

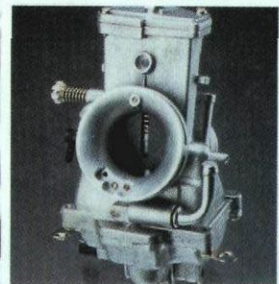
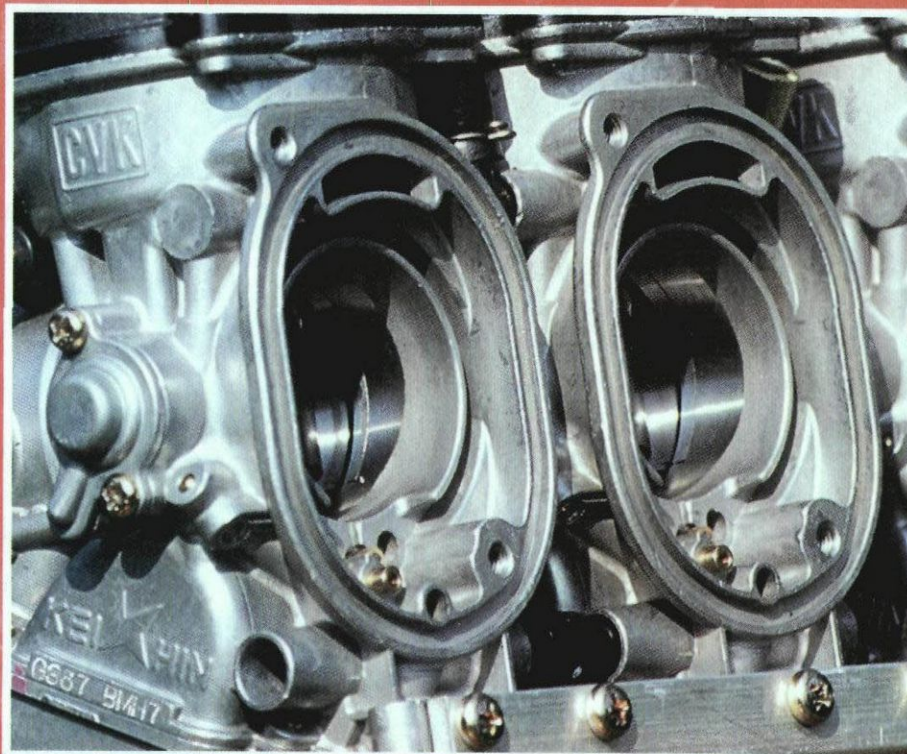
ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ ДЖОНА РОБИНЗОНА

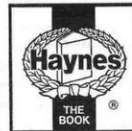
GooRoo Work

В книге дается описание всех типов карбюраторов, а также систем впрыска топлива, от теории до практической настройки



- В книге подробно описано, как работает топливная система и как она приспособляется к различным условиям работы двигателя
- Джон Робинзон большую часть своей жизни провел рядом с мотоциклами: проверял, эксплуатировал и настраивал, разговаривал с производителями этих машин, а также много писал о мотоциклах
- Книга рекомендуется студентам для дополнительного чтения по курсу "Проектирование мотоциклов"

TECHBOOK



Топливные системы мотоциклов

Техническое обслуживание

Под редакцией Джона Робинсона

© copyright 2000 by J.H. Haynes and Co. Ltd. All rights reserved

© copyright 2003 Alfamer Kustannus Oy, Helsinki, Finland.

Все права защищены.

Из серии "Руководства по обслуживанию и ремонту"

Перепечатка или иное воспроизведение этой книги или любой ее части электронными или механическими способами, включая фотографирование, запись на любой носитель информации без письменного разрешения издательства запрещается.

ISBN 5-93392-061-4

Оптовая и розничная продажа:



Книжный магазин
ЗАО "Алфамер Публишинг"
Россия, 193036 Санкт-Петербург,
Лиговский проспект, дом 33
Т/ф: (812) 275 3327
e-mail: alfamer@alfamer.ru
Internet: www.alfamer.ru

ISBN 5-93392-061-4

- copyright 2000 by J.H.Haynes and Co. Ltd. All rights reserved
• copyright 2003 Alfamer Kustannus Oy, Helsinki, Finland.

Введение	стр. 0+3	Конструкция и регулировка карбюраторов	
Об этой книге	стр. 0+3	(Amal, Dell'Orto, SU, Gardner, El, Lectron.	
Безопасность - прежде всего!	стр. 0+4	Карбюраторы с фиксированными жиклерами Bendix.	
Топливные системы - основные сведения	Глава 1	Tillotson, Keihin и Mikuni)	Глава 8
Основные принципы химических основы горения	Глава 2	Дополнительное оборудование	Глава 9
Потоки газов	Глава 3	Впрыск топлива - установки и регулировки	Глава 10
Теория карбюратора	Глава 4	Наддув и нетрадиционные виды топлива	Глава 11
Впрыск топлива - теория	Глава 5	Поиск неисправностей	Глава 12
Настройка карбюратора	Глава 6	Ремонт	Глава 13
Конструкция и регулировка карбюраторов		Словарь технических терминов	стр. П+1
(Keihin и Mikuni)	Глава 7	Предметный указатель	стр. П+5

В этой книге описываются топливные системы, в которые входят устройства, находящиеся между воздушным фильтром и выхлопной трубой, а не только карбюратор или топливный форсунки. Содержание книги раскрывается в предисловии и последовательности. В первых главах описывается теория, что такое топливо, как оно сгорает, каковы диаметры топливных газов. Всплески

глав описываются карбюраторы и системы впрыска топлива, а также различные компоненты топливных систем. Встречающиеся в книге специальные термины и сокращения, принятые среди специалистов, приведены в словаре технических терминов. Несколько глав посвящено описанию тонких настроек двигателя (а не только кар-

бюратора), а также советы по ремонту и поиску неисправностей. Кроме того, описываются и дополнительные системы: нагнетатели, насосы, электронное оборудование, топливные фильтры, а также методы проверки (от стоек до дорожных испытаний). Длительное чтение этой книги даст описание теории отведено от основного текста.

Джон Робинсон

Об этой книге

Текст в каждой главе книги разбит на пронумерованные параграфы, названия которых представлены в начале главы. Ссылки в тексте выглядят следующим образом: см. главу 4, параграф В. Дополнительный текст, относящийся к теме

параграфа, но не являющийся его частью, вынесен в отдельные блоки. Все иллюстрации имеют сквозную нумерацию в пределах каждой главы (например, рис. 6.4).

Поскольку автор, переводчик и издательство приняли все меры к тому, чтобы избежать ошибок и неточностей в тексте, ни автор, ни издательство не несет ответственности за возможное повреждение или поломку Вашей техники, возникшие вследствие использования этой книги.

Безопасность - прежде всего!

Профессиональные механики знают основы безопасности работы. Несмотря на Ваш энтузиазм и желание поскорее выполнить работу, рекомендуем Вам сначала убедиться в том, что предполагаемая работа не

представляет опасности. Никогда не пытайтесь устранить неисправности, связанные с причиной аварии, если Вы не будете выполнять элементарные правила безопасности. Конечно, существует множество источников

опасности и мы не претендуем на то, что указали их все. Мы просто хотели обратить Ваше внимание на те источники риска, которые возможны при ремонте или обслуживании Вашего мотоцикла.

