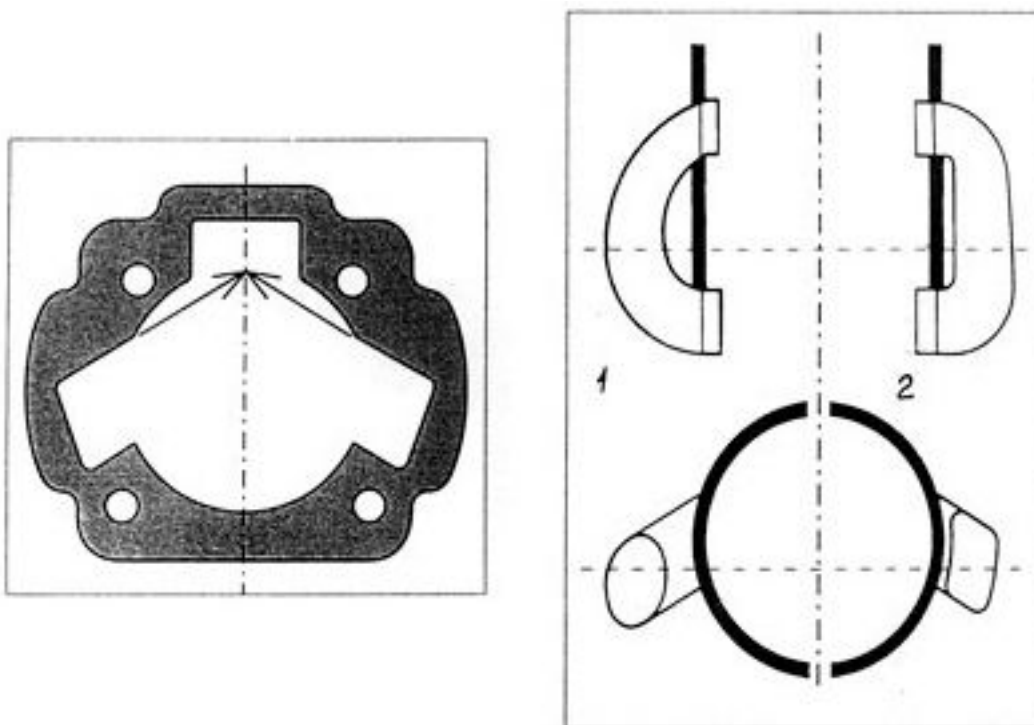
8 - PARILLAREEDJET (98); 9 - ROTAX (98): Сильное перекрытие перепускных окон усилителями сложной формы;
10 - ТМ К 8: Цилиндр с 5 перепускными окнами и с сильным перекрытием усилителей.

Страница 37 - 37 из 78

ФОРМА ПЕРЕПУСКНЫХ КАНАЛОВ

До 80-х годов окна в цилиндре почти всегда имели простую форму - прямоугольную или трапецевидную со скругленными углами. С появлением модели ROTAX, на всех двигателях этого типа применяются более совершенные формы, как можно видеть на этих отпечатках цилиндра (речь идет о настоящих отпечатках, снятых с цилиндров, а не о приблизительных эскизах в технологических картах). Третий перепускной канал, расположенный напротив выпускного окна, почти всегда открывается немного раньше, чем главные перепускные каналы.

В горизонтальной плоскости главные перепускные каналы направлены так, чтобы газы сходились точно на краю цилиндра. На двигателях нового поколения это расположение дополняется перепускными каналами, скошенными при выходе в цилиндр. Преимущество здесь состоит в том, что исключается возмущение центрального перепускного канала, так как в этих двигателях он играет очень важную роль.



Слева: Симметрия продувки очень важна для правильной эвакуации сгоревших газов.

Справа: Теоретическая форма с закругленными каналами соблюдается все меньше и меньше как по производственным причинам, так и потому что направление газов при выходе в цилиндр гораздо важнее, чем снижение трения.

1 - теоретическая форма; 2 - практическая форма

Для хорошей продувки перепускные окна должны быть вполне симметричны. Фирма-изготовитель IAME первой выпустила на рынок двигатели с окнами, целиком подвергнутыми механической обработке и

гарантирующими почти идеальную симметрию. Эта технология производства теперь полностью или частично принята многими другими изготовителями.

Страница 38 - 38 из 78

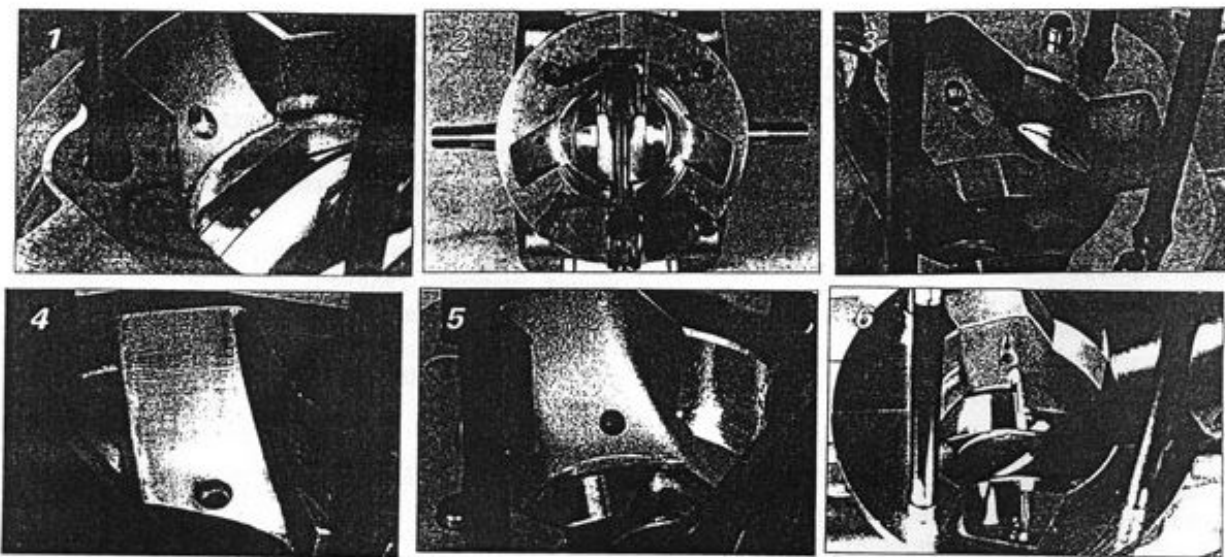
Как в поперечном, так и в продольном сечении также желательно, чтобы форма перепускных каналов была округлой, для хорошего прохождения газов.

На практике, даже на самых эффективных картовых двигателях 100 см³, почти всегда сохранялись довольно угловатые окна, лишь со скругленными углами, и достаточно тонкая стенка между перепускными каналами и цилиндром. На новейших моделях двигателей продольное сечение более разработано и имеет закругленную форму, все больше приближающуюся к теоретической форме, но требующую точной подгонки цилиндра и гильзы внутри перепускных каналов. Форма верхней части перепускных каналов при выходе в цилиндр разрабатывается все больше и больше.

На двигателях 125 см³ мотоциклетного типа почти всегда присутствуют значительно округленные формы, в особенности, для тех перепускных каналов, которые расположены вблизи выпускного окна. Следует сказать, что для этих цилиндров без гильз не существует проблемы подгонки на этом уровне.

Как на тех, так и на других, их наклон и расположение напротив выпускного канала начинается с их входного отверстия в картере. На цилиндрах с многоканальным перепуском этот наклон уменьшается по мере удаления от выпускного канала.

Во всех случаях перепускные каналы, расположенные по обе стороны центрального перепускного канала сильно скошены при выходе в цилиндр, чтобы не возмущать поток из этого центрального перепускного канала.



1 – NAP; 2 – КОМЕТ 55: На этих двигателях старой конструкции перепускные каналы начинаются относительно высоко в картере, и газы наталкиваются на немало шероховатостей на своем пути; 3 – PARILLA Reedjet (98); 4 – ROTAX (98): Канал литой необработанной или полированный, перепускные каналы начинаются намного ниже, и газы проходят довольно свободно. 5- CRG (98); 6 – VORTEX (98): Общая форма хорошо разработана, но может быть улучшена в месте посадки литейного стержня.

Страница 39 - 39 из 78

Считается, что во время фазы перепуска большая часть газов, находящихся в картере, неподвижна и что, в основном, газы, находящиеся под днищем поршня, питают перепускные каналы. Во всяком случае, это справедливо в отношении главных перепускных каналов. Поэтому представляется выгодным выводить последние в картер почти горизонтально и предотвращать срывы потока на нижнем краю входного отверстия. И здесь наблюдается совершенствование на двигателях новейшей конструкции. В самом деле, у них основания перепускных каналов расположены в картере намного ниже для предотвращения турбулентности газов, которые задевают коленчатый вал.

В отличие от главных перепускных каналов, дополнительный перепускной канал (или несколько каналов) выходит в цилиндр под наклонным углом. Этот третий перепускной канал, который раньше имел относительно малые размеры по сравнению с главными перепускными каналами, приобретал все большее значение по мере развития двигателей. Не только его поперечное сечение все более увеличивается, но и возрастает значение этого центрального перепускного канала благодаря более высокой диаграмме открытия, чем у боковых каналов.

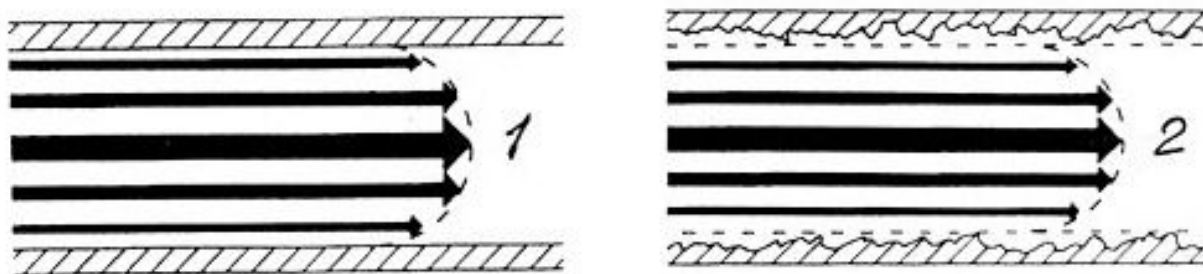
ПОЛИРОВКА ОКОН

Конструкторы практически единодушны относительно полезности полировки выпускного окна. Это уменьшает отложения нагара и улучшает истечение сгоревших газов.

Полировка перепускных каналов гораздо более спорна. Течение газа в системе труб происходит неравномерно. Скорость течения на периферии ограничивается трением о стенки. На этой периферии создается сцепленный со стенками и практически неподвижный слой газа, называемый граничным слоем. Потеря энергии вследствие этого трения называется потерей напора. Граничный слой затягивает мелкие дефекты поверхности и предотвращает отрыв газовых струй.

Полировка снижает потери напора. Следовательно, при одном и том же сечении и давлении она обеспечивает лучшее течение газа. Напротив, уменьшение толщины граничного слоя может приводить к созданию более значительных завихрений, чем до полировки. Следовательно, принимая полировку перепускных каналов, следует тщательно избегать образования волнистости.

В любых случаях всегда полезно избегать присутствия в перепускных каналах поверхностных дефектов, например, следов литейных стержней и дефектов соединения различных деталей. Как раз на этом и можно много выиграть. В конечном счете, следует добиться тщательной подгонки, так чтобы каналы были правильной и одинаковой формы. Их контролируют путем снятия отпечатка с плоскостей стыка, с места выхода в цилиндр и с внутренней стороны каналов. Когда результат получен, все части микродробеструят, чтобы воссоздать на поверхности тонкую гранулометрическую структуру, которая обеспечит тонкий и постоянный граничный слой.



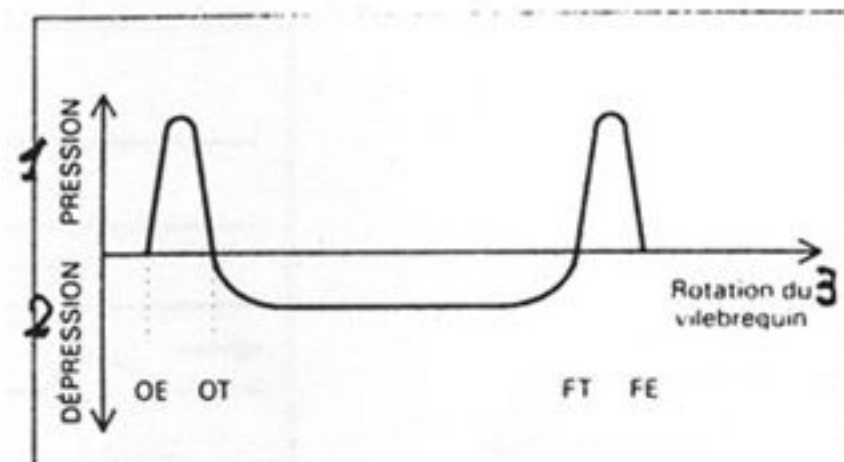
1 – гладкие стенки: граничный слой малой толщины; 2 – шероховатые стенки: более толстый граничный слой.

СОГЛАСОВАНИЕ ПУСКА

Все двухтактные двигатели, применяемые в гоночных машинах, используют одну и ту же систему выпуска, называемую камерой для разрежения газов. Цель этой камеры состоит в том, чтобы улучшить освобождение следующим образом.

РОЛЬ КАМЕРЫ ДЛЯ РАЗРЕЖЕНИЯ ГАЗОВ

Она сначала должна создать большое разрежение перед закрытием перепускных каналов, для того, чтобы энергично освободить цилиндр и всасывать новые газы, содержащиеся в картере.



1. Давление
2. Разрежение
3. Вращение коленчатого вала.

OE – открывание выпуска

OT – открывание перепускных каналов

FT – закрытие перепускных каналов

FE – закрытие выпуска

Цель камеры для разрежения газов состоит в том, чтобы использовать давление, созданное между OE и OT, чтобы отразить к выпускному отверстию разрежение между OT и FT, а затем давление между FT и FE.

Она должна затем создать противодавление в промежутке между закрытием перепускных каналов и закрытием выпуска для того, чтобы помешать новым выработанным газам удаляться через выхлопное отверстие, которое еще открыто. Отметим, что поиск разрежения имеет место также на четырехтактном двигателе, в то время как поиск противодавления более специфичен для двухтактного двигателя.

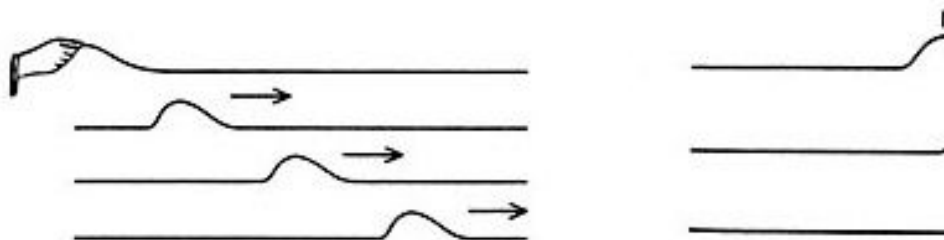
Следующая графическая схема показывает изменения, наблюдаемые как раз после выпускного отверстия при данном режиме, благодаря выпускной камере, приспособленной для этого режима.

Эти изменения достигаются путем использования колебания выхлопных газов. На этой стадии ясно объяснить принцип работы камеры для разрежения газов невозможно без предварительного предоставления некоторых объяснений, касающихся колебательного движения, и мы сделаем это, насколько это возможно, просто и ясно.

КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ, ЕГО РАСПРОСТРАНЕНИЕ.

Распространение поперечного колебания подчиняется хорошо определенным правилам, которые можно понять, выполнив следующий опыт.

Возьмем длинный резиновый слегка натянутый шнур, один из концов которого резко перемещается вбок, а затем переводится в начальное положение. Часть шнура, непосредственно соседствующая с этим концом, деформируется, а затем тотчас приводится в начальное положение, в то время как следующая часть перемещается в свою очередь и так далее. Колебание распространяется вдоль эластичного шнура. При прохождении колебания различные части шнура перемещаются перпендикулярно направлению распространения колебания.