Асбест

- Асбест является составной частью многих прокладок, а также тормозных и фрикционных накладок. При работе с такими узлами следует предполагать наличие в них асбеста. Асбестовые пыль, являющаяся канцерогеном. Она может стать причиной рака при попадании в легкие или в желудок.

ческой проводки. Никогда не пытайтесь тушить возгорание топливными или электрическими проводами.

Печи

- Некоторые исправления очень точны и могут быть приведены к отравлению в случае вдыхания. При бензине относится к этой категории. Всегда вытирайте пролившееся топливо и другие токсичные жидкости и старайтесь работать в проветриваемом помещении.
- При использовании растворителей и других жидкостей сначала внимательно прочтите инструкцию по их применению. Никогда не пользуйтесь жидкостями в бутылках, не имеющих маркировки, поскольку в них могут находиться очень токсичные вещества.
- Никогда не заводите двигатель Вашего мотоцикла в непроветриваемом помещении (например, в гараже). Содержащиеся в выхлопных газах окиси углерода чрезвычайно опасны. Если Вам очень нужно запустить двигатель, немедленно после этого выйдите из гаража и постарайтесь обеспечить отвод выхлопных газов из гаража.

Аккумулятор

- Во время работы аккумулятор может выделять из аккумулятора, взрывоопасен. Не пользуйтесь открытым огнем и избегайте возникновения искр вблизи аккумулятора. Будьте осторожны при подключении и отключении зарядного устройства и прочих переносных проводов.

- Всегда отсоединяйте провод от отрицательной клеммы аккумулятора перед началом работы с топливной или электрической системами мотоцикла (за исключением некоторых случаев).
- Если это возможно, выворачивайте пробки аккумулятора перед началом работы. Не закрывайте аккумулятор слишком большим током, поскольку это может привести к закипанию электролита.
- Будьте осторожны при доливке, поскольку при переносе аккумулятора. Аккумулятор содержит серную кислоту, которая даже в разбавленном состоянии крайне опасна для кожи, глаз и одежды. Всегда надевайте резиновые перчатки и защитные очки. При самостоятельном обслуживании электролита всегда доливайте кислоту в воду (примечание: медленнее). Никогда не доливайте воду в кислоту.

Электрический ток

- При использовании электрических инструментов, переносных ламп и т.д. убедитесь в надежности соединений электропроводки и обеспечьте надежное заземление приборов (если в этом есть необходимость). Не включайте электрические приборы во влажном помещении и будьте очень осторожны, работая электрическими инструментами в местах, где возможно скопление паров топлива. Кроме того, проверьте, соответствует ли инструменты стандарту безопасности.
- Некоторые системы электрооборудования мотоцикла способны нанести серьез-

ный электрический удар. В частности, такая опасность наступит, если дотронуться до высоковольтных проводов свечей зажигания при работающем

двигателе, особенно в том случае, если провода отсоединили у них наружные изоляции. В машинах с электронными системами зажигания напряжения во

вторичной обмотке катушки зажигания настолько высокие, что электрический удар может привести даже к смертельному исходу.

ПОМНИТЕ...

- НЕ запускайте двигатель не убедившись в том, что рычаг переключения передач находится в нейтральном положении.
- НЕ снимайте крышку расширительного бачка на горячем двигателе. Сначала откройте крышку трапеции и медленно отворачивайте ее, постепенно понижая давление в системе охлаждения. Если отнять крышку слишком резко, можно опечься.
- НЕ пытайтесь слить масло до тех пор, пока двигатель не остыл, иначе Вы можете опечься.
- НЕ разбрызгивайте выхлопную систему до тех пор, пока двигатель не остыл.
- НЕ допускайте попадания тормозной и охлаждающей жидкостей на лакокрасочное покрытие мотоцикла.
- НЕ возмещайте ртом токсичные жидкости (такие, как топливо, тормозная или охлаждающая жидкость) и не допускайте попадания этих жидкостей на кожу.
- НЕ выдавливайте пальцы - это может причинить вред Вашему здоровью (см. Асбест).
- НЕ оставляйте на полу гаража пролившееся масло - немедленно вытирайте его тряпкой.
- НЕ пользуйтесь неисправными гаечным ключом, поскольку такой ключ может сорваться и нанести Вам травму.
- НЕ пытайтесь поднять большую тяжесть, позвоните помощнику.

- НЕ спешите закончить работу и не оставляйте неисправную электропроводку.
- НЕ оставляйте без присмотра детей и животных в автомобиле при работающем двигателе.
- НЕ накачивайте шины сверх допустимого предела. Перекачанная шина может лопнуть в самое неподходящее время.
- Всегда во время любого ремонта надежно крепите мотоцикл. Это можно сделать при снятии переднего колеса или вилок.
- Будьте осторожны при ослаблении затяжки защитных гаек (или болтов). Старайтесь тянуть гаечный ключ на себя (а не толкать его от себя), поскольку в этом случае при ослаблении затяжки Вас отбросит в сторону от мотоцикла, а не на него.
- Используйте защитные очки при работе с электрическими инструментами, такими как дрель, шлифмашина, электропилы и пр.
- Нанесите на руки защитный крем перед началом работы, в процессе которой руки будут испачканы. Крем поможет защитить Ваши руки от трещин, которые могут возникнуть через перчатки и царапины. Кроме того, крем поможет при очистке рук после окончания работы. Не допускайте длительного контакта рук с обработанным мотоциклом маслом, поскольку это может причинить вред здоровью.

- Следите за тем, чтобы одежда (особенно рукава) и талия для не висела свободно на вращающихся деталях.
- Снимайте колесо и шасси перед началом работы, особенно при работе с электрической системой мотоцикла.
- Поддерживайте чистоту и порядок на рабочем месте. Под рукой должны находиться только необходимые инструменты.
- Соблюдайте особую осторожность при снятии и установке пружин подвески. Используйте только надежные и исправные съемники пружин, которые исключают их внезапное высвобождение из захвата.
- Убедитесь в том, что используемое подъемное приспособление имеет достаточную грузоподъемность.
- Попросите кого-нибудь периодически заглядывать Вам в гараж вдалеке, чтобы убедиться в том, что Вы все в порядке.
- Выключите работу логическую последовательность, чтобы избежать установившуюся привычку. Заменяйте соединения требуемым моментом.
- Помните, что только Ваш мотоцикл может представлять угрозу не только для Вас, но и для окружающих. Если Вы не уверены, обратитесь за помощью к специалисту.
- Если несмотря на эти предостережения, Вам все же не повезло и Вы получили травму, обратитесь как можно скорее за медицинской помощью.

Огонь

- Все время помните о том, что бензин является легковоспламеняющимся веществом. Никогда не курите и не пользуйтесь открытым огнем при работе с мотоциклом. Однако меры предосторожности не должны исчерпываться этим. Так же как свеча зажигания может вызвать искры, искра, возникающая в точке соударения двух стальных предметов или статическое электричество, накапливающееся на поверхности Вашего тела при определенных условиях, может привести к воспламенению топлива. Если топливо при этом находится в ограниченном объеме, может произойти взрыв. Никогда не пользуйтесь бензином для промывки деталей, лучше воспользуйтесь подходящим безопасным растворителем.
- Всегда отсоединяйте провод от отрицательной клеммы аккумулятора перед началом работы с топливной или электрической системами мотоцикла. Никогда не допускайте попадания бензина на горячий двигатель или выхлопную трубу.
- Настоятельно рекомендуем хранить под рукой исправный огнетушитель, предназначенный для тушения бензина и электри-

Важнейшим из них является безопасность. Конструкторы автомобилей должны обеспечить безопасность водителя, пассажиров и пешеходов. Это достигается за счет применения различных технологий, таких как усиление кузова, системы безопасности, системы торможения и т.д.

Безопасность — это не только защита от травм, но и защита от пожара, отравления, а также от других опасных ситуаций. Поэтому при проектировании автомобиля необходимо учитывать все возможные опасности и принимать меры по их предотвращению.

Важным элементом безопасности является система торможения. Она должна обеспечивать надежное торможение в любых условиях. Для этого используются различные типы тормозов, такие как дисковые, барабанные, вакуумные и т.д.

Система торможения должна быть способна выдержать большие нагрузки. Поэтому при проектировании необходимо использовать высококачественные материалы и технологии. Кроме того, важно обеспечить удобство управления тормозом водителем.

Безопасность — это комплексное понятие, которое включает в себя множество аспектов. Поэтому при проектировании автомобиля необходимо учитывать все возможные опасности и принимать меры по их предотвращению.

Важным элементом безопасности является система торможения. Она должна обеспечивать надежное торможение в любых условиях. Для этого используются различные типы тормозов, такие как дисковые, барабанные, вакуумные и т.д.

Система торможения должна быть способна выдержать большие нагрузки. Поэтому при проектировании необходимо использовать высококачественные материалы и технологии. Кроме того, важно обеспечить удобство управления тормозом водителем.

Безопасность — это комплексное понятие, которое включает в себя множество аспектов. Поэтому при проектировании автомобиля необходимо учитывать все возможные опасности и принимать меры по их предотвращению.

Важным элементом безопасности является система торможения. Она должна обеспечивать надежное торможение в любых условиях. Для этого используются различные типы тормозов, такие как дисковые, барабанные, вакуумные и т.д.

Система торможения должна быть способна выдержать большие нагрузки. Поэтому при проектировании необходимо использовать высококачественные материалы и технологии. Кроме того, важно обеспечить удобство управления тормозом водителем.

Безопасность — это комплексное понятие, которое включает в себя множество аспектов. Поэтому при проектировании автомобиля необходимо учитывать все возможные опасности и принимать меры по их предотвращению.

Важным элементом безопасности является система торможения. Она должна обеспечивать надежное торможение в любых условиях. Для этого используются различные типы тормозов, такие как дисковые, барабанные, вакуумные и т.д.

Система торможения должна быть способна выдержать большие нагрузки. Поэтому при проектировании необходимо использовать высококачественные материалы и технологии. Кроме того, важно обеспечить удобство управления тормозом водителем.

Безопасность — это комплексное понятие, которое включает в себя множество аспектов. Поэтому при проектировании автомобиля необходимо учитывать все возможные опасности и принимать меры по их предотвращению.

Важным элементом безопасности является система торможения. Она должна обеспечивать надежное торможение в любых условиях. Для этого используются различные типы тормозов, такие как дисковые, барабанные, вакуумные и т.д.

Глава 1 Топливные системы - основные сведения

Содержание

Введение	1	Дроссельная заслонка	5
Рабочая смесь	2	Поток воздуха	6
Смесеобразование	3	Карбюратор с постоянной скоростью потока	7
Испарение	4	Содержание книги	9

1 Введение

Кан Тител, конструктор гоночных автомобилей Формулы 1 утверждает, что любой компонент высокотехнологичной машины должен выполнять сравнительно простую функцию. Число этих функций определяет эффективность и экономичность машины. Далеко не последнюю роль в таких машинах играет топливная система.

Независимо от конструкции (карбюраторная, инжекторная или система с впрыском топлива) топливная система предназначена для образования химической правильной смеси топлива с воздухом. Топливная система решает две задачи: она должна точно выдерживать соотношение топлива с воздухом, и в то же время не перебарывать и не перекачивать топливо в цилиндр двигателя.

«Химическая правильная» смесь пригодна только на лабораторных условиях. В двигателе такая смесь нужна далеко не всегда. Для полного сгорания каждой молекулы топлива так, чтобы в результате не осталась ни одной молекулы кислорода, необходимо смешать воздух и топливо в весовом соотношении 14,7:1. Однако реальный двигатель выдает максимальную мощность при несколько «обогащенной» смеси (12...13). С другой стороны, максимальная экономичность двигателя достигается за счет «обедненной» смеси (примерно, 18:1). В связи с этим, следующей задачей топливной системы является определение нагрузки двигателя, определение степени его обогащения смеси, и обеспечение оптимальной смеси в зависимости от этих параметров. Кроме того, должны учитываться и другие состояния двигателя — пуск, прогрев холодного двигателя, работа на холостом ходу, ускорение — во всех этих режимах нужна обогащенная смесь.

Таким образом, топливная система должна осуществлять управление двигателем во всем диапазоне нагрузок и частоты вращения. Такая система способна выполнять и дополнительные функции, которые ведут к повышению мощности двигателя, снижению шума при работе, снижению токсичности отработавших газов, уменьшению расхода масла и к защите двигателя от износа.

Размеры впускного тракта и воздухоочистителя должны обеспечивать поступление достаточного количества воздуха, причем воздух должен образовывать пульсирующий столб. Использование динамики воздушного столба позволяет увеличить наполнение цилиндров за счет так называемого «резонансного эффекта». Для четырехтактного двигателя частота пульсаций совпадает с частотой вращения коленчатого вала. При этом форма и объем впускного коллектора и воздухоочистителя должны быть такими, чтобы пульсация воздуха была резонансной. Поскольку частота работы двигателя совпадает с частотой пульсаций воздуха, максимальное давление воздуха должно быть в момент открытия впускного клапана уменьшаться при его закрытии.

Высокое давление воздуха, наступающее после открытия впускного клапана, дает возможность поступлению максимального количества воздуха в цилиндр двигателя. Кроме того, повышение давления воздуха позволяет открывать впускной клапан немного раньше. Дело в том, что впускной клапан открывается в конце такта впуска. В этот момент в цилиндре еще остаются отработавшие газы, имеющие избыточное давление. Впускной клапан должен открыться только в тот момент, когда давление свежего воздуха начнет превышать давление отработавших газов, иначе они попадут во впускной коллектор.

Таким образом, повышение давления поступающего воздуха позволяет раньше открыть впускной клапан, что увеличивает время такта впуска. Аналогичные рассуждения можно привести и для времени закрытия впускного клапана. Клапан должен закрыться к тому моменту, когда давление смеси в цилиндре начнет превышать давление воздуха во впускном коллекторе. Повышение давления воздуха позволяет закрыть клапан немного позже, что также увеличивает время такта впуска. Все это приводит к повышению коэффициента наполнения цилиндра (то есть к повышению объемной эффективности), что в конечном итоге приводит к увеличению крутящего момента двигателя.