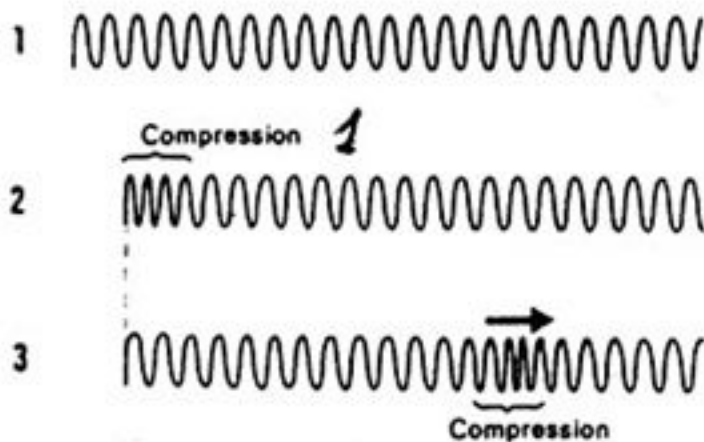
Это колебание является поперечным колебанием. Исследование этого явления показывает, что оно распространяется, подчиняясь следующим правилам:

- При прохождении колебания, каждый из пунктов шнура начинает двигаться идентично начальному движению, заданному концу шнура.
- Скорость распространения постоянна. На нашей схеме время, необходимое чтобы перейти из положения 1 к положению 2, зависит, таким образом, единственно от расстояния между M1 и M2.

Колебание может быть также продольным и на новом опыте мы продемонстрируем это явление.

Возьмем на этот раз длинную пружину, очень гибкую и слегка натянутую. Сожмем несколько спиралей на конце и затем их резко отпустим.

Они снова принимают свое положение равновесия, в то время как соседние спирали, в свою очередь, приближаются одна к другой и так далее.



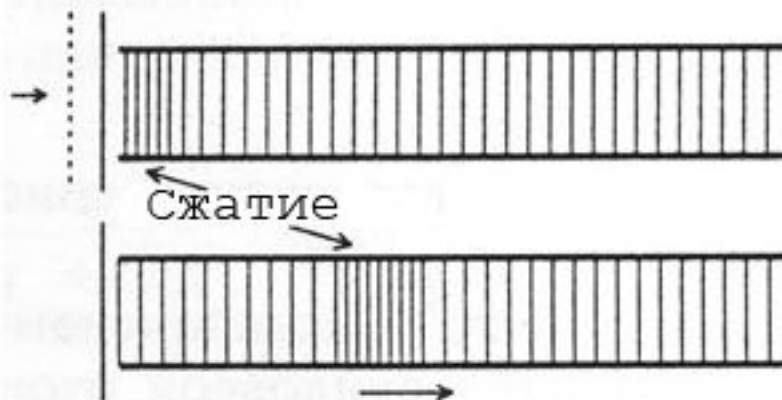
1. Сжатие

Страница 42 - 42 из 78

Сжатие распространяется вдоль пружины. Теперь раздвинем спираль с одного конца, а затем резко отпустим конец пружинки. Опыт нам показывает, что расширение также распространяется вдоль пружины. Идет ли речь о сжатии или расширении, проход колебания соответствует для каждого витка спирали небольшому перемещению по оси, по которой направлены продольные колебания.

Действительно, в камере выпуска газа ведут себя примерно так же, как и пружина. Сжатие, созданное открыванием выпускного отверстия, распространяется в газовой колонне. Как и спираль пружины, газовые пласты претерпевают один за другим небольшое продольное перемещение, которое сопровождается небольшим изменением давления газа в том же месте.

Как и для резинки или пружины, скорость распространения является постоянной. Следовательно, всегда можно рассчитать смещение от одного пункта к другому.



Другие опыты показывают, что:

- Скорость распространения не зависит ни от формы, ни от амплитуды начального колебания. Но зависит от среды распространения.
- Скорость распространения вибрации в газе пропорциональна температуре газа и обратно пропорциональна его плотности.
- Скорость распространения является независимой от давления газа и не зависит ни от частоты ни от формы вибрации.

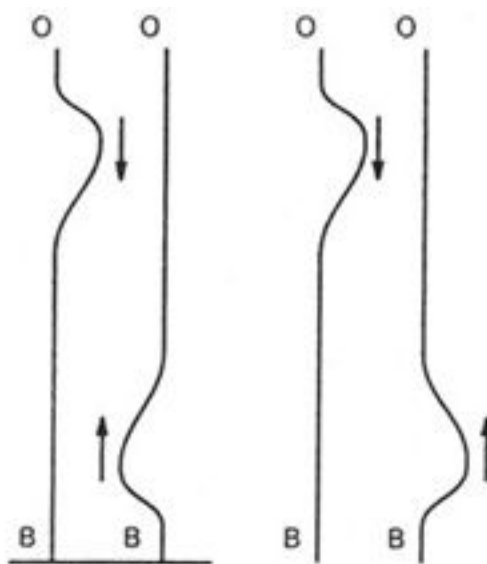
ОТРАЖЕНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

На этой стадии надо констатировать, что эластичная среда, в которой распространяется какое-либо колебание, обычно не является неопределенной. Когда колебание достигает лимита среды распространения, оно отражается и возвращается назад. Это явление подчиняется очень точным правилам. Отражение поперечного колебания непосредственно нас не интересует для того, что следует дальше, но оно имеет то преимущество, что его легко наблюдать. Вот почему мы вам предлагаем сделать следующий опыт.

Используйте слегка натянутый шнур ОВ, закрепленный на его конце В.

Резкое сотрясение на конце О производит колебание, которое распространяется к В, где оно отражается.

Страница 43 - 43 из 78



- **Отражение колебания на закрепленном конце меняет направления расширений.**

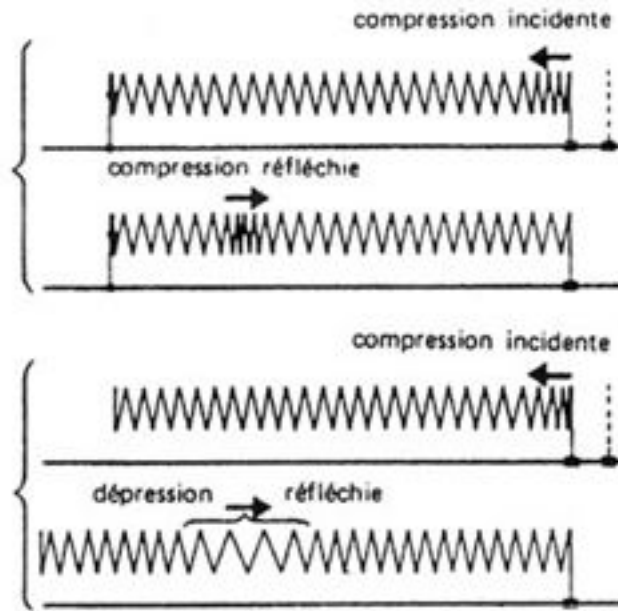
Если конец В свободен, то отражение происходит снова, но на этот раз расширение при возвращении имеет такое же направление, что и движение вперед.

- **Отражение на свободном конце не меняет направления расширений.**

Вы можете также на очень гибкой и слегка натянутой пружине поставить опыт, показывающий условия отражения продольного колебания. Это явление слишком быстрое, чтобы его можно было непосредственно наблюдать. Надо использовать камеском и наблюдать явление в замедленном виде.

В зависимости от того, зафиксирован или свободен конец пружины, начальное сжатие будет отражено в форме сжатия или расширения, как это показано на следующей схеме.

- **При зафиксированном конце сжатие отражается в форме сжатия**



Как и для шнура это соответствует изменению направления явления.

При свободном конце сжатие отражается в форме расширения.

Это соответствует на этот раз отражению без изменения направления, поскольку и при движении вперед и при возвращении перемещение каждой из спиралей, вызванное колебанием, производится всегда в одном и том же направлении.

Страница 44 - 44 из 78

В газовой колонне трубы все происходит таким же образом. Сверхдавление переходит в другое сверхдавление на дно закрытой трубы, в то время как отражение на конце открытой трубы вызывает разрежение.



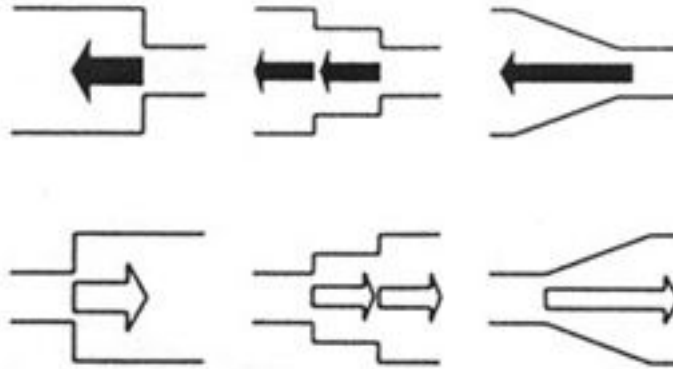
Конец трубы ведет себя как и конец пружины. В зависимости от того, закрыта она или открыта, произошедшее давление вызывает отраженное давление или разрежение.

Труба, которая переходит в другую трубу большего размера, ведет себя как частично открытая труба, в то время как резко суженная труба ведет себя как частично закрытая труба. В обоих случаях волна давления отражается одинаковым образом, как с открытой трубой, так и с закрытой, но частично, это происходит с меньшей силой.

СИСТЕМА ВЫПУСКА

Теперь мы можем понять, как ведет себя камера для разрежения газов. Изменение начального давления задается открыванием выпускного отверстия, которое освобождает сгоревшие газы при сильном давлении. Каждому расширению в системе труб будет соответствовать отраженное разрежение, а каждому сужению – отраженное сжатие. Это явление будет тем менее сильным и более продолжительным, чем больше прогрессирующим будет расширение или сужение. Открытый конус (или расходящийся) ведет себя как бесконечность небольших последовательных сужений. Напомним еще раз, что это не газы, а волна (давления или разрежения), которая отражается. Нет перемещения вещества, а есть перемещение энергии. Все данные, которые мы получили из предыдущих опытов, предполагают, что газ неподвижен в трубе. В камере выпуска при движении вперед скорость газов добавляется к скорости волны и вычитается при возвращении.

Получается, что время, выигранное в одном направлении, аннулируется временем, потерянным в другом, и камера выпуска ведет себя так, как если бы газы были неподвижными. Когда мы будем говорить о скорости волны, речь идет не о скорости газов, но о скорости перемещения волны в газах.



Сходящийся или расходящийся конус ведет себя как бесконечность небольших последовательных расширений или сужений. Чем более прогрессирующим будет изменение сечения, тем слабее и продолжительнее во времени будет отраженная волна.

Страница 45 - 45 из 78

КАМЕРА ДЛЯ РАЗРЕЖЕНИЯ ГАЗОВ РАСЧЕТ И РАБОТА

Камера для разрежения газов – это система выпуска, которая стремится создать волну разрежения в момент открывания перепускных каналов, за которым следует волна давления в момент закрытия выпуска. Разрежение создается расходящимся конусом, а давление – сходящимся конусом.

Эти волны разрежения и давления должны прибыть к отверстию выпуска в жестко определенный момент, чтобы способствовать в первый момент освобождению сгоревших газов, а затем чтобы помешать утечке свежих газов. Следовательно, нужно расположить разумным образом по отношению к отверстию выпуска с учетом скорости волны в камере расходящийся и сходящийся конуса.

Когда двигатель увеличивает обороты, скорость волны не меняется, напротив, разрежение и давление должны прибывать все быстрее. Следовательно, положение двух конусов меняется в зависимости от режима, в который хотят привести двигатель.

Вот пример из конкретного случая:

- Двигатель 100 см³
- Открывание выпуска в течение 175°
- Открывание перепускных каналов в течение 127°. Согласовать с 11000 об/мин.
- Диаметр выхлопной трубы 36 мм.

Начало отрицательной волны должно прибыть к открыванию перепускных каналов, то есть:

$$(175-127)/2 = 24^\circ$$

после открывания выпускного отверстия.

Коленчатый вал двигателя, вращающегося со скоростью 11000 об/мин выполняет вращение

$$(11000 \times 360^\circ)/60 \text{сек} \text{ градусов в секунду}$$

Вращение на 24° коленчатого вала соответствует, таким образом, проистекшему периоду времени «Т1».

$$T1 = 24 \times (60 \text{ сек}/(11000 \times 360^\circ)) \text{ сек}$$

В выхлопной трубе, которая расположена сразу за выпускным отверстием, газы имеют слабую плотность и высокую температуру, и обычно считается, что скорость волны в этом месте составляет примерно 1100 м/сек.

Следовательно, за период времени «Т1» волна пробежит путь, равный «L1»:

$$L1 = T1 \times 1100 \times ((24 \times 60 \times 1100) / (11000 \times 360^\circ)) \text{ метров}$$

То есть, примерно 0,4 м.

Поскольку это соответствует движению волны вперед и назад и началу желаемого разрежения у выпускного отверстия, то надо разделить это расстояние на 2, чтобы найти положение расходящегося конуса. Возьмем после выпускного отверстия трубу длиной 20 см, а за ней поставим расходящийся конус.

Опыт показывает, что на большинстве двигателей конус длиной 18,5 см, входной диаметр которого 36 мм, а финальный диаметр 88 мм. Следовательно, мы применим такой расходящийся конус.

Следующий за ним сходящийся конус должен быть расположен таким образом, чтобы волна давления прибыла к выпускному отверстию в момент закрытия перепускных каналов, т.е. $24^\circ + 127^\circ = 151^\circ$ после открывания выпускного отверстия.

Вращение на 151° коленчатого вала соответствует таким образом прошедшему периоду времени «Т2».

$$T2 = 151 \times (60 \text{ сек} / (11000 \times 360^\circ)) \text{ сек}$$

Так как в части камеры, расположенной после расходящегося конуса, газы уже значительно охладились, скорость волны гораздо слабее и обычно считают, что средняя скорость волны между сходящимся конусом и отверстием составляет примерно 500 м/сек. В момент закрытия выпускного отверстия волна, таким образом, пробежит путь «L2»:

$$L2 = T2 \times 500 = ((151 \times 60 \times 500) / (11000 \times 360^\circ)) \text{ метров}$$

Т.е., примерно 1,14 м.

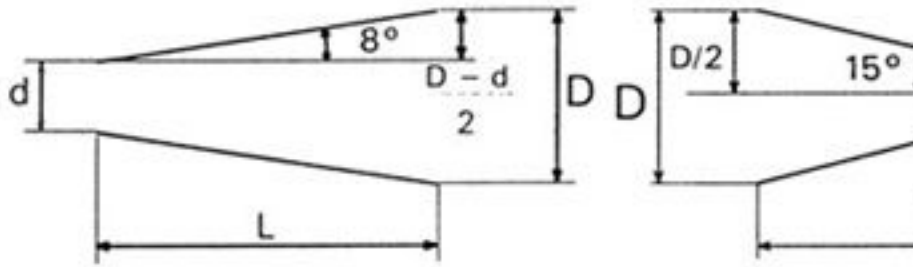
Руководство по картам: двигатели

Это соответствует движению волны вперед и назад, следовательно надо разделить дистанцию на 2. Следовательно, поместим центр сходящегося конуса на расстоянии 37 см от выпускного отверстия.

Опыт показывает, что угол 15° является наиболее оптимальным. При входном диаметре 88 мм это дает нам конус длиной 16,4 см, в конце которого, однако, надо оставить прорезь для выхода газов.

Расходящийся конус и сходящийся конус (называемый также противоконус) будут связаны цилиндрической частью.