Если частота вращения двигателя и частота пульсаций воздуха перестают совпадать, это приводит к уменьшению крутящего момента

(двигатели, в которых применяется эффект резонанса имеют пикобразную зависимость крутящего момента от частоты вращения двигателя).

Пулсация воздуха во впускном тракте сопровождается шумом. При этом открытии дроссельной заслонки шум во впускном коллекторе может достигать такой же силы, как и выхлопной. Для того, чтобы дорожные машины удовлетворяли нормам шума, производители приходится уделять значительное внимание конструированию впускного тракта, а также использовать звукопоглощающие материалы. Корпус воздухоочистителя тщательно рассчитывается в целях гашения шума на тех частотах, на которых резонанс воздушного столба приводит к максимальному уровню шумности. Методы этих расчетов разработаны в Германии еще в 1920-1940, который является эффективным методом гашения шума в реальных условиях, в авиационном моторе. Гельмгольц предложил метод поглощения шума при помощи больших пустых контейнеров, которые он устанавливал вокруг двигателя в определенном порядке. Конеры в шахматном порядке используются для гашения шума на резонансных частотах как во впускном, так и во впускном тракте.

На практике эта теория может найти применение в модернизации впускного тракта таким образом, что при усилении шума трек издавал только приятные звуки. Некоторые производители используют теорию и гордятся этим, в том числе Kawasaki, который, насколько мы известно, никогда не проявлял к теории большого интереса, все же как-то время потратив на создание своего конструктора.

Другой путь снижения шума при впуске (и выпуске) заключается в подборе геометрических размеров впускного и выпускного трактов. Проверка шумности в дорожных условиях осуществляется при отработке скорости и частоты вращения коленчатого вала, при полностью открытой дроссельной заслонке. Тем же, как размеры впускного тракта способствовали повышению крутящего момента, аналогично они могут способствовать и его снижению таким образом, что при определенной частоте вращения коленчатого вала шум стал меньше. Выходная камера служит для снижения

несколько задач. Обычно его связывают с местом для размещения воздушного фильтра, который препятствует попаданию пыли в цилиндры двигателя. Кроме того, в воздушном камере располагается маслоотделитель системы вентиляции двигателя. Система вентиляции осуществляет отсос

паров масла из картера двигателя, изпод крышки распределительного вала и из коробки передач. Большая часть масла отводится и отводится обратно в поддон двигателя, уменьшая расход масла. Некоторая часть паров масла стравливается в атмосферу, уменьшая концентрацию углеводо-

родов в выхлопных газах. В некоторых двигателях предусмотрена прокладка системы выпуска отработавших газов сальным воздушным через специальный запорный клапан. При этом несгоревшие частицы масла и топлива окисляются и выводятся из выхлопной трубы.

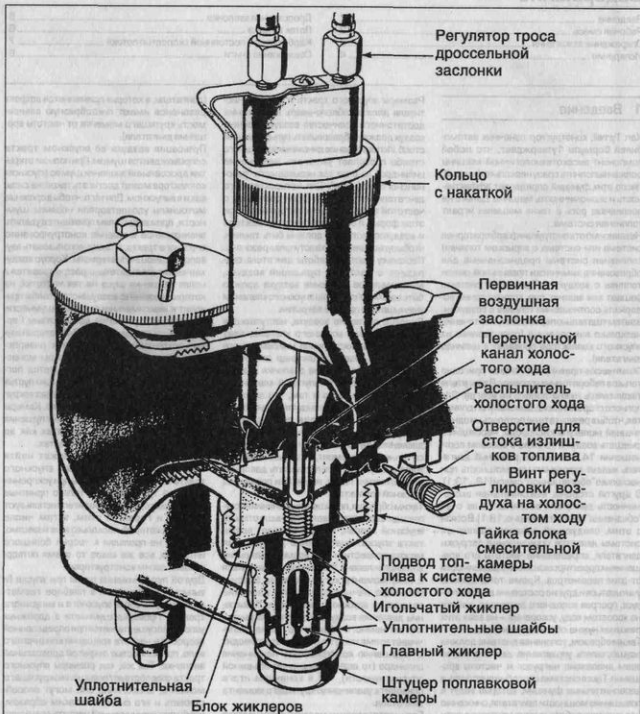


Рис. 1.1. Этот карбюратор спроектирован и разработан специально для двигателей мотоциклов 80 л/с. Отдельные части этого карбюратора можно найти и в современных разработках

Топливные системы мотоциклов

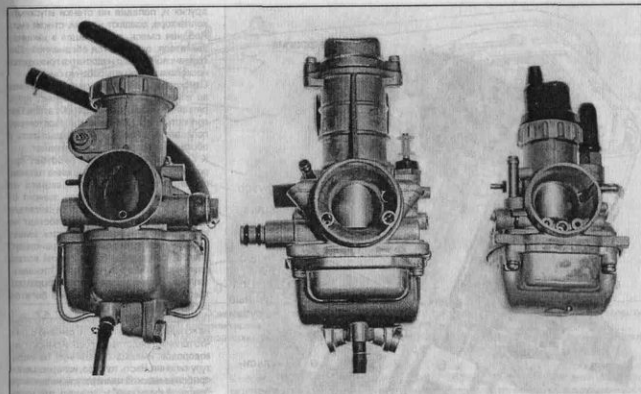


Рис. 1.2. Карбюраторы мотоциклов японского производства: слева показан карбюратор Mikuni для двухтактного двигателя, в центре представлен карбюратор Mikuni для четырехтактного двигателя, справа - карбюратор Keihin для четырехтактного двигателя

И наконец, воздухоочиститель. Мотоциклисты устроены так, чтобы использовать наибольший поток воздуха при движении мотоцикла. За счет дополнительного надувания воздуха происходит некоторое повышение мощности двигателя (так, при скорости 270 км/ч, давление воздуха повышается на 0,6 Па, что приводит к повышению мощности на несколько процентов). С другой стороны, этот эффект не должен приводить к нарушению смешивания при малых скоростях движения.

Как удобно управлять очень простой системой. Действие карбюратора состоит в том, что большинство операций в нем происходит автоматически. Снаружи к нему подходит только воздушный, топливный магистраль и трос управления дроссельной заслонкой. Карбюратор же самостоятельно управляет смешиванием. Если карбюратор является автоматическим "жизненным" устройством, то система проста. Для ее работы необходимо обеспечить форсунку, что делать, причем форсунку еще должны понять, чего от них хотят. Это одна из причин, почему система проста. В отличие от карбюратора, который главным образом из одного режима работы в другой, форсунки способны мгновенным "прыжком", причем, эти "прыжки" могут быть совершенно неограниченными, или сигнал датчика вышел за пределы запрограммированных ситуаций.

Здесь приведен обзор работы топливной системы, более детально описанная в следующих главах. Необходимо научиться воспринимать топливную систему как отдельную часть, однако, будет ошибкой рассматривать ее отдельно от мотоцикла. Работа топливной системы оказывает влияние на работу двигателя и мотоцикла в целом. Независимо от того, признали ли выходящую систему частью топливной системы или нет, топливная система оказывает доминирующее влияние на работу двигателя и его характеристики. С другой стороны, топливная система связана с работой клапанной и с системой смазки двигателя при различных режимах загрузки. Система подачи топлива также оказывает большое влияние на воспламенение и сгорание рабочей смеси.

Таким образом, хотя эта и является топливной системой, отдельно от остального мотоцикла, нельзя забывать о том, что карбюратор или система впрыска топлива не являются независимыми системами.

2 Рабочая смесь

Основное предназначение карбюратора заключается в обеспечении нужного количества топлива с воздухом, поступающим в двигатель. Это означает не только соблюдение правильной пропорции, но и то что

топливо необходимо испарить и равномерно перемешать по всему объему воздуха. В момент пропускания искры в свече зажигания, каждая молекула топлива должна быть окружена тринадцатой молекулами воздуха. В противном случае процесс горения затухает и топливо не успевает полностью сгореть за отведенной для этого время. В этом случае мощность двигателя будет падать. При частоте вращения двигателя, равной 6000 об/мин, в двухтактном двигателе такт впрыска и сжатия длится около 0,01 с. Рабочая смесь должна быть приготовлена именно за это время. В некоторых карбюраторах разных моделей аэрозоль делался именно так. Этот аэрозоль. В этих карбюраторах имелась так называемая "горячая пластина", на которую подавалось нужное количество топлива, и где оно моментально испарилось. Эта пластина подогревалась теплом от выпускного коллектора. Такие карбюраторы обеспечивали очень однородную смесь паров топлива с воздухом. Как ни странно, в поздних карбюраторах с традиционными жиклерами и регулирующими иглами отпоскоп принцип горячей пластины все же остался. Смешивание происходит за счет подсоса топлива в быстром потоке воздуха. Однако при этом не наступает истощения топлива, в топливе смешивается с воздухом в виде малых капель, но остается жидким, а не газообразным. Некоторые капли оказываются больше

Топливные системы мотоциклов

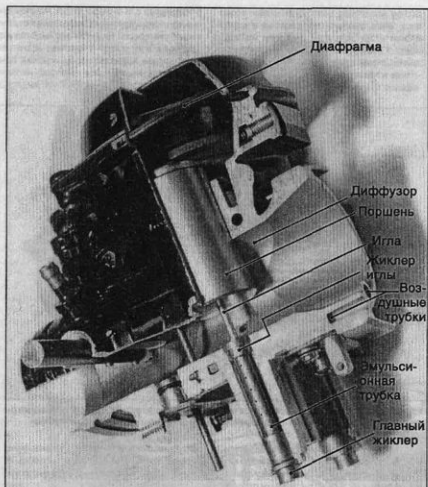


Рис. 1.3. Разреза карбюратора Mikuni ранней версии

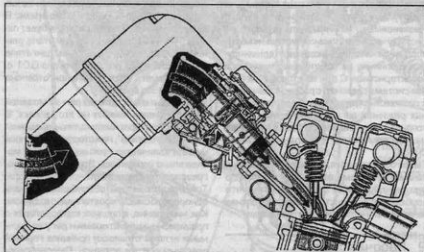


Рис. 1.4. Первоначально воздушная камера представляла собой корпус для размещения воздушного фильтра, т.е. выполняла роль обычного воздухоочистителя. Позже она была оснащена впускным глушителем. С середины 60-х годов началось использование воздушной камеры в качестве ресивера, что привело к постоянному росту ее объема. Фирма Kawasaki первой начала вводить дополнительные функции воздушной камеры на мотоциклах GPZ1000RX и ZX-10 (показан на рисунке)

других и, попадая на стенки впускного коллектора, оседают на нем, стекая вниз. Рабочая смесь, попадающая в цилиндр двигателя, оказывается обедненной. Для компенсации этого недостатка приходится несколько обогащать рабочую смесь. Однако медленный разгон двигателя топливом во впускном коллекторе начинает испаряться и попадать в цилиндры двигателя. При полностью прогретом двигателе это топливо попадает в цилиндры и необходимо в обогащении рабочей смеси отпадает.

К сожалению, двигатель работает при различных условиях. Соотношение топлива, попавшего в цилиндры и освещенного на стенках впускного коллектора, зависит от режима работы двигателя: когда двигатель не прогреет, когда двигатель работает на холостом ходу и воздушный поток имеет слишком малую скорость, когда происходит резкое ускорение и более легкий воздух разогнается быстрее, чем более "тяжелое" топливо. В этих условиях от карбюратора требуется приотстаивание более богатой рабочей смеси.

При вышеописанных условиях часть топлива не попадает в двигатель. Это связано с тем, что топливо представляет собой смесь углеводородов, имеющих различную температуру кипения. Часть топлива, испаряющаяся при более высокой температуре, называется "легкой фракцией" и, конечно, эта часть топлива оседает первой на стенках впускного коллектора. Легкая фракция топлива первой попадает в цилиндры и преобладает при работе двигателя на холостом ходу, во время прогрева и при ускорении. Присоединение легкой и тяжелой фракций топлива также не одинаково. Легкая фракция быстрее воспламеняется, сгорает и имеет большее давление, поэтому (или сопротивление детонации), поэтому работа двигателя на легкой фракции отличается от работы двигателя при сгорании всего топлива.

3 Опережение зажигания

Работа двигателя, в особенно, опережение зажигания, должны соответствовать характеристикам рабочей смеси. В старых двигателях опережение зажигания было постоянным, либо имело ручную регулировку, которая могла производиться водителем (если он об этом не забывал). Следующим этапом совершенствования была разработка двигателя, у которого опережение зажигания увеличивалось с ростом частоты вращения двигателя. В двигателях установились еще вакуумный корректор, который изменял опережение зажигания в зависимости от загрузки двигателя (положения дроссельной заслонки).

В современных двигателях осуществляется электронное управление опережением. Специальные датчики следят за частотой вращения двигателя (иногда) за положением

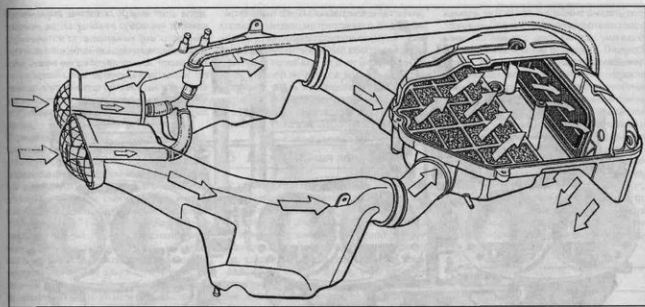


Рис. 1.5. В мотоцикле ZZ-R100 фирма Kawasaki полностью использовала возможности воздушной камеры, разрыв на отверстиях воздушной борозки для повышения давления воздуха за счет набегавшего потока при движении мотоцикла. Небольшая трубка, установленная в воздушной борозке, предназначена для поддержания постоянной разности давлений в диффузоре и в подкамере камеры карбюратора

дроссельной заслонки. Эти данные сравниваются с заранее разработанными "картами", которые определяют значение опережения для каждого режима работы двигателя. Дополнительные датчики могут быть установлены для контроля за температурой двигателя, пуском двигателя, детонацией и т.д. Топливо разных изготовителей должно обладать сходными характеристиками, однако эти характеристики имеют не постоянность от времени года и в зависимости от сорта исходной нефти. Для компенсации этих изменений топливо могут добавляться различные присадки. Если датчики двигателя сообщат об изменении состава топлива, двигатель изменит условия работы, скорректирует свою работу для достижения максимальной эффективности.