И, наконец, завершим этот выпуск трубой утечки, которая должна проведя выходящие газы с высокой скоростью использовать их инерцию, чтобы освободить камеру для разрежения газов. Ее роль слишком сложна, для того чтобы ее можно было рассчитать. Все то, что знают о ней, так это то, что ее длина и диаметр очень важны для хорошей работы камеры. Они определяются опытным путем.



$$\frac{\pi D^2}{4} = 6 \times \frac{\pi d^2}{4}$$

$$D^2 = 6 \times d^2$$

$$D = d\sqrt{6} = 36 \times 2,45 = 88 \text{ mm}$$

$$\frac{D - d}{2} = 26 \text{ mm}$$

$$\text{Tg} 8^\circ = \frac{26}{L}$$

$$L = \frac{26}{\text{Tg} 8^\circ} = \frac{26}{0,141} = 185$$

$$d = 36 \text{ mm} \quad D = 88 \text{ mm} \quad L = 18,5 \text{ mm}$$

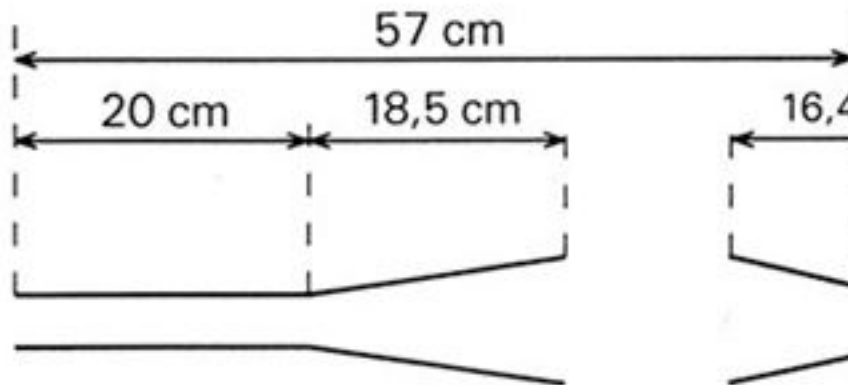
$$\frac{L}{D/2} = \text{Cotg} 15^\circ$$

$$L = \frac{D \times \text{Cotg} 15^\circ}{2}$$

$$L = \frac{88 \times 3,732}{2}$$

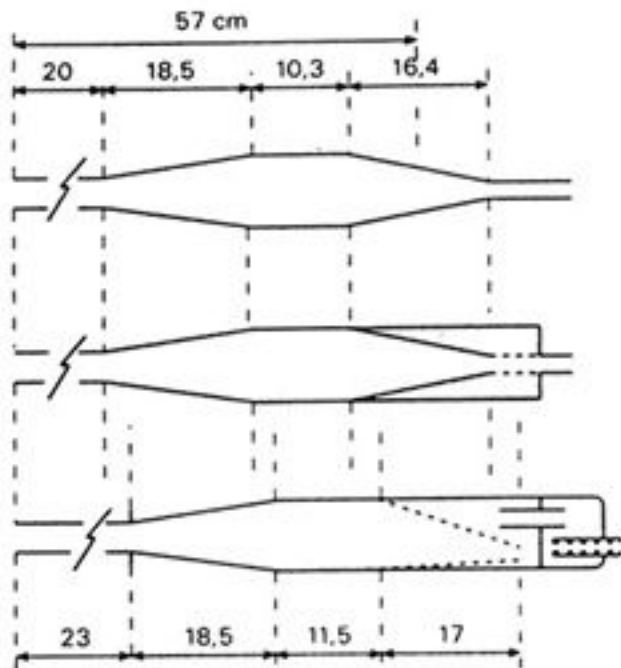
$$L = 164 \text{ mm}$$

$$D = 88 \text{ mm}$$



Если вы хотите кроме прочего получить еще и антишумовой эффект, то самое простое решение – это использование той же камеры для разрежения газов, а на конце ее антишумовую систему. Вообще, разница в КПД, наблюдаемая в этом случае, объясняется не столько самой антишумовой системой, сколько тем, что в этом случае становится невозможным устроить настоящую трубу утечки.

При сравнении камеры, рассчитанной таким образом по данным, которые являются данными КОМЕТ К 55 и камеры, реально используемой на этом двигателе, наблюдается очевидное сходство.



Угол и длина сходящегося и расходящегося конусов одинаковы и расположены они тоже одинаково. Однако нельзя самообольщаться относительно значения этого расчета. Речь идет только о приближении. Определение скорости волны произвольно, кстати, переход от 1100 к 500 м/сек не происходит скачкообразно. Любой подход предполагает кроме того, что режим, с которым хотят согласовать двигатель, выбран правильно. В данном случае, выбор другого режима согласования привел бы нас к камере с другим размером.

Этот метод получил развитие, т.к. он позволяет понять как важность размеров камеры для разрежения газов, так и возможное влияние той или другой модификации. Этот метод, позволяющий приблизиться к оптимальным размерам камеры для разрежения газов, не может, однако, обойтись без эксперимента, который необходим, чтобы получить очень хорошую камеру для разрежения газов.

Двигатель карта 100 или 135 см³, который работает без коробки скоростей, должен эксплуатироваться в режимном диапазоне 8 или 9 тысяч оборотов/мин. Согласование выпуска тогда может быть получено только для среднего режима. В зависимости от очертаний трассы и, в частности, в зависимости от ее разнородности и соотношения важности медленных и скоростных участков, будет интересно переместить режим согласования более или менее близко к режиму максимального момента или к режиму максимальной мощности.

Это часто практикуют, изменяя длину выпускного шланга. Знание метода теоретического расчета является в данном случае полезным. Оно позволяет определить, в каком направлении и на какое значение нужно воздействовать, чтобы переместить режим согласования выпуска на некоторое число оборотов.

Обратимся к примеру. Все данные идентичны предыдущему примеру, теперь попробуем увеличить или уменьшить на 500 об/мин режим согласования.

Страница 48 - 48 из 78

Достаточно использовать «правило трех», чтобы найти новые позиции конуса и контрконуса. При 10500 и 11500 об/мин относительное изменение по отношению к 11000 об/мин будет:

$$500/11000 = 0,045 = 4,5\%$$

Чтобы получить увеличение режима согласования при 11500 об/мин, надо будет уменьшить «L1» и «L» на 4,5%, т.е.

$$L1 = 20 - 1 = 19 \text{ см}$$

$$L2 = 57 - 3 = 54 \text{ см}$$

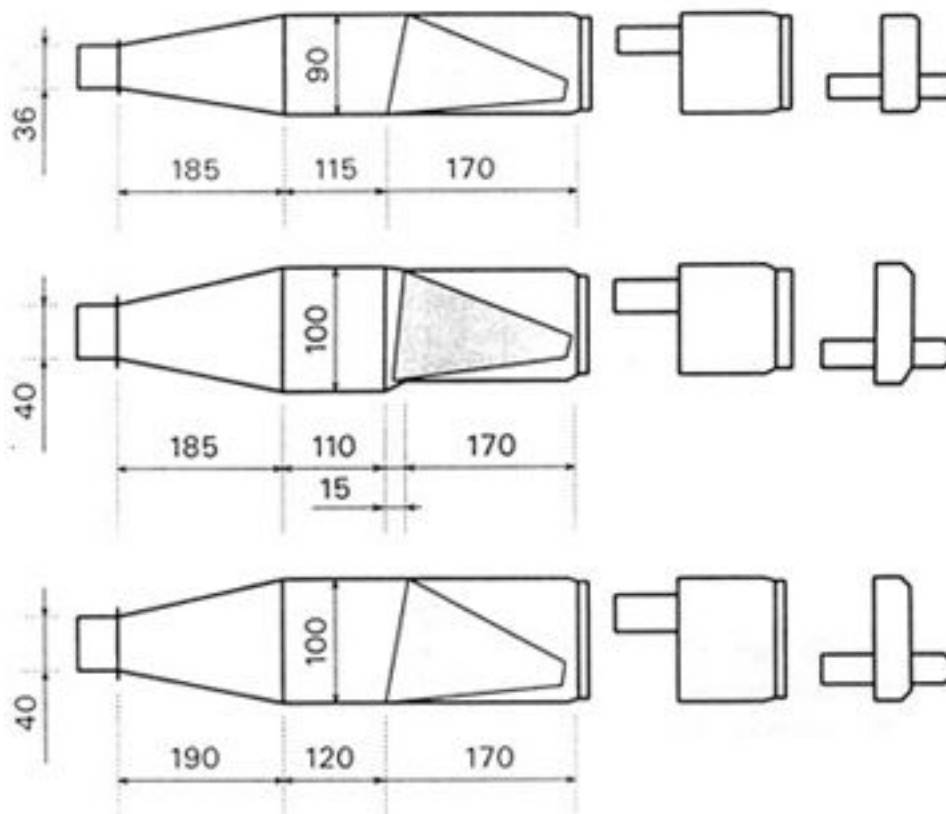
И напротив, чтобы согласовать с 10500 об/мин

$$L1 = 20 + 1 = 21 \text{ см}$$

$$L2 = 57 + 3 = 60 \text{ см}$$

На практике обычно саму камеру для разрежения газов не меняют, а довольствуются тем, что ее перемещают на среднее значение, здесь оно составляет 2 см, играя на длине выпускного троса. Этот прием использовался в течение многих лет и исходные камеры для разрежения газов очень резко переделывались. Это также является единственно возможным решением в категориях, где камера регистрируется вместе с двигателем и ее нельзя модифицировать; это самый распространенный случай. Прежде чем камеры регистрировались вместе с двигателем, часто можно было видеть в грузовиках ремонтного назначения батареи из 3-х или 4-х различных камер, которые пилоты пробовали, чтобы найти самую подходящую для очертания трассы. Это всегда имеет место в Формуле А, в ЖСС и в Формуле С, где лучшие результаты не всегда достигаются с помощью оригинальной камеры, поставленной конструктором.

На двигателях 100 см³ с выпуском на бустерах, которые особенно хорошо освобождают цилиндр, эта тенденция заключается в том, чтобы использовать камеры большего объема, со ступенями или без них. Надо также отметить, что более короткий и более открытый конус или камера большего сечения благоприятно воздействуют на мощность при высоком режиме, больше освобождая цилиндр. Использование таких камер изменяет и карбюрацию. Надо иметь это ввиду, когда вы пробуете камеры различного объема, чтобы избежать заклинивания двигателя.

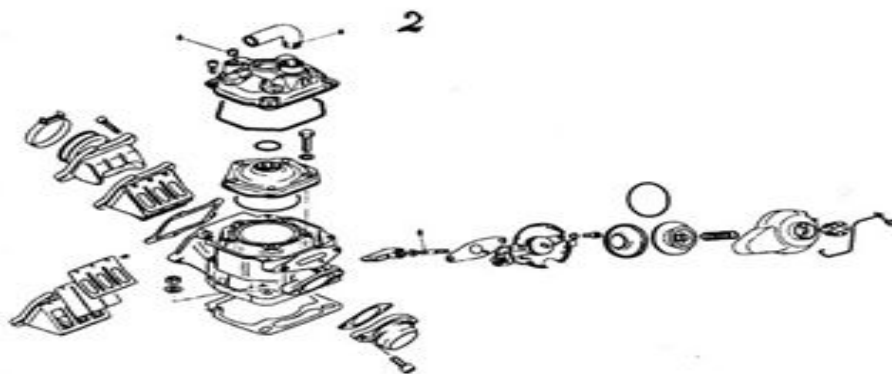
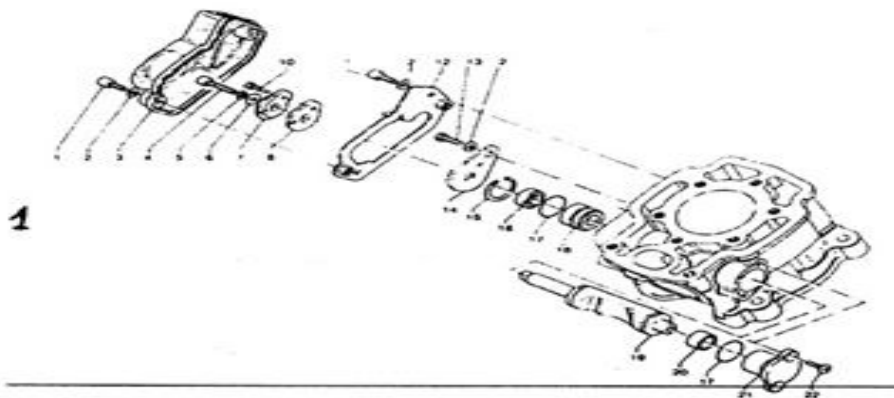


Страница 49 - 49 из 78

СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕННОГО ВЫПУСКА

Системы переменного выпуска обычно запрещены на карте 100 см³ и 125 см³ с целью уменьшения расходов, однако не будем закрывать эту главу, не упомянув некоторые системы, которые использовались на спортивных мотоциклах или на скоростных туристических. В системе с выпускным клапаном YPUS YAMAHA позади отверстия помещается вращающийся золотник, который в зависимости от режима двигателя меняет высоту выпускного отверстия. На машинах Rotax Max 125 установлена система типа гильотины, которая позволяет менять высоту выпуска. Механического управления нет, система срабатывает при изменении давления. Таким образом, получается переменная диаграмма выпуска, увеличивающаяся при высоком режиме и уменьшающаяся при низком режиме. При равной максимальной мощности двигатель получает таким образом большую гибкость.

Суть системы с расширительной камерой AEC SUZUKI заключается в том, чтобы поставить выхлопную трубу в контакт с резонансной камерой, которая ослабляет волны давления при режимах, когда выпуск не согласован. Эту камеру закрывают при приближении режима согласования выпуска.



1. Устройство переменного выпуска двигателя 125 см³ Gilera. Клапан воздействует одновременно на бустеры, выпускное отверстие и расширительную камеру.

2. На RotaxMax 125 изменения давления при выпуске заставляют двигаться гильотину и изменяют высоту выпускного отверстия.

Страница 50 - 50 из 78

Система XTPS KAWASAKI является смешанной. При низком и среднем режиме система закрывает бустеры и соединяет основное отверстие с резонансной камерой. При высоком режиме резонансная камера закрыта, а бустеры открыты. В этой системе диаграмма выпуска не меняется, меняется только площадь выпускных отверстий. В системе CILRPA 125 используются сразу все способы. Выхлопной клапан может менять высоту и сечения основного отверстия и двух бустеров. В низком положении он соединяет также выпуск с резонансной камерой, расположенной поверх головки цилиндра. Этот двигатель использовался на картах несколько лет назад, но клапан блокировался в открытой позиции, ради соответствия рекомендациям.

ПРОТИВОШУМНЫЕ СИСТЕМЫ

Несколько лет тому назад никому не пришло бы в голову ставить вопрос о противозумных двигателях в книге о двигателях гоночных машин, но проблема шума все больше и больше встает на повестке дня. Многие трассы должны были держать ответ на судебных процессах, возбужденных жителями, дома которых находятся рядом с трассами. В этом контексте выживаемость картинга связана с прогрессивным уменьшением шума. Регламентация становится все более строгой. Она обусловила использование противозумовых впускных устройств и выхлопных устройств во всех категориях.

ВЫПУСКНОЕ ПРОТИВОШУМНОЕ УСТРОЙСТВО ADAC.

Наконечник ADAC, который сейчас обязателен почти для всех категорий, является системой уменьшения звука с перегородкой. Небольшой пример позволяет нам легко понять его работу. Если бросают булыжник в пруд с очень гладкой поверхностью, то волны от удара легко расходятся по поверхности воды. Если же бросают одновременно несколько булыжников в различных местах, то ударные волны пересекаются и взаимно уничтожаются. В выпускной системе пока газы перемещаются по прямой линии, их выброс создает звуковую волну, которая перемещается вместе с газами. Отражившись от перегородок, волны устремляются в обратном направлении и взаимно уничтожаются, как рябь на поверхности воды.

АБСОРБИЦИОННЫЕ ПРОТИВОШУМОВЫЕ УСТРОЙСТВА

Противошумовые устройства с поглощением используются на картах 125 см³ с коробкой таким же образом, как и на мотоцикле. Принцип их действия заключается в том, чтобы заставить газы циркулировать в перфорированной трубе, окруженной абсорбентом: стекловолокном или металлической стружкой, которое препятствует отражению волн.

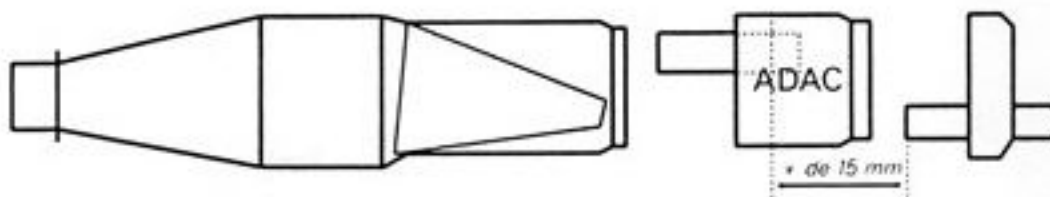
Страница 51 - 51 из 78

СЛЕДУЕТ ИМЕТЬ ВВИДУ

Выхлоп является не единственным источником шума на карте, шум всасывания, созданный впуском, тоже довольно велик. Конструкторам удалось заметно снизить его за счет воздушных коробов, которые являются теперь обязательными во всех классах.

Ребра двигателей с воздушным охлаждением сильно вибрируют и являются важной причиной усиления шума. Двигатели с водяным охлаждением производят более глухой шум, который меньше распространяется вокруг трека.

По уровню шума вблизи карта или непосредственно на трассе, нельзя судить о его силе на расстоянии 1 или 2 км от трассы. Именно этот далекий шум в действительности является наиболее тягостным для людей, живущих возле трассы. Во всяком случае проблема является важной и, конечно, она обусловит изменение регламентаций в последующие годы.



Наконечник ADAC – это устройство с перегородкой, которая вставляется между камерой и его наконечником. При отсутствии более строгой регламентации надо следить за тем, чтобы зазор между перегородкой ADAC и выхлопной трубой камеры был не менее 15 мм, чтобы избежать нагрева и заклинивания двигателя.

Страница 52 - 52 из 78

СИСТЕМА ШАТУНОВ

Силы инерции значительны в альтернативном двигателе.

Рассчитать ускорение поршня можно по следующей формуле:

$$t = ((n^2c)/180) \times (\cos a + \cos^2 a)/2k$$

“t” – ускорение в м/сек²

“n” – число оборотов в минуту

“c” – пробег поршня в метрах

“a” – угол вращения коленчатого вала по отношению к РМН (нулевое значение в Высокой Мертвой Точке)

“k” – отношение длины шатуна к пробегу поршня

Возьмем, например, случай ROTAX DSC 100, вращающийся при 10000 об/мин.

Мы знаем:

- Длину шатуна: 100 мм
- Пробег поршня: 50,5 мм

Из этого мы выводим “k”:

$$k = 100/50,5 = 1,98$$

Максимальное ускорение достигается для $\cos(a) = 1$. Оно составляет 14160 м/сек². Это означает, что два раза в течение одного оборота поршень и часть шатуна, которая перемещается продольно, которые составляют всего примерно 160 г массы, развивают на остальную часть двигателя силу, которая превосходит в значениях от 0 до 14160 раз их вес, т.е. примерно от 0 до 2690 кг. 20000 раз в минуту альтернативная экипировка развивает, следовательно, на остальную часть двигателя силу, которая возрастает от 0 до 2,7 тонн. Эффект быстро нарастает при увеличении режима и сила достигает примерно 6 тонн при 15000 об/мин и около 9 тонн при 18000 об/мин.



При таком соотношении становится понятнее важность этого явления и интерес конструкторов к сохранению и уравниванию этой силы. Действительно, равновесие, строго говоря, невозможно на моноцилиндре, и все, что можно сделать, это перераспределить эту силу в наименее благоприятном направлении. Для работы в высоких режимах, необходимых для получения высокой удельной мощности, можно уменьшить эти силы инерции путем использования соотношения *внутренний диаметр/пробег*.

Страница 53 - 53 из 78

Такие моторы называются супер-квадратными, в отличие от двигателей с длинным пробегом. Но в двухтактном двигателе все не просто и увеличение соотношения *внутренний диаметр/пробег* имеет свои недостатки.

При равном метраже двигателя, одинаковой диаграмме открывания отверстий и равной ширине отверстий (в градусах вокруг цилиндра) чем больше увеличивается внутренний диаметр, тем больше уменьшается площадь отверстий. Как говорят конструкторы, проницаемость цилиндра уменьшается при увеличении соотношения *внутренний диаметр/пробег*.

Поскольку для работы в высоких режимах необходимы каналы большого сечения, то приходится искать компромиссное решение. Его легко достичь на несовершенных двигателях, где сечение каналов может быть небольшим. Но надо действовать осторожно, если вы хотите получить высокие рабочие характеристики. Вот почему некоторые конструкторы разработали практически идентичные двигатели с различными пробегами.

По мере омологации было отмечено определенное совпадение параметров и все двигатели, которые сейчас явно используются чаще других, являются квадратными, с внутренним диаметром, почти идентичным пробегу.

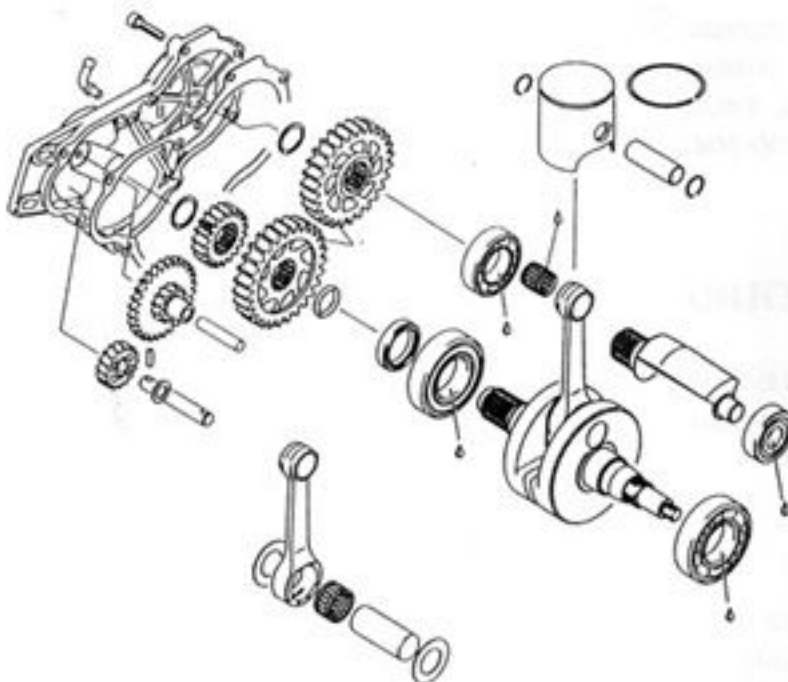
ПЕРВИЧНЫЕ И ВТОРИЧНЫЕ СИЛЫ ИНЕРЦИИ

Силу инерции альтернативной связки шатун/поршень можно считать состоящей из двух сил:

- Первичная сила инерции связана с движением поршня, без учета воздействия факторов, связанных с наклоном шатуна.
- Вторичная сила инерции связана с изменением наклона шатуна

Частота первичной инерции равна скорости вращения двигателя. Она может быть частично уравновешена путем монтажа противовеса на коленчатом валу.

Частота вторичной силы инерции вдвое превышает скорости вращения двигателя. Она не может быть уравновешена простым устройством, помещенным на коленчатом валу. Противовес, расположенный на руле, уменьшает первичную силу инерции, которая направлена по оси цилиндра, но он вводит перпендикулярно этой оси новую силу. В конце концов, если полностью устранять первичную силу инерции, то нужно ввести в перпендикулярном направлении другую силу, которая имеет точно такую же интенсивность. Следовательно, на моноцилиндре не устраняется первичная сила инерции, он перераспределяется в вертикальном направлении. Фактор равновесия – это процент первичной силы, который уравновешен противовесом (или, более точно говоря, перераспределен).



На этом рисунке четко виден вал равновесия мотора RotaxMax.

Привод осуществляется с помощью зубчатых колес, а «маятник» вращается в направлении, противоположном коленчатому валу.

Страница 54 - 54 из 78

Нулевой фактор соответствует максимальной силе в оси цилиндра и нулевой силе в перпендикулярном направлении. Фактор, равный 100, соответствует нулевой силе в оси цилиндра и максимальной в перпендикулярном направлении. В двигателе для туристического карта Rotax Max используется тот же принцип, что и для некоторых моторов мотоциклов. Вал равновесия с контргрузом вращается параллельно коленчатому валу и в противоположном направлении от него; созданные вибрации имеют противоположное направление тем, которые генерированы коленчатым валом и их более или менее аннулируют. Это устройство позволяет уравновесить большую часть сил инерции, созданных альтернативной экипировкой в оси цилиндра и уменьшить силу, индуцированную в направлении, перпендикулярном цилиндру, весами равновесия.

Можно было бы предположить, что надо уравнивать двигатели с фактором 50%. На самом деле, надо учитывать, что двигатель монтирован на шасси, которое обладает самоамортизирующими свойствами, весьма различными в зависимости от направления и частоты сил, которые к нему приложены. Следовательно, при выборе лучшего фактора равновесия используется и часть эмпирического опыта. Выбор зависит от двигателя, от шасси, от типа крепления двигателя на шасси. Крепления двигателя теперь хорошо разработаны и практически одинаковые на всех шасси, что упрощает работу мотористов. Но так было не всегда. Этим объясняется эпидемия поломок коленчатого вала на шасси одной марки несколько лет тому назад. Можно считать, что в случае большого изменения веса альтернативной экипировки, надо будет изменять вес масс равновесия для того, чтобы снова найти изначальный фактор равновесия.

При резком изменении режима использования надо будет поискать новый адаптированный фактор равновесия. Это означает, что в зависимости от режима, который наиболее часто достигается на данной трассе, надо будет поискать адаптированное равновесие. Здесь мы входим в очень сложные области экспериментирования, требующие особого оборудования, которое не всем по карману.

По мере улучшения качества материалов и методов обработки заводы заставили свои двигатели вращаться все быстрее со все более высокими диаграммами. В то же самое время они экспериментировали и изменяли фактор равновесия своих двигателей, что на первый взгляд не всегда очевидно. Это одна из причин, по которым опасно копировать на старых двигателях диаграммы, используемые в настоящее время.

Страница 55 - 55 из 78

ИЗМЕРЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ ФАКТОРА РАВНОВЕСИЯ.

Взвесьте поршень, ось, клипсы, силы, обозначим полученный вес "m1". Взвесьте ногу шатуна с шатуном в горизонтальной позиции, обозначим полученный вес "m2". Вес в альтернативном движении составляет:

$$M = m1 + m2$$

Подвешивайте к ноге шатуна вес "m3" до тех пор, пока коленчатый вал не будет в равновесии во всех позициях. Противовес коленчатого вала равен

$$C = m1 + m3$$

Фактор равновесия будет, таким образом:

$$F = C/M = (m2 + m3)/(m1 + m2)$$

Предположим, что он составит, например 48%. После модификации шатуна или поршня взвесьте снова "m2", т.е. "m'2". Тогда можно легко рассчитать "m'3", чтобы сохранить тот же фактор, т.е.

$$m'3 = F(m1 + m'2) - m'2$$

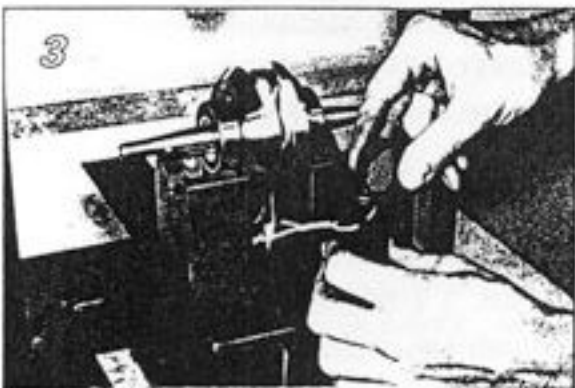
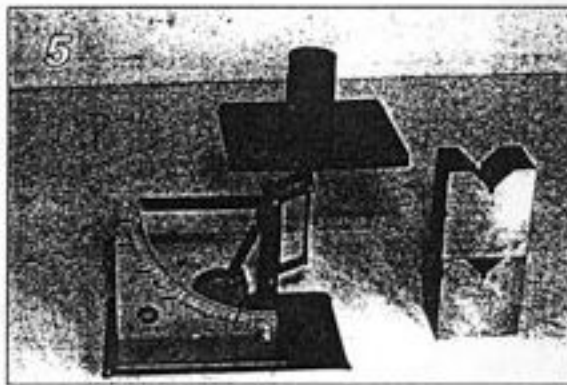
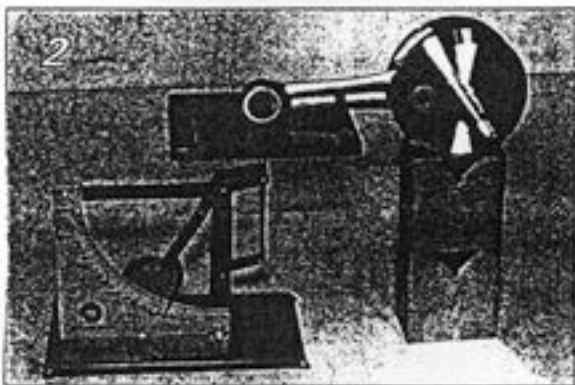
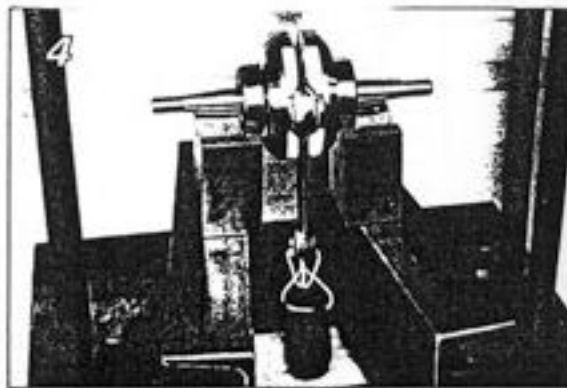
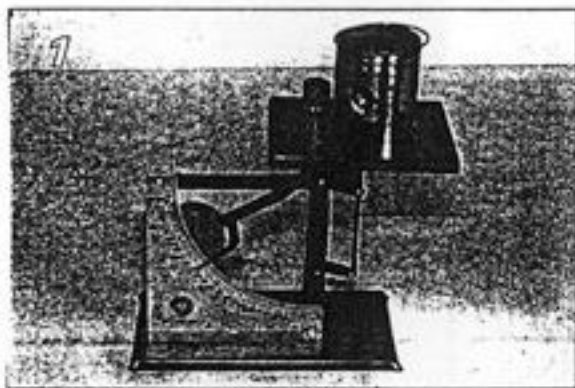
После того, как этот новый вес зафиксирован к ноге шатуна, надо будет снова найти равновесие, которое будет наблюдаться во всех позициях. Если альтернативная экипировка была облегчена, то надо будет просверлить маховики коленчатого вала напротив шейки коленчатого вала. Продланное таким образом отверстие могло быть наполнено древесиной бальсы, склееной с аральдитом, но в этом случае вы бы нарушали регламент, который запрещает внесение посторонних веществ.

ДРУГИЕ ВАЖНЫЕ ПУНКТЫ

Определение длины шатуна требует компромиссного решения. Чем длиннее шатун, тем больше соотношение «к», что соответствует уменьшению максимального ускорения поршня. С другой стороны это увеличивает вес альтернативной экипировки и уменьшает ее сопротивление возгоранию, что является неблагоприятным фактором.

Чем короче шатун, тем ближе становится поршень к коленчатому валу, что дает благоприятный эффект на прекомпрессию картера, но давление контакта между поршнем и цилиндром увеличивается с наклоном шатуна. При более коротком шатуне, который наклоняется больше, мы получим при спуске поршня большее давление на стороне цилиндра, которая находится напротив шатуна. Поэтому важно выбрать такое направление вращения двигателя, чтобы эта сторона не была стороной выпуска.

С этой точки зрения карты 100 и 135 см³ находятся в невыгодном положении. Большинство двигателей 100 см³ последнего поколения использует шатуны с межосевым расстоянием 100 мм. Kiet использовал шатуны более длинные, с межосевым расстоянием 103 мм.