4 Испарение

Тепло, поступающее от деталей двигателя, способствует испарению топлива. Кроме того, тепло двигателя способствует разогреву жидкого топлива, что облегчает его испаряющееся испарение. Для перехода топлива из жидкого состояния в газообразное необходимо дополнительное энергия. Вы можете убедиться в этом, опустив палец в воду и подув на него. Поток воздуха приводит к испарению воды. Вы чувствуете, как Вашему пальцу становится холоднее. Это и происходит в процессе работы двигателя, однако, он применим и к карбюратору. Этот эффект имеет два положительных момента и один отрицательный.

К первому положительному моменту относится охлаждение воздуха струей топлива. Холодный воздух плотнее теплого, поэтому в одинаковом объеме содержится большая масса холодного воздуха, чем теплого. Это приводит к тому, что в цилиндр поступит большее число молекул кислорода, что позволяет увеличить подачу топлива, приводит к образованию большего количества тепла в цилиндрах и, соответственно, приводит к повышению мощности. Второй положительный момент заключается в том, что двигатель, особенно двухтактный, имеет сокращенное время для остановки поршня. Поэтому свежая рабочая смесь, состоящая из мелких капель топлива, попадая на поверх-

ность поршня, охлаждает его и уменьшает потери на трение, связанные с термическим расширением поршня, что, в свою очередь, приводит к повышению мощности двигателя. Температурой можно определить состав рабочей смеси, дающей максимальную мощность двигателя. Если используется обогащенная рабочая смесь, а топливо не успевают полностью сгореть в цилиндрах двигателя, это приводит к повышению рабочей смеси должна быть более богатой, чем теоретически правильная рабочая смесь. Некоторое количество топлива расходуется на конденсацию во впускном коллекторе, часть топлива расходуется на

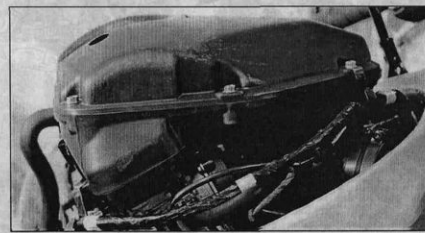


Рис. 1.6. Объем воздушной камеры продолжает расти, достигая на некоторых мотоциклах 10-кратного объема двигателя — показан мотоцикл ZX-9R

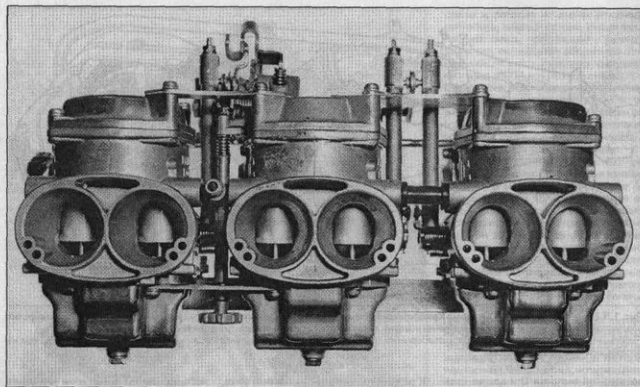


Рис. 1.7. Уже к 1979 году карбюраторы становятся все более компактными для того, чтобы установить их на большие двигатели дорожных мотоциклов. Фирма Kawasaki применила эти двухкамерные карбюраторы Mikuni на своих мотоциклах ZX1300 с шестиступенчатыми двигателями

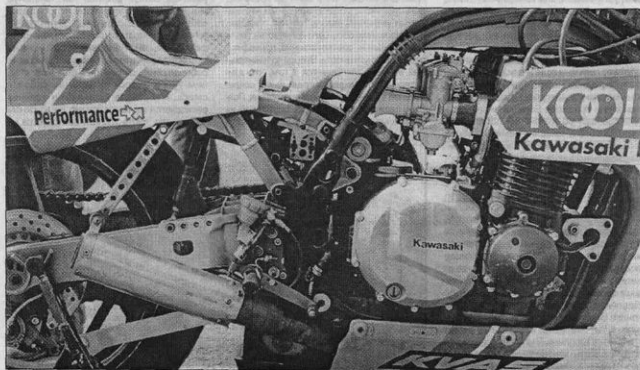


Рис. 1.8. На этом рисунке показан мотоцикл фирмы Kawasaki с двигателем 1000 см³. Карбюраторы расположены горизонтально, а рама мотоцикла изогнута вокруг них. Воздушная камера отсутствует, однако, длина воздуховода тщательно рассчитана

Топливные системы мотоциклов

охлаждение двигателя. Кроме того, в том случае, когда условия сгорания топлива отличаются от идеальных (на сгорание топлива отводится несколько миллисекунд), обогащенная рабочая смесь позволяет использовать все молекулы кислорода. Во всех двигателях этот эффект так или иначе используется, а форсированные двигатели используют сильно обогащенную рабочую смесь.

Отрицательный эффект, связанный с поттошением тепла, заключается в следующем. В воздухе содержится некоторое количество паров воды. При охлаждении воздуха эти пары конденсируются и превращаются в лед, который не может скапливаться внутри карбюратора. Этот эффект называется "обледенением" карбюратора. Под микроскопом главный топливный жиклер или воздушные жиклеры или осесть на дроссельной заслонке. Эти процессы приводят к нарушению работы двигателя, вплоть до полной остановки. Образование льда на дроссельной заслонке может привести к ее заклиниванию в определенном положении. Максимальное проявление этого эффекта наступит при большой влажности воздуха и температуре 4...5°C. Более теплый воздух может содержать больше паров воды, однако, в этом случае вода не успеет замерзнуть. Более холодный воздух содержит меньше паров воды.

Большинство производителей топлива

используют специальные присадки к топливу, предотвращающие появление льда в карбюраторе. Некоторые производители мотоциклов принимают меры для обогрева карбюратора, в основном, за счет циркуляции охлаждающей жидкости вокруг наиболее уязвимых точек карбюратора или за счет установки небольших электрических обогревателей (обычно эти обогреватели включаются во время прогрева двигателя).

5 Дроссельная заслонка

В карбюраторах современных двигателей расход воздуха регулируется скользящей заслонкой. Движение этой заслонки также используется для регулирования потока топлива через жиклер. В некоторых случаях в жиклере устанавливается коническая игла, которая поднимается вместе с дроссельной заслонкой. При подтигте заслонки увеличивается расход воздуха, а при поднятии иглы увеличивается расход топлива. Такая технология позволяет смещать воздух с топливом в точной пропорции при всех положениях дроссельной заслонки. Основная сложность заключается в переключении струи воздуха с топливом. Воздух, движущийся вдоль некоторой поверхности, имеет меньшее давление, чем неподвижный воздух. Поскольку топливо имеет постоянный уровень в поплавковой

камере, его давление можно считать постоянным. Давление воздуха, протекающего мимо топливного распылителя, уменьшается при увеличении его скорости. Таким образом, при повышении частоты вращения коленчатого вала увеличивается скорость движения воздуха, что приводит к увеличению разрежения, соответственно, увеличивается расход топлива. При тщательном выборе соотношения между массой топлива и конфигурацией канала, по которому движется топливо, можно добиться автоматического увеличения расхода топлива при увеличении скорости вращения (наоборот) почти во всем диапазоне частоты вращения коленчатого вала. На практике, при больших скоростях, разрежение возрастает слишком быстро. Более сильное разрежение достаточное при больших скоростях, оно становится недостаточной на холостом ходу.

6 Поток воздуха

Следующим разумным шагом в совершенствовании карбюратора можно считать воздушное торможение топлива. Небольшие отверстия, называемые воздушными жиклерами, предназначены для подсоса воздуха в поплавки, заполняемый топливом через топливный жиклер в нижней части поплавка. Характеристики потока воздуха, движущегося через этот жиклер в чистом покое на характеристике потока топлива: малая скорость при небольшой частоте вращения двигателя и ее экспоненциальный рост при увеличении скорости потока воздуха через карбюратор. При небольших скоростях этот эффект проявляется слабо (особенно в том случае, если диаметр воздушного жиклера мал по сравнению с диаметром топливного жиклера), но при больших скоростях движения воздуха эффект торможения топлива становится существенным. Теперь диаметр топливного жиклера подбирается таким

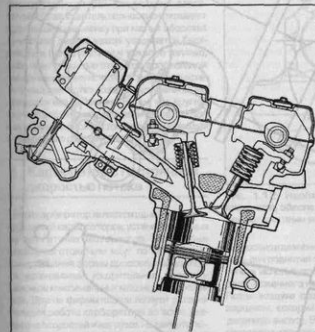


Рис. 1.9. По мере совершенствования двигатели мотоциклов проектируются как единое целое. К удачным решениям можно отнести головку с четырьмя клапанами, развернутыми для уменьшения камеры сгорания и выпрямления впускного коллектора. Это мере позволяют также уменьшить расход карбюратора. На рисунке показан двигатель мотоцикла Honda CBR1000F

Топливные системы мотоциклов



Рис. 1.10. Двигатель CBR600F, разработанный в 1991 году имеет небольшие усовершенствования по сравнению с двигателем CBR1000F

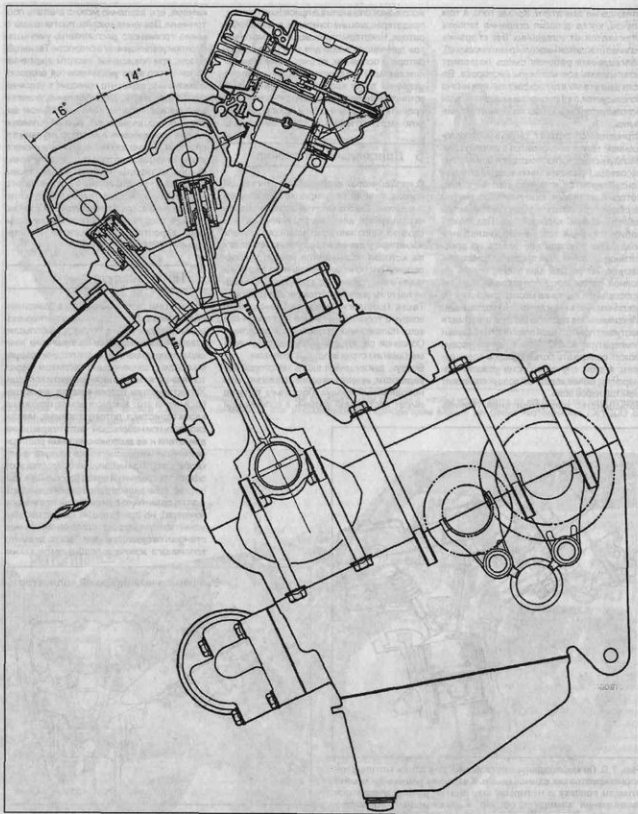


Рис. 1.11. Двигатели мотоциклов Suzuki GSX-R600 и 750 продолжили эту линию развития. Расположение и наклон впускных трактов ограничено только головкой цилиндров — на рисунке показан двигатель GSX-R600

Топливные системы мотоциклов

образом, чтобы состав рабочей смеси был оптимальным при малой скорости вращения, а при больших скоростях состав рабочей смеси корректируется подбором диаметра воздушного жиклера.

Как уже говорилось, раньше целесообразно было выполнение одним комом от нескольких задач. Поток воздуха через воздушный жиклер также дополнительно решает две задачи. Во-первых, происходит предварительное смешивание воздуха с топливом, превращающее жидкое топливо в пену. Это облегчает поднятие топлива через жиклер при открытии дроссельной заслонки и помогает быстрому снижению уровня топлива при закрытии дроссельной заслонки. Двигатель более чутко реагирует на перемещение дроссельной заслонки.

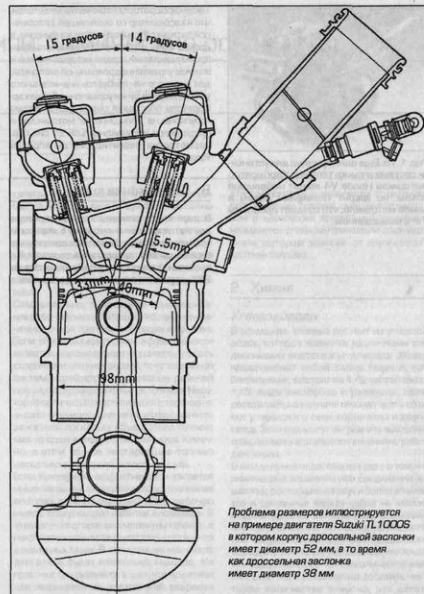
Во-вторых, облегчается распыление топлива при смешивании его с основным потоком воздуха. Это приводит к образованию более однородной рабочей смеси, что приводит к более полному и быстрому сгоранию рабочей смеси.

Рассмотренные усовершенствования карбюратора позволяют скорректировать его работу на холостом ходу и во время прогрева двигателя, однако, они не позволяют изменить состав рабочей смеси во всем диапазоне скорости и нагрузки двигателя. В таком виде карбюратор можно использовать либо с дополнительными приспособлениями, либо сделав его отосистельно комлексным. Проблемы возникают в крупных оборотных карбюраторах для мощных двигателей. Когда водитель полностью открывает дроссельную заслонку при малых оборотах двигателя, легкий воздух ускоряется быстрее, чем более плотный и тяжелое топливо, либо при полностью открытой дроссельной заслонке двигатель может получить достаточное количество воздуха без увеличения скорости его движения. В том и в другом случае расход воздуха увеличивается при неизменном расходе топлива, что приводит к обеднению рабочей смеси.