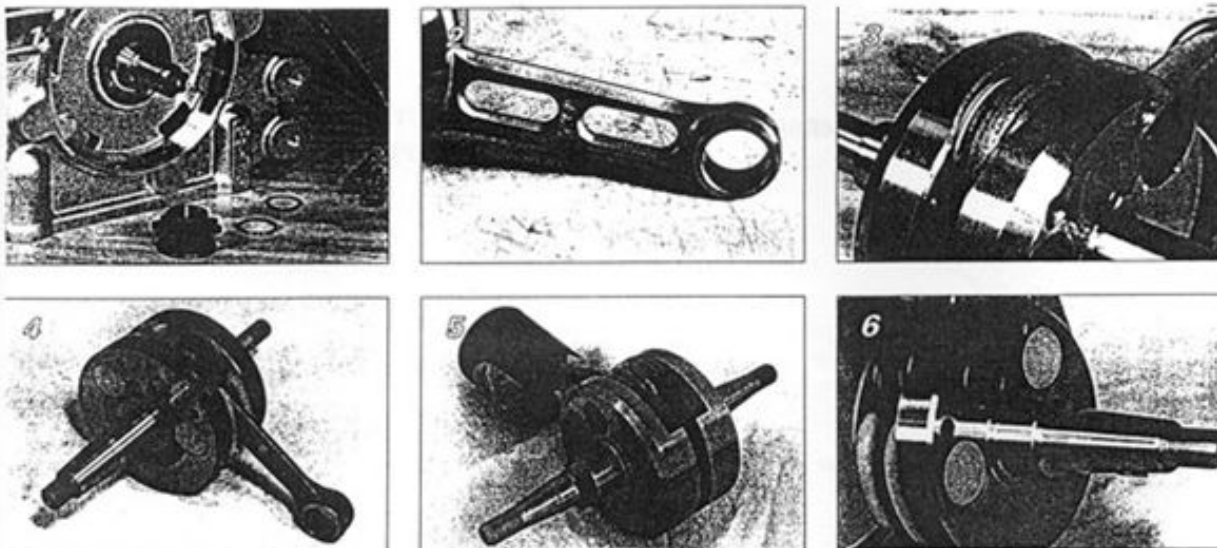


1. Взвешивание поршня = M1

2. Взвешивание ноги шатуна = M2

3-4. Поиск независимого равновесия с помощью небольшой камеры, наполненной дробленым свинцом.

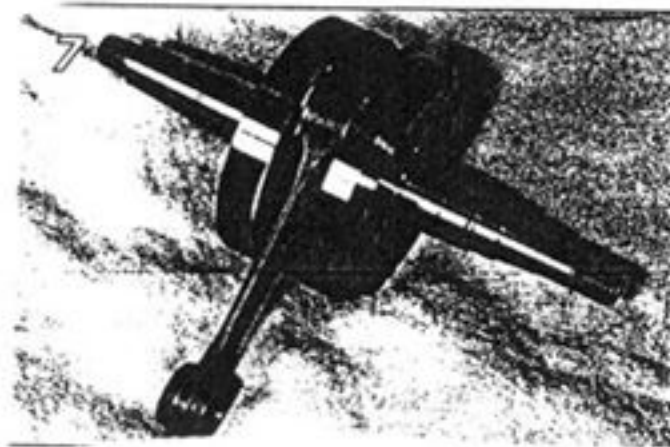
5. Взвешивание найденной таким образом массы M3.



1. Крепление оригинального зубчатого колеса по бороздкам двигателя Vortex, зарегистрированном в 1998 г.
2. Перфорированный шатун MACMINARELLI. Такие шатуны применяются все реже.
3. Все двигатели используют сейчас центровку шатуна через низ, даже такая консервативная компания, как YAMAHA, не является исключением из правила.
4. Фирма Rotax одна из первых использовала шатунные шейки большого клапана для этого ТТ 36.
5. Большая шатунная шейка и непосредственная обработка на коленчатом валу ореха клапана для этого ТТ 36.
6. PARILLA. Обратите внимание на выступ, позволяющий монтировать большие ролики G205.
7. Коленчатый вал с небольшими шатунными шейками для монтажа роликов G204.

Что касается шатунов, то нужно отметить следующее: на двухтактных двигателях спротивных гоночных машин, шатун вращается на иглах, посаженных как в голове, так и в ноге. Коленчатый вал должен быть жестким и абсолютно прямым. Сейчас уже не используют шатуны с крышкой как на автомобилях, и, чтобы монтировать шатун, надо изготовить его из нескольких кусков, собираемых затем с помощью прессы.

При уменьшении числа собираемых деталей прочность коленчатого вала возрастает, но его изготовление усложняется. Уже в течение многих лет шатуны карта из 2-х частей были заменены шатунами из 3-х частей, которые не столь прочные, но их легче изготовить и ремонтировать.



ПОРШЕНЬ

Поршень – это часть двигателя, которая подвергается очень сильным термическим и механическим нагрузкам.



Хороший поршень должен отвечать многим требованиям, часто противоречивым:

- Легкость
- Малый коэффициент трения
- Большая твердость
- Небольшой зазор с цилиндром, что улучшает управление поршнем и, следовательно, улучшает механический КПД двигателя.
- Достаточный зазор, чтобы избежать заклинивания
- Хорошая эвакуация калорий с верхней части поршня, чтобы предотвратить перегрев газов, содержащихся в камере
- Хорошая герметичность на стыке с цилиндром и т.д.

Эти качества достигаются выбором:

- Сплава
- Формы поршня
- Способа конструирования
- Зазора поршень/цилиндр
- Сегментации
- Антифрикционного слоя

ВЫБОР СПЛАВА

Когда двигатель вращается, цилиндр увеличивается в диаметре при увеличении температуры. Но поршень разогревается еще больше и расширяется сильнее, откуда и риск заклинивания.

Конструкторы решают эту проблему, изготавливая поршни из алюминиево-кремниевого сплава. Эти сплавы имеют хорошее сопротивление износу и высоким температурам и небольшие коэффициенты трения и расширения. Эти качества возрастают с увеличением процентного содержания кремния.

В четырехтактном двигателе, где поршень меньше подвергается тепловым нагрузкам, довольствуются обычно 12-13% кремния. В сплавах для двухтактного двигателя процент кремния очень часто превышает 20%.

Плотность этих сплавов варьируется между 2,6-2,8. В исключительных случаях можно использовать специальные сплавы, плотность которых может падать до 1,8. Недостатком этих сплавов является их невысокая твердость и, как следствие, плохое сопротивление износу.

ФОРМА ПОРШНЯ

Чтобы обеспечить наилучшую герметичность (в действительности это в основном роль сегментов), хорошее рассеивание тепла к цилиндру и хорошее управление поршнем, на двигателях спортивных машин используют зазоры поршень/цилиндр настолько небольшие, насколько это возможно. Поскольку различные участки поршня разогреваются по-разному, его форма очень сложная при холодном режиме, но позволяет ему приобрести явно цилиндрическую конфигурацию при горячем режиме.

Поршень имеет коническую форму и низ юбки более широкий, чем голова. Эта голова имеет явно эллиптическую форму. Низ юбки или цилиндрический, или овальный, подобно голове, но менее сильно. Новый поршень и микрометр позволят вам легко убедиться в этих данных.

Форма поршня также зависит от нагрева трением и поршни с графитом часто имеют форму, несколько отличную от классической. Эти различия очень тонкие, причем настолько, что одна фирма, достаточно опытная в подобных вопросах, должна была провести много разработок, прежде чем сделать поршень с графитом таким же эффективным, как и поршень Rotax. Форма «Четырехлистник» (сечение поршня слегка деформировано и имеет форму клевера с четырьмя лепестками), которая очень хорошо подходила для классических поршней, оказалась непригодной для поршней с графитом.

Сплавы	Термо обработка (1)	Замеч ания (2)	Требуемые качества
A-S200U	5	b	Очень хороший коэффициент расширения
A-S22UNK	5	b	Очень низкий коэффициент расширения, но высокая жаростойкость
A-S12UN	5	b	Низкий коэффициент расширения
A-S10U6	5	b	Совокупность свойств средних поршней

Примечание:

(1) 0: нет обработки, 3: закалка и отпуск, 4: закалка и старение, 5: стабилизация

(2) а: требует высокой точности при отливке, b: отливается только в металлической форме, с: позволяет получить тонкие детали

Страница 59 - 59 из 78

Сплавы Типичный химический состав
(сплав: остальное)

Физические свойства

	Si	Cu	Mg	Mn	Ni	Другие элементы (Ti-Zn-Fe- -Cr-Co)	Удель- вес, г/см ³	Коеф-ф ициент терми-ч еской прово-д имости при 20°C (3) 0 см ² /см	Удельно сопроти- вление между 20°C и 100°C (3) 0 см ² /см	Коеффициен т расширения между 20 и 100°C	Интервал отвердевания, °C	Средня я усадка, %
A-S20U 0	2				≤1.5		2.60	0.40		18x10 ⁻⁶	675-525	11
A-S22U NK	2 1	1.6	1	0.5	1.2	Co: 1.2	2.68	0.30		17.5 x10 ⁻⁶	700-520	11
A-S12U N	1 2	1	1.1	1			2.72	0.38	6	19x10 ⁻⁶	565-520	12
A-S10U G	1 0	2.2	1.1	0.5		Fe: 0.85	2.70	0.28	6	20.5x10 ⁻⁶	585-525	12
A-U4NT	4	1.5	2			Ti ≤ 0.20	2.80	0.38	5	22.5x10 ⁻⁶	635-525	14
A-U10G 5	10	0.2				Fe: 1	2.95	0.42	5	21.5x10 ⁻⁶	635-525	13

ЗАЗОР С ЦИЛИНДРОМ

Зазор зависит в большей степени от двух предыдущих характеристик и от способности цилиндра эвакуировать калории. Получается, что каждый двигатель имеет минимальный зазор, ниже которого спускаться очень опасно.

Минимальный зазор для адаптации в холодном режиме составляет от 9 до 10/100-ых мм для двигателей с современной рубашкой. Несколько лет тому назад режимы были менее высокими и поршень лучше охлаждался третьим перепуском не-«ТТ». Тогда без проблем допускали зазор до 5/100-ых, как например, для Parilla TG 14. У цилиндров из хрома или никазила коэффициент расширения гораздо ближе к коэффициенту расширения поршня и зазоры могут быть гораздо меньшими: например, 6/100-е на ТМК 5.

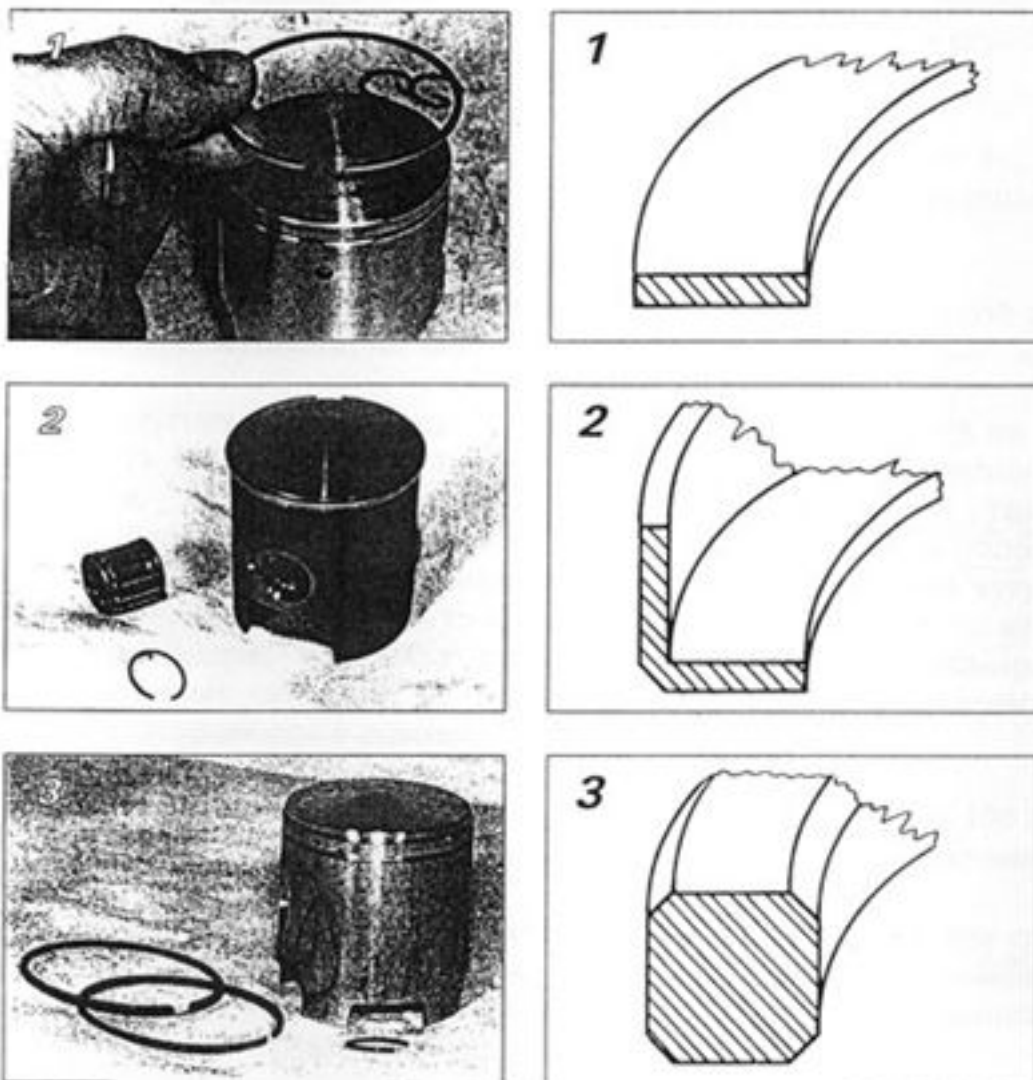
Страница 60 - 60 из 78

СЕГМЕНТАЦИЯ

Сегменты играют двоякую роль: с одной стороны, они должны обеспечить хорошую герметичность между цилиндром и головкой поршня, с другой стороны, они служат тепловыми каналами, чтобы обеспечить эвакуацию калорий с головки поршня к цилиндру. По этой последней причине их лучше расположить как можно выше на поршне.

Классический сегмент двухтактного двигателя изготавливается из серого мелкозернистого чугуна и имеет прямоугольное сечение. Он отливается поштучно, даже с помощью центрифугования, чтобы получить хорошую молекулярную однородность металла. Разрез вертикальный с местом для выступа, который мешает вращению сегмента в горле. Это очень важно, чтобы избежать зацепления сегментов в отверстиях. Зазор в разрезе должен быть небольшим, но позволяющим сегменту расширяться. Чтобы подогнать этот зазор, делают, если возможно, отбор сегментов, но не подпиливают концы, поскольку

это нарушает равновесие внутренних напряжений металла, уменьшает эластичность сегмента и его прочность крепления на цилиндре.



1. Поршень YAMAHA с пластинчатым сегментом.

2. Все современные двигатели 100 см³ используют один сегмент в виде L как этот ITAL-SYSTEM

3. Этот поршень КОМЕТ К 55 произведен по старой технологии. У него один сегмент в виде «L» и второй, классической формы.

На двигателях для спортивных машин часто монтируют хромированные сегменты, иногда даже покрытые молибденом, что улучшает их коэффициент трения.

Самые современные двигатели имеют не более одного сегмента в виде «L» или пластинчатый сегмент, чтобы ограничить потери от трения. Во время подъема поршня сегмент в виде «L» закрепляется на цилиндре только посредством собственной эластичности. После «взрыва» давление газов в камере сгорания сильно плакирует его вдоль цилиндра.

Следовательно, этот тип сегмента позволяет получить очень хорошую герметичность при спуске поршня с минимумом потерь за счет трения при новом подъеме.

Второй сегмент теперь используется только на старых двигателях. Он классического типа и его роль в отношении герметичности слабая, но роль его в тепловой эвакуации, конечно, велика.

Другой интерес использования сегмента в виде L – это то, что он позволяет легко открывать и закрывать отверстия. Но из-за своей формы и позиции наверху поршня он все же более хрупкий, чем классический сегмент.

Иногда конструкторы используют пластинчатые сегменты из хромированной стали, которые не имеют всех этих преимуществ, но зато обладают высокой прочностью.

Различные сегменты нельзя бесконтрольно монтировать на любой двигатель. Чтобы обеспечить хорошую эффективность и избежать преждевременного износа цилиндра или сегментов, необходимо, чтобы твердость сегментов и твердость рубашки были адаптированы. Можно использовать более твердые сегменты, чем рубашка, например, хромированный сегмент на рубашке из чугуна. В этом случае такой сегмент изнашивает рубашку. Можно также использовать сегменты менее твердые, чем стенка цилиндра, например, сегменты из чугуна на хромированном цилиндре или хромированные сегменты на покрытии из сплава никель-кремния. В таком случае изнашивается сам сегмент.

Первый вариант применяется в основном на двигателях 100 и 135 см³, а второй – на 125 куб. см, с мотоциклетной коробкой скоростей.

Расхождение материалов в твердости не должно быть слишком малым или слишком большим. Лучше не использовать сегменты одной марки на двигателе другой марки, не убедившись, что у них правильная твердость по отношению к твердости рубашки.

Ось поршня должна быть максимально легкой и смонтирована с жирным трением с стопорными кольцами или клипсами. Почти всегда используют клипсы без ушей. Их гораздо труднее монтировать (если только не со специальным прибором) и демонтировать, но они снижают риск поломки при вибрации.

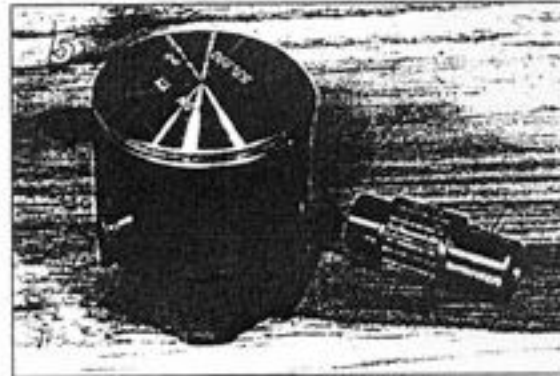
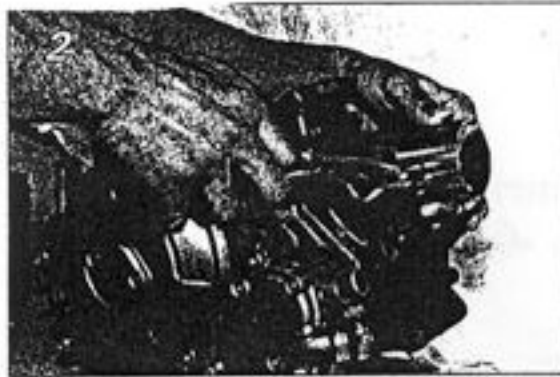
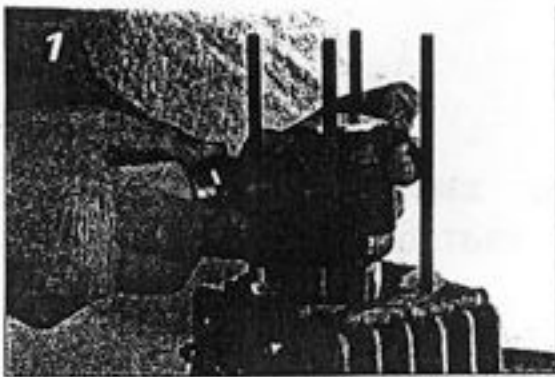
ПОКРЫТИЕ ПОРШНЯ

Современные двигатели обычно имеют антифрикционное покрытие на базе графита. Эти поршни практически не требуют никакой обкатки. Их срок службы, напротив, более ограничен, чем срок службы традиционного поршня.

ПОРШЕНЬ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Кроме своей роли в отношении герметичности и получения энергии, поршень двухступенчатого двигателя играет очень важную роль в распределении.

Почти всегда есть три выреза внизу юбки напротив входа перепускных каналов. Они обеспечивают хороший проход газов в перепускных каналах вблизи Низкой Мертвой Точки. Добавочные перепускные каналы теперь все типа ТТ и сейчас существуют поршни с окном только на старых двигателях, которых уже нет в продаже.



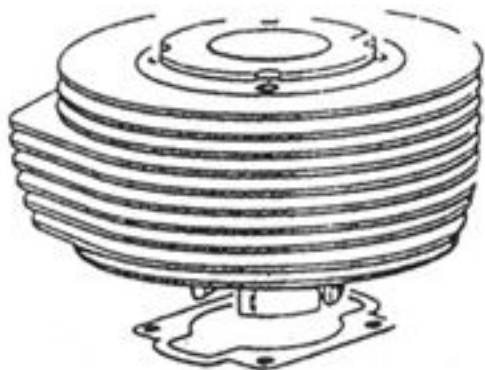
1. Монтаж клипсов без уха
2. Монтаж клипсов с ушами.
3. Клипс без уха
4. Клипс с ушами
5. Все современные двигатели используют в настоящее время поршни с графитом с одним сегментом, как этот двигатель ТМ КВ.

ЦИЛИНДР

На карте, как и на других двухтактных двигателях гоночных машин, цилиндры, сделанные полностью из чугуна, исчезли уже в 60-е годы из-за низкой теплопроводности.

Алюминиевый цилиндр с рубашкой из центрифугированного чугуна – это общее правило во всех категориях 100 и 135 куб. см.

Цилиндр только из чугуна легко сделать, и поскольку он имеет долгий срок службы и дает возможность впоследствии растачивать внутренний диаметр, у него есть также преимущество гораздо лучшего охлаждения, так как рубашка и цилиндр обрабатываются отдельно. Внешняя часть рубашки имеет диаметр, слегка превышающий внутренний диаметр цилиндра. Надо расширить цилиндр, нагревая его, чтобы вставить рубашку.



Качество цилиндра с рубашкой зависит:

- От качества чугуна рубашки, что определяет износ.
- От хорошего контакта между рубашкой и цилиндром, который обуславливает охлаждение.

Качество рубашки заметно улучшилось за последние годы. Оборудование для ее изготовления также стало более сложным и современным и позволяет обеспечить лучший контакт рубашка/цилиндр. Соответственно, срок службы цилиндра заметно увеличился. Цилиндр из твердого хромированного алюминия является наиболее эффективным решением во всех смыслах. Он легкий и имеет отличную теплопроводность. Хром имеет слабый коэффициент трения и его срок службы, который в 5-7 раз выше, чем у чугуна, обеспечивает ему меньший износ.

Расширение цилиндра примерно такое же, как и расширение поршня, и это позволяет делать зазор поршень/цилиндр меньшим при холодном режиме, поскольку этот зазор более постоянный, вне зависимости от температуры цилиндра.

К сожалению, эта техника является весьма сложной и требует в частности специальной обработки слоя хрома для того, чтобы масло хорошо удерживалось стенками цилиндра. Основным недостатком заключается в том, что невозможно снова расточить цилиндр и поломка часто сопровождается заменой цилиндра. Этот тип цилиндра в основном встречается на двигателях 125 куб. см. с мотоциклетной коробкой скоростей. Хромирование все чаще и чаще заменяется никель-кремниевым покрытием.

Страница 64 - 64 из 78

Алюминиевый цилиндр с никель-кремниевым покрытием, которое называется никазиллом, является новейшим достижением. Будучи еще более твердым, чем хромированный цилиндр, он позволяет использовать хромированные сегменты с очень малым износом цилиндра. Основным недостатком этого метода – это его дороговизна и качество электролитического осадка не всегда постоянно. Этот тип цилиндра используется на лучших двигателях в классе 125 куб. см. с коробкой скоростей.

В картах 100 куб. см. марки Refo уже давно используется эта техника. Она позволяет избежать дефекты выравнивания выпускных отверстий, которые допускаются между рубашкой и цилиндром во

время сборки. Совсем недавно Kilt начала использовать цилиндр из никазила, который обладает рядом отличных характеристик. Фирма Rotax также внедрила модель с цилиндром из никазила, но она оказалась менее эффективной, чем двигатель с цилиндром с рубашкой.

В любом случае твердость сегментов должна быть адаптирована к твердости цилиндра. Сегменты из чугуна на хромированном цилиндре или хромированные сегменты на цилиндре из чугуна или никель-кремния.

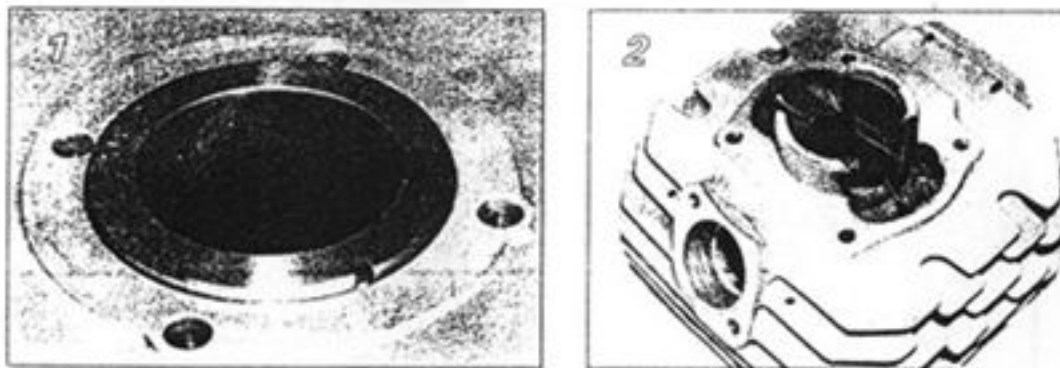
Страница 65 - 65 из 78

КРЕПЛЕНИЕ ЦИЛИНДРА

Чтобы избежать деформации цилиндра, нужно, чтобы крепления головки на цилиндре и цилиндра на картере обеспечивались двумя сериями различных болтов. На практике большинство двигателей 100 куб. см. монтируют с помощью четырех проходных болтов, и таким образом получают отличные результаты. Во избежание деформации цилиндра, необходимо использовать динамометрический ключ, чтобы зажать головку. На большинстве двигателей теперь есть одна или несколько шашек центровки, которые позволяют цилиндру всегда располагаться одинаковым образом по отношению к картеру. Это важно для выравнивания отверстий.

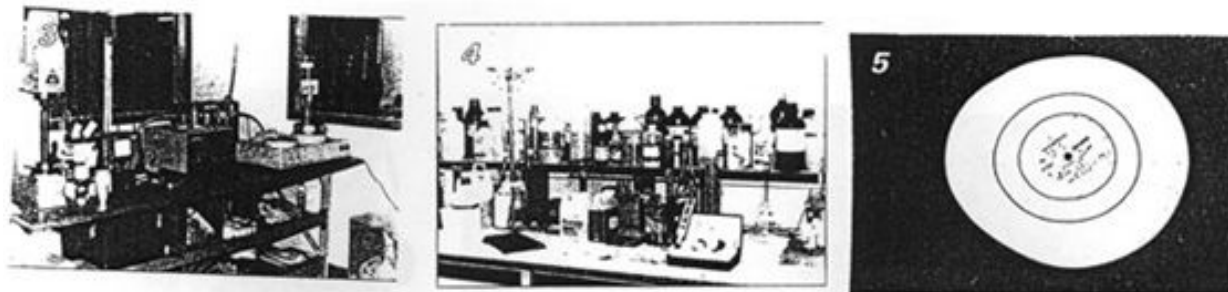
ОХЛАЖДЕНИЕ ЦИЛИНДРА

Охлаждение играет первостепенную роль в КПД двухтактного двигателя для гоночных машин, как это показывают следующие графики.



1. Чугунная рубашка почти всегда присутствует на двигателях 100 см³

2. Оснащение двигателя на 125 см³ цилиндром из никазила стало почти что правилом, как мы видим на этом ГМ К5

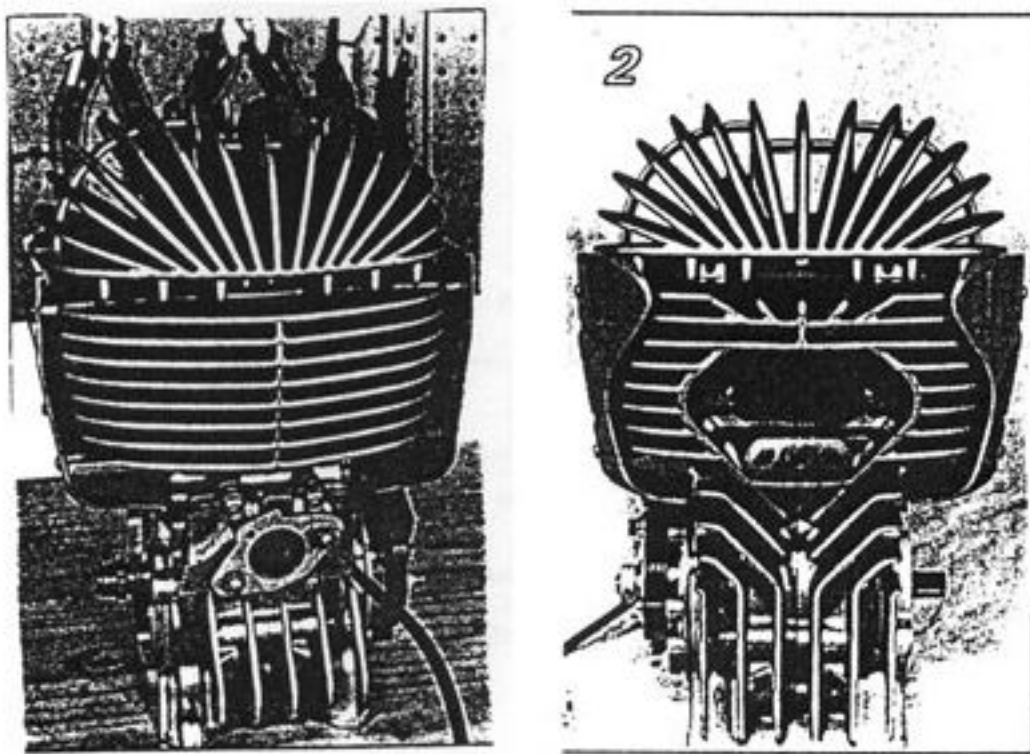


3-4. Производство хорошего цилиндра Nickasie осуществляется с помощью лабораторного контроля: здесь мы видим FACNickasie.

5. Контрольная диаграмма толщины электрического осадка.

Страница 66 - 66 из 78

Двигатель КОМЕТ К 2S RL был одним из первых в этом поколении. С большим литражом (125 см³), очень «спокойными» диаграммами и специальной камерой для разрежения газов, которую нельзя сломать, он производит меньше шума, чем двигатель 100 см³ с воздушным охлаждением и в то же время развивает такую же мощность. Цилиндры с «воздухом» становятся все более и более ребристыми, чтобы обеспечить хорошее охлаждение. Количество ребер все более и более преобладает на стороне выпуска. Rotax первой оснастила цилиндры боковыми фланцами, предназначенными для подачи воздуха между ребрами. С тех пор эта техника была взята на вооружение другими конструкторами.



1-2 Этот Vortex берет на вооружение и несколько улучшает принцип направленного воздуха, ранее осуществленный фирмой Rotax. Обратите внимание, насколько воздух сконцентрирован сзади, чтобы улучшить охлаждение выпуска.



3. Цилиндр с водой КОМЕТ К 2SRL кажется совсем маленьким по сравнению с К 55, однако его литраж 125 см³

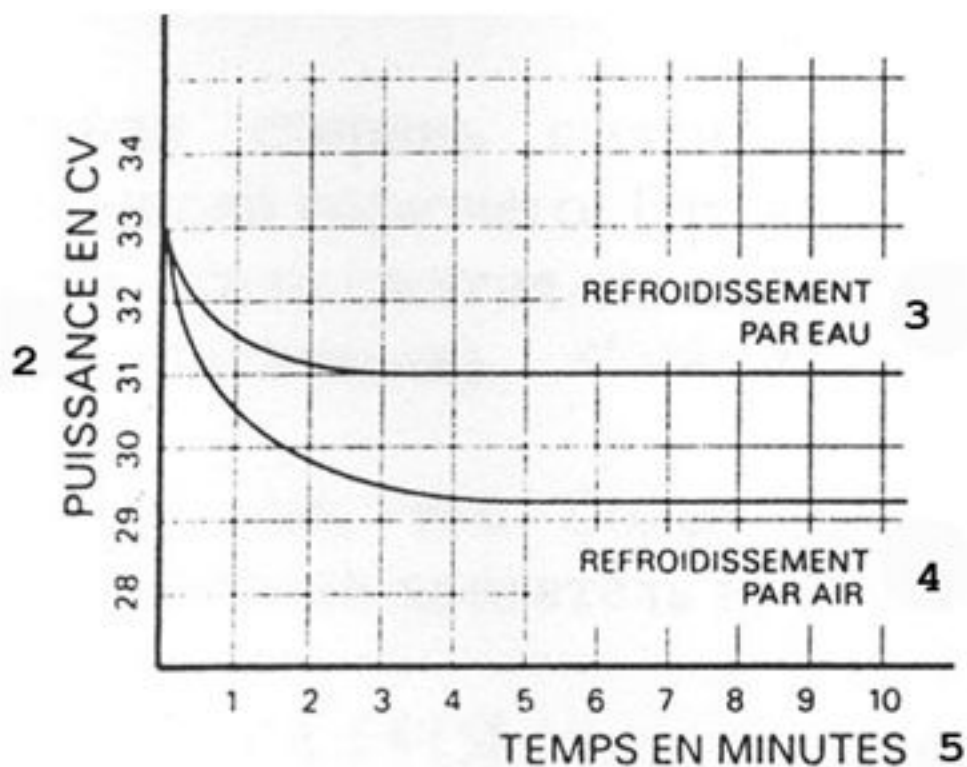
4. Классическое крепление колоночками на двигателе PARILLA. Обратите внимание на шашки центровки цилиндра.

5. На Rotax шашка центровки цилиндра концентрическая, с колоночкой. Обратите внимание на фланцы, предназначенные для направления потока воздуха.

Страница 67 - 67 из 78

СОПРОТИВЛЕНИЕ ВИБРАЦИЯМ

При увеличении режимов вращения и в частности, при использовании коробок с задвижками, ребра цилиндра могут войти в резонанс, что является неблагоприятным как для пилота, так и для срока службы двигателя. Конструкторы нашли решение этой проблемы, соединяя ребра колоночками из пластика или антивибрационными стерженьками, которые поставляются заводом вместе с ребрами цилиндра.



1. Эти две кривые вполне доказывают выгоду применения водяного охлаждения.

2. Мощность в лошадиных силах.

3. Водяное охлаждение.

4. Воздушное охлаждение.

5. Время в минутах.

Страница 68 - 68 из 78

СГОРАНИЕ ТОПЛИВА РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ СГОРАНИЯ

Сгорание топлива может быть дефлаграционным или детонирующим.

При дефлаграционном сгорании искра от свечи воспламеняет небольшую часть смеси, содержащейся в камере сгорания. Это небольшое ядро при разогреве и увеличении давления воспламеняет соседнюю зону, и так далее. Скорость распространения фронта пламени составляет порядка 10-20 м/с.

Горение с дефлаграцией прогрессивно.

Детонирующее горение создается сильным нагреванием газов во время сжатия. Газы не воспламеняются постепенно, начиная от свечи, но спонтанно, в различных пунктах. Скорость распространения фронта пламени может достигать скоростей порядка 2000 м/с. Различные фронты пламени, исходящие из различных пунктов воспламенения, сталкиваются, порождая особый металлический шум, который называют дребезжанием.

Детонирующее горение является brutальным и разрушающим.

Следующие условия благоприятствуют появлению детонирующего горения.

- Продвижение с чрезмерным зажиганием
- Волюметрическое соотношение слишком высокое
- Слишком малое октановое число
- Слишком горячая свеча
- Слишком бедная смесь

ТЕПЛОВОЙ КПД

Тепловой КПД двигателя внутреннего сгорания зависит от многих факторов и в частности от степени сжатия, как это показано на следующей графической схеме.

Максимальная степень сжатия, которую можно использовать, зависит от октанового числа горючего. При превышении этой максимальной степени сжатия подъем температуры из-за сжатия настолько высок, что смесь самовоспламеняется (это то, что используют в дизельных двигателях).

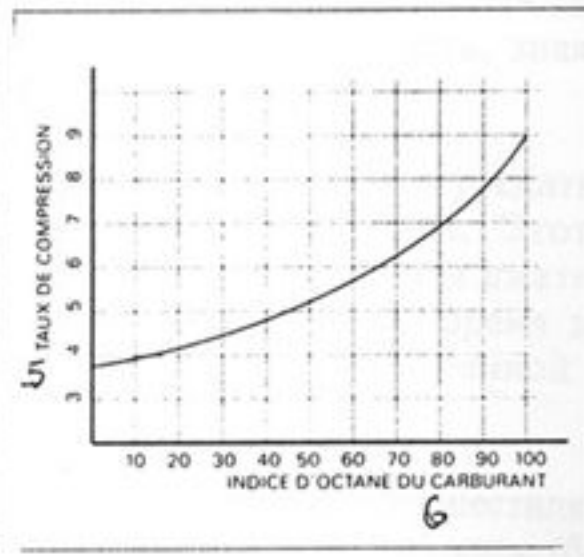
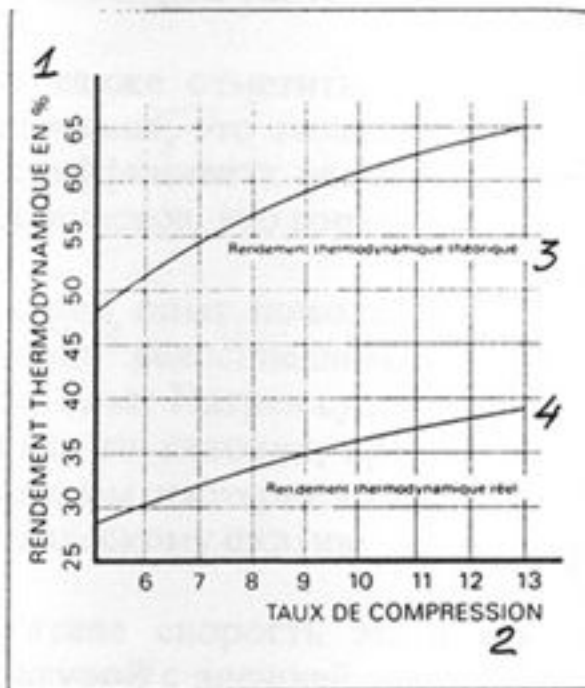
Чем выше сжатие, тем более резким является воспламенение смеси и сверх некоторого значения двигатель не может больше механически выдержать этот взрыв.

Страница 69 - 69 из 78

СТЕПЕНЬ СЖАТИЯ

Литраж «С» двигателя равен площади сечения цилиндра, умноженной на пробег поршня. Это также разница между объемом камеры сгорания в Высшей Мертвой Точке «v» и в Низшей Мертвой Точке «V».

$$C = V - v$$



1. Термодинамический КПД в %
2. Степень сжатия
3. Теоретический термодинамический КПД
4. Реальный термодинамический КПД
5. Степень сжатия
6. Октановое число горючего

Теоретическая степень сжатия (или волюметрическое соотношение) есть соотношение между объемами камеры сгорания в мертвых точках, высокой и низкой.

Если C есть литраж, и « v » - объем камеры сгорания в Верхней Мертвой Точке, то мы имеем

$$V/v = (C + v)/v = \text{теоретическая степень}$$

Данные для двигателя Parilla TT 75 в качестве примера:

$$V = 60 \text{ см}^3$$

$$C = 100 \text{ см}^3$$

Теоретическая степень будет меняться в интервале примерно от 17,7 к 1.

На двухтактном двигателе сжатие начинается только после закрытия выпускного отверстия.

Пусть « V_2 » - это объем, вытесненный поршнем, с момента закрытия выпускного отверстия. Степень сжатия, измеренная, начиная от закрытия выпуска, называется реальной степенью сжатия.

Если мы вновь возьмем наш предыдущий пример, то « V_2 » теперь составляет только около 57 см^3 и реальная степень сжатия меняется в интервале от 10 к 1. Из этого уже можно сделать вывод, что, чем более высокой является диаграмма выпуска, тем более незначительным может быть объем камеры сгорания. Термин «объем головы цилиндра» используется для обозначения объема камеры сгорания в Высшей Мертвой Точке, именно так мы и будем его употреблять.

Нужно также отметить, что реального в этой «реальной степени сжатия» только ее наименование – это геометрическая степень сжатия. Реально достигнутое значение иное из-за коэффициента наполнения цилиндра, что легко понять, зная, что сжатие заметно адиабатическое, что гораздо менее очевидно.

Небольшой опыт поможет нам это понять. Можно легко убедиться в этом, наблюдая, как нагревается велосипедный насос при его использовании. Этот нагрев объясняется сжатием газа. Нагрев существует также в двигателе; если бы сжатие выполнялось очень медленно, то калории, произведенные сжатием, имели бы время для рассеивания и мы получали бы изотермическое сжатие (т.е. сжатие при постоянной температуре), равное геометрическому сжатию.

В двигателе скорость этого процесса не позволяет осуществлять подобный теплообмен с внешней средой. Сжатие заметно адиабатическое (без обмена теплотой с окружающей средой). Действительное сжатие газов гораздо выше из-за того, что они нагреваются (до t порядка 200°C). Это означает, что «реальная степень сжатия» от 2,5 к 1 в действительности меняется в интервале между 12 и 12,75 к 1.

Чем выше степень сжатия, тем больше давление на поршень. Двигатель с высокой степенью сжатия позволяет таким образом, получить важное сочетание наилучшей мощности при низком режиме.

Напротив, высокая степень сжатия ограничивает максимальный режим. Двигатели карта объемом 100 см^3 имеют очень высокую степень сжатия, которая позволяет им получить очень пологую кривую. Несколько менее высокая степень сжатия может позволить двигателю набирать больше оборотов, даже если он несколько менее мощный.



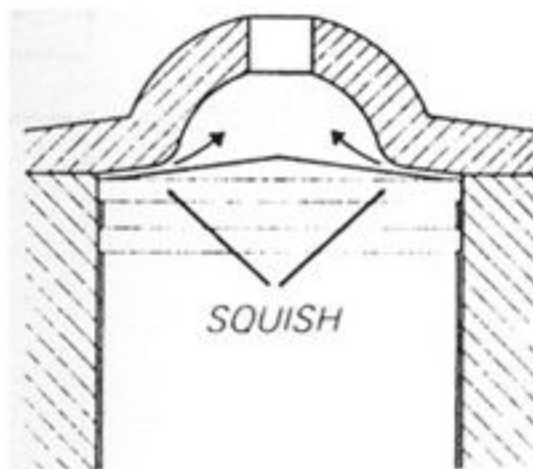
1. Реальная степень сжатия
2. Вилка изменения
3. Геометрическая степень сжатия

Когда регламентация обуславливает минимальный объем головки цилиндра, многие думают, что выгодно находиться совсем близко к этому минимуму, сохраняя только запас прочности для того, чтобы нагар в конце пробега не сократил объем ниже необходимого минимума.

Действительно, опыт показывает, что наилучшие результаты иногда достаются с несколько более высоким объемом, который позволяет двигателю набирать больше оборотов на прямых участках, даже если эта конфигурация не соответствует наилучшей кривой мощности.

Поэтому стоит адаптировать степень сжатия к очертанию трассы. Большинство современных двигателей поставляются вместе с прокладками для головки, которые сделаны из латуни. Достаточно поменять толщину этой прокладки, чтобы адаптировать сжатие не нарушая регламента.

КАМЕРА СГОРАНИЯ



Камера сгорания, наиболее приспособленная для быстрого воспламенения смеси, это камера, в которой искра находится на равном расстоянии от всех конечных точек.

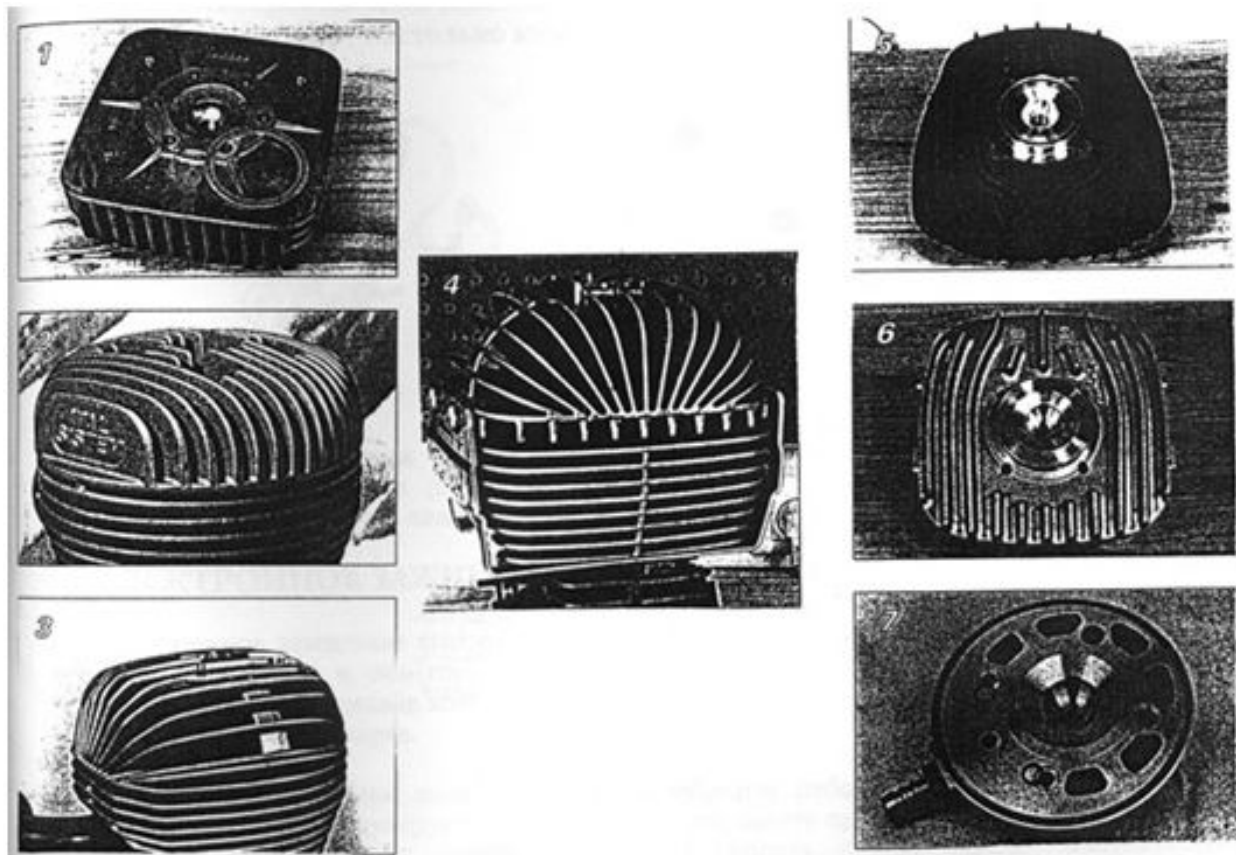
Полусферическая камера сгорания является довольно неплохим решением. С учетом практикуемых степеней сжатия, диаметр этой камеры заметно меньше, чем диаметр цилиндра, и это позволяет использовать эффект «squish», который заключается в том, чтобы зажать газы между поршнем и окружностью головки цилиндра. Изгнанные к центру камеры сгорания газы увеличивают турбулентность смеси и облегчают, таким образом, распространение фронта пламени.

Строгая геометрическая форма такой камеры сгорания, как кажется, поскольку она очень компактная и почти все конструкторы используют круглую камеру, которую легче изготовить. Несколько лет тому назад на двигателях КОМЕТ была продолговатая камера. Можно предположить, что интерес к этой форме заключался больше в влиянии ее на выброс газов, чем, собственно говоря, на скорость горения. Некоторые изготовители двигателей 125 см³ еще делают выпуск в головке, чтобы улучшить выброс газов. Форма и точные размеры камеры достигаются эмпирическим путем на каждом двигателе и они тесно зависят от выброса газов. Двигатели 125 см³ очень чувствительны к процессу самозажигания, сопровождающемуся дребезжанием. Как мы убедились, появление этого феномена зависит от высоты зоны «squish». Небольшое увеличение зоны путем поворота внешнего края головки цилиндра вызывает резкое уменьшение дребезжания на двигателях 125 см³.

Страница 72 - 72 из 78

ОХЛАЖДЕНИЕ ГОЛОВКИ

Ребра охлаждения головки цилиндра расположены радиально или параллельно, в зависимости от двигателя.

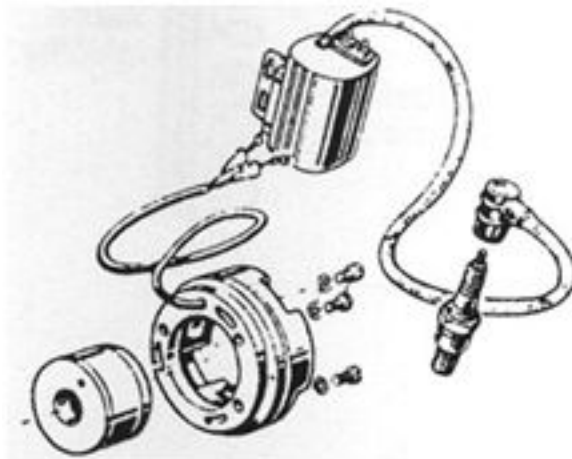


1. YAMAHAKT 100 SC. Старая форма с вертикальными ребрами и подсоединением головки из меди.
2. Головки с прямыми ребрами встречаются все реже.
3. Почти все двигатели используют радиальные ребра, как, например, этот CRG.
4. Самые современные головки имеют также нижние ребра. Как этот Rotax.
5. ParollaReedjet. Нижние ребра позволяют концентрировать охлаждающий воздух у самой горячей зоны.
6. Тот же принцип на Vortex.
7. K 25 RL. Обратите внимание на зону squish. Она быстро прогоняет газы к центру камеры и создает турбулентность, способствующую быстрому воспламенению смеси. Герметичность цепи охлаждения обеспечивается торцевыми прокладками.

Радиальное расположение теоретически кажется более предпочтительным, но нельзя сказать, что при этом наблюдается реальное преимущество на трассе. Ребра часто немного длиннее со стороны выпуска. На некоторых двигателях вся совокупность ребер цилиндра и головки отведена по отношению к рубашке, чтобы обеспечить лучшее охлаждение на стороне выпуска. По современной методике суть заключается в использовании нижних ребер, которые направляют воздух к зоне выпуска, всегда более горячей, чем остальные части цилиндра.

ЗАЖИГАНИЕ

Его роль заключается в том, чтобы произвести между электродами свечи искру, которая должна освободить большую энергию в очень точный момент и в период времени, настолько короткий, насколько возможно.



Существуют различные системы зажигания: батарейка, магнитный руль, электронное зажигание (с батареей ил без батареи) и т.д. На картинговых двигателях практически всегда есть электронное зажигание без батарейки.

ЭЛЕКТРОННОЕ ЗАЖИГАНИЕ

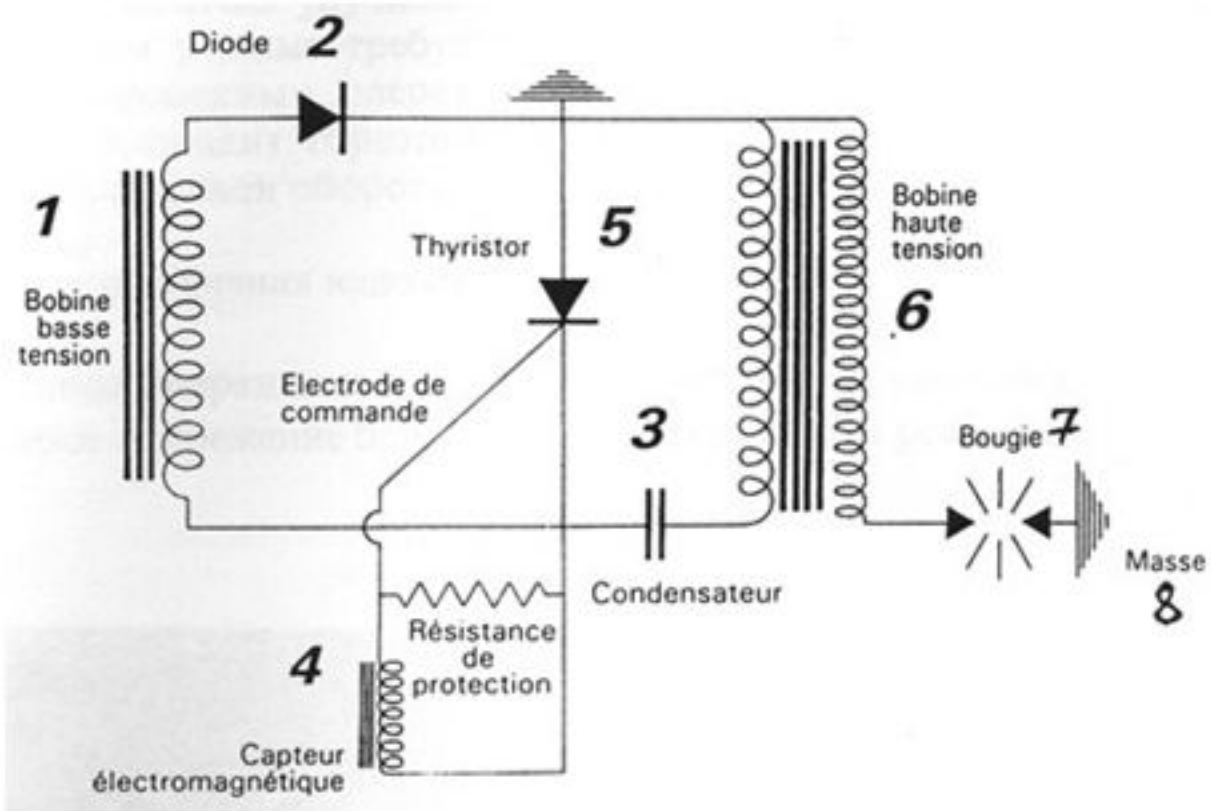
Электронное зажигание нейтрализует практически все недостатки зажигания с помощью магнитного руля и гораздо лучше адаптировано к высоким режимам вращения. Именно поэтому такой тип зажигания в настоящее время производители монтируют на всех двигателях карта.

Следующая схема показывает, каким образом работает электронное зажигание. Переменный ток индуцируется в катушке 1 в результате прохода полярных масс ротора. Диод 2 выпрямляет этот ток, позволяя проходить только одному полупериоду. Выпрямленный ток заряжает конденсатор 3. Проход металлического блока перед катушкой 4 индуцирует небольшой ток возбуждения, который делает проходным тиристор 5, что позволяет конденсатору 3 разрядиться. Этот ток разрядки индуцирует через катушку 6 ток высокого напряжения во вторичной обмотке.

Поскольку конденсатор является источником энергии постоянной емкости, искра является однородной при всех режимах. Разрядка конденсатора чрезвычайно короткая и явления индукции от этого только увеличиваются.

Ток вторичной обмотки составляет около 25000 вольт против 1500 только при использовании классического зажигания.

Поскольку тиристор имеет очень слабую инерцию, то достаточно микросекунды, чтобы его запустить. Он нечувствителен к вибрациям. Угловая точность точки зажигания, следовательно, очень велика и не зависит от режима вращения.



1. Катушка низкого напряжения
2. Диод
3. Конденсатор
4. Защитное сопротивление
5. Тиристор
6. Катушка высокого напряжения
7. Свеча
8. Масса

Отсутствие механических элементов позволяет избежать явления подсакивания и износа и позволяет заливать ансамбль защитным составом так что он становится нечувствительным к воде и попаданию пыли.

И, наконец, свеча изнашивается не так быстро из-за отсутствия искр и из-за высокой скорости.

Зажигания с переменным опережением в настоящее время запрещены во всех категориях. Используются только электронные зажигания с фиксированным опережением. На некоторых двигателях, предназначенных для туристических машин, таких как Rotax Max, зажигание автоматически отключается сверх некоторого режима, чтобы обеспечить защиту двигателя.

ОПЕРЕЖЕНИЕ ЗАЖИГАНИЯ

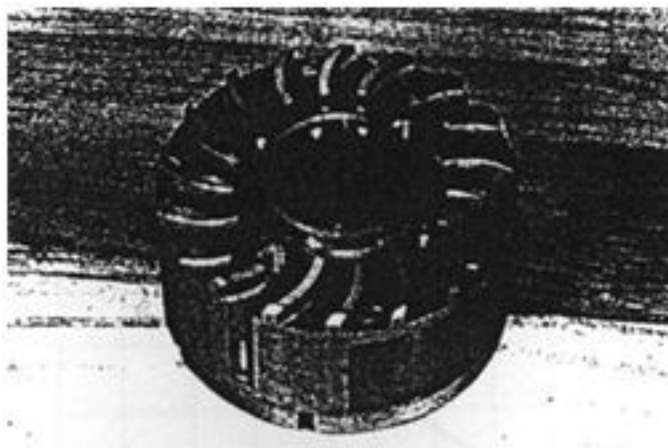
Смесь не сгорает мгновенно. Чтобы получить максимальное давление в момент, когда поршень находится в Верхней Мертвой Точке, надо, чтобы горение началось немного раньше. Смещение между позицией зажигания и Верхней Мертвой Точкой называется опережением зажигания.

Можно предположить, что чем быстрее вращается двигатель, тем больше надо увеличить это опережение, чтобы смесь всегда имела то же время для воспламенения. Это было бы так, если бы скорость воспламенения смеси всегда была одинаковой.

В действительности же она зависит от степени наполнения двигателя. И чем лучше наполнение, тем короче время воспламенения. Поскольку наполнение двухтактного двигателя улучшается при высоком режиме, то требуется более слабое опережение, чем при полурежиме. На зажигании с переменным опережением, когда режим возрастает, опережение в первое время растёт, проходит горизонтальный участок, а затем уменьшается, чтобы дать двигателю набрать свои обороты.

Касательно среднего значения, надо отметить, что:

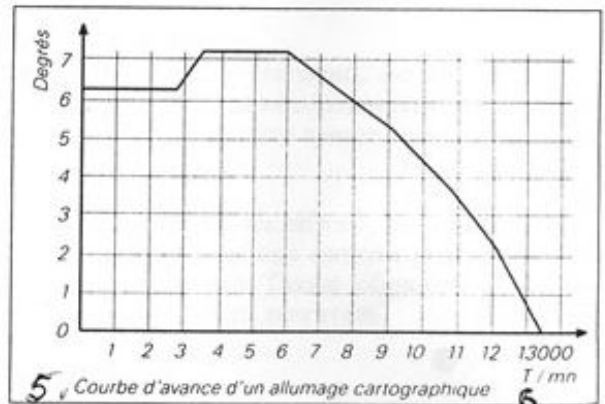
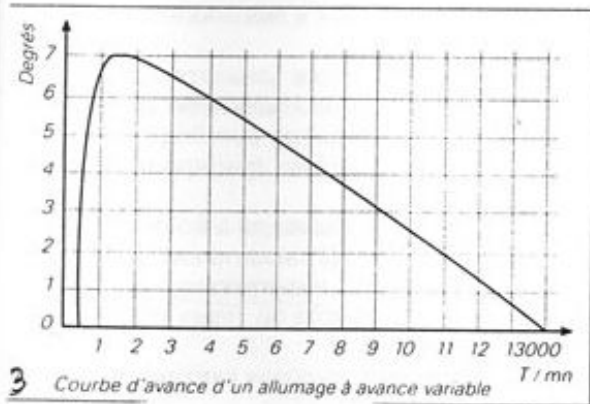
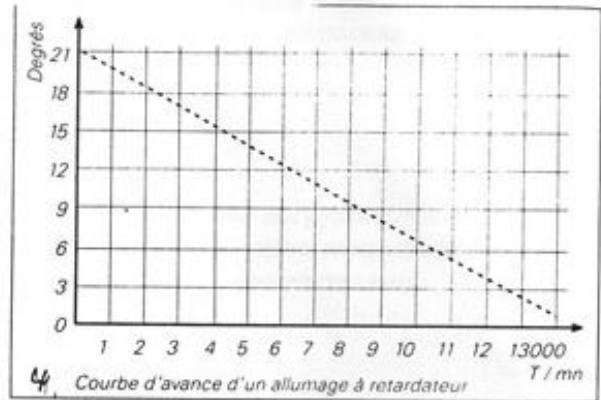
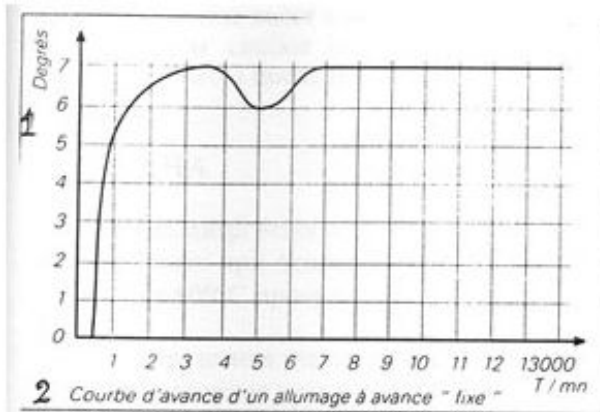
- Более сильное опережение благоприятствует низким режимам;
- Более слабое опережение благоприятствует высоким режимам.



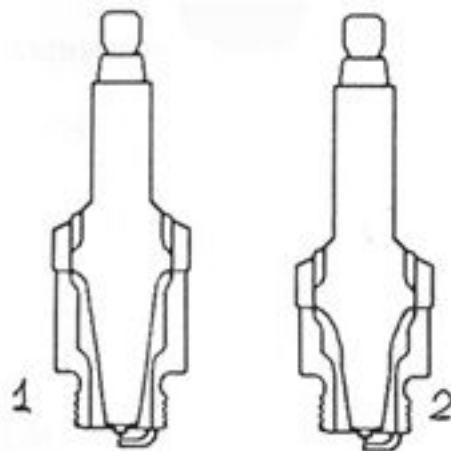
Ротор зажигания с ребрами для улучшения охлаждения на этом CR6

Даже при электронном зажигании с переменным опережением нельзя точно соблюдать оптимальное опережение во всех режимах. Сложность процессов выброса, впуска и выпуска обуславливает то, что идеальное опережение не следует закону линейного изменения, отсюда и интерес к цифровому зажиганию.

При цифровом зажигании конструкторы программируют различные точки кривой опережения зажигания при идеальном значении для каждого режима. Можно даже запрограммировать несколько различных кривых зажигания, отвечающих различным условиям использования. Этот тип зажигания представлял собой самое последнее достижение, но он был запрещен из-за дороговизны. Правила стали еще более строгими, поскольку в настоящее время зажигания с переменным опережением запрещены во всех соревновательных категориях.



1. Степени
2. Кривая опережения зажигания с «фиксированным» опережением
3. Кривая опережения зажигания с переменным опережением
4. Кривая опережения зажигания с замедлителем
5. Кривая опережения картографического зажигания
6. Оборот/мин



1. Горячая свеча. Важен изоляционный материал.
2. Холодная свеча. Изоляционный материал не очень важен.

Какой бы ни была используемая система зажигания, надо знать, что слишком большое опережение ведет к нагреву двигателя, увеличивает риск детонации и поломки. Напротив, слишком слабое опережение ведет к потере мощности, т.к. максимальное давление достигается после Верхней Мертвой Точки.

Страница 77 - 77 из 78

СВЕЧА

Она подвергается очень сильным термическим и механическим нагрузкам. Свеча хорошо работает при температурах между 500 и 800° С. Ниже 500° С свеча покрывается грязью. Выше 800° С проявляются явления samozажигания наряду с их последствиями:

- Разрушение электродов
- Оплавление колпачка поршня
- Чрезмерное нагревание двигателя
- Заклинивание и т.д.

Следовательно, надо выбрать свечу, которая охлаждается достаточно, но не слишком, чтобы обеспечить ее оптимальную работу. Тепловой индекс свечи соответствует легкости, с которой она охлаждается. Свеча с тепловым индексом 370 будет лучше терять калории, чем, например, свеча с индексом 310.

Со свечой с индексом 310 запуск в холодном режиме будет более легким, но нагрев также более значителен. Со свечой с индексом 370 запуск и работа при низком режиме будут более деликатными, но охлаждение будет обеспечено лучше. Таким образом, выгодно сделать свечу по возможности более холодной, чтобы защитить двигатель.

На практике используют следующие свечи:

- **Индекс 340 при очень жаркой погоде**
- **Индекс 310 при умеренной погоде**
- **Индекс 290 при очень холодной и дождливой погоде**

Все было бы просто, если бы тепловой индекс был написан на свече. К сожалению, это не так. Советуйтесь, пожалуйста, с вашим продавцом: модели, имеющиеся на рынке, меняются из года в год и это еще более усложняет проблему.

Все же мы приводим некоторые распространенные марки свечей:

Индекс 290:

- Bosh W 08 CS
- Champion N 60 R
- Motorcraft AG 603
- NGK B9 EG

Индекс 310:

- Autolite AG 2414
- Bosh W 07 CS
- Motorcraft AG 403
- Nipodenso 31 EN
- Nipodenso 31 EPT
- Nipodenso 31 ZU
- NGK B10 EG

Индекс 340:

- Bosh W 06 CS
- Champion N 54 R
- Nipodenso 34 EN
- Nipodenso 34 EPT
- Nipodenso 31 ZU
- NGK 11 EG
- NGK E 105

Страница 78 - 78 из 78