7 Карбюратор с постоянной скоростью потока

Такой карбюратор является одной из разновидностей карбюраторов, устанавливаемых на двигателях мотоциклов. Некоторые фирмы-изготовители идут по пути совершенствования формы дроссельной заслонки, устанавливая ускорительные насадки и жиклеры максимальных мощностей режимов. Другие фирмы пошли по пути автоматизации работы карбюратора во всем диапазоне скоростей и нагрузок на двигатель — так называемые карбюраторы с постоянной скоростью потока (или иначе — карбюраторы с постоянным расходом).

В этих карбюраторах одновременно с перемещением дроссельной заслонки происходит перемещение иглы, закрывающей топливный жиклер. Соотношение между



Проблема размеров иллюстрируется на примере двигателя Suzuki TL1000S, в котором корпус дроссельной заслонки имеет диаметр 52 мм, а в то время как дроссельная заслонка имеет диаметр 38 мм

Рис. 1.12. Необходимость уменьшения размеров топливной системы, а также сложности обеспечения топливом и воздухом двигателей, имеющих большой объем, делают системы впрыска топлива более предпочтительными, чем карбюраторы

скоростью и давлением, которое использовалось для поднятия топлива через жиклеры, теперь используется для поднятия поршня, расположенного над блоком жиклеров. Поток воздуха создает разрежение над поршнем, который поднимается на определенную высоту. Высота подъема определяется скоростью и площадью поршня, а с другой — его массой и упругим смещением пружины. Поскольку этот поршень, изменяя открытие воздушного впускного жиклера, скорость воздуха поддерживает на постоянном уровне и при постоянном давлении (поскольку это давление меньше

атмосферного, оно называется постоянным разрежением).

Такое решение позволяет поддерживать правильное соотношение воздуха с топливом во всем диапазоне скоростей и нагрузок двигателя, хотя и у него есть недостаток: если водитель резко откроет дроссельную заслонку при малой частоте вращения двигателя, скорость воздуха будет определяться скоростью его всасывания цилиндрами двигателя. Опытный водитель открывал бы дроссельную заслонку с такой скоростью, чтобы двигатель успевал отрегулировать на это и увеличить частоту вращения.

Топливные системы мотоциклов



Рис. 1.13. Еше одна причина для установки систем впрыска топлива. Карбюратор мотоцикла Honda V4 имеет небольшой объем, но закрывает топливным баком и рамой мотоцикла, что создает проблемы с его охлаждением

Такой карбюратор состоит из тех же деталей, что и карбюратор со скользящей дроссельной заслонкой и выполняет те же функции, а кроме того, обладает дополнительными преимуществами, среди которых: легкое и главное управление дроссельной заслонкой, для которого не требуется значительного усилия; разворота ручки управления. Такие карбюраторы благодаря своим достоинствам популярны на большинстве мотоциклов и продолжают устанавливаться до сих пор, несмотря на развитие систем впрыска топлива.

8 Содержание книги

В этой книге описаны как карбюраторы разных типов, так и системы с впрыском топлива, однако, карбюраторы с опережающим перемещением дроссельной заслонки и с постоянной скоростью устанавливаются на 95% дорожных и спортивных мотоциклах в

течение последних 50 лет, поэтому таким карбюраторам уделяется особое внимание. Эти карбюраторы получили существенное развитие и теперь способны пропускать значительные массы воздуха при значительных меньших расходах. Карбюраторы стали настолько компактными, что могут быть встроены в любой мотоцикл. Конструкция карбюраторов позволяет свести к минимуму впускной тракт и сделать его более простым, увеличить размер воздушного очистителя, увеличить диапазон скорости вращения двигателя. Маловероятно, что в будущем карбюраторы могут быть существенно усовершенствованы - трудно указать пути их дальнейшего развития. В настоящее время электронные системы управления двигателем становятся все более компактными и дешевыми, а постоянное ужесточение законов об охране окружающей среды делает более предпочтительной установку систем впрыска топлива.

В книге описаны как карбюраторы разных типов, так и системы с впрыском топлива, однако, карбюраторы с опережающим перемещением дроссельной заслонки и с постоянной скоростью устанавливаются на 95% дорожных и спортивных мотоциклах в течение последних 50 лет, поэтому таким карбюраторам уделяется особое внимание. Эти карбюраторы получили существенное развитие и теперь способны пропускать значительные массы воздуха при значительных меньших расходах. Карбюраторы стали настолько компактными, что могут быть встроены в любой мотоцикл. Конструкция карбюраторов позволяет свести к минимуму впускной тракт и сделать его более простым, увеличить размер воздушного очистителя, увеличить диапазон скорости вращения двигателя. Маловероятно, что в будущем карбюраторы могут быть существенно усовершенствованы - трудно указать пути их дальнейшего развития. В настоящее время электронные системы управления двигателем становятся все более компактными и дешевыми, а постоянное ужесточение законов об охране окружающей среды делает более предпочтительной установку систем впрыска топлива.

Конструкция карбюратора

Конструкция карбюратора должна обеспечивать подачу топлива в цилиндры двигателя в нужном количестве и в нужное время. Для этого карбюратор должен иметь систему, которая будет регулировать подачу топлива в зависимости от скорости вращения двигателя и нагрузки. В карбюраторе должны быть предусмотрены все необходимые детали и узлы, обеспечивающие его работу. Конструкция карбюратора должна быть простой и надежной, чтобы обеспечить его долговечность и легкость обслуживания.

Глава 2 Основные принципы: химические основы горения

Содержание

Введение	1
Химия	2
Строение	3

1 Введение

Двигатели внутреннего сгорания являются тепловыми двигателями. Тепло, образующееся при сгорании топлива и воздуха преобразуется в механическую энергию. Тепловое расширение воздуха приводит к возрастанию давления в цилиндре двигателя, которое воздействует на поршень и создает силу, которая поворачивает коленчатый вал двигателя. При этом и том же потреблении топлива в более эффективном двигателе образуется больше тепла, сильнее возрастает давление и увеличивается сила, вращающая коленчатый вал. Следовательно, в двигателе, имеющем большие потери (например, при выделении тепла в атмосферу), воздух расширяется в меньшей степени, что приводит к снижению его эффективности.

Слова *сила, давление, работа и энергия*, употребляемые нами в повседневном разговоре, относятся от понятий, принятых в физике и инженерном деле. Одна из важных задач инженера - это умение правильно определять эти понятия для того, чтобы найти физику происходящего в двигателе и понять. Топливная система предназначена для решения следующей задачи:

- Регулировать количество воздуха, поступающего в двигатель.
- Точная дозировка топлива, которое должно сгореть в данном объеме воздуха.
- Смешивание топлива с воздухом.

Первая задача решается при помощи дроссельной заслонки, которая позволяет водителю управлять нагрузкой и частотой вращения двигателя.

Требуемое количество топлива зависит от химического состава топлива и воздуха. Процесс будет максимально эффективным в том случае, если все топливо сгорит в объеме воздуха, поступающего в цилиндр двигателя. Для этого каждая молекула топлива должна соединиться с определенным числом молекул кислорода, что требует тщательного смешивания топлива и воздуха. Даже при идеальном подмешивании топлива к воздуху не сгорит столько, если топливо будет находиться в одном конце цилиндра, а воздух - в другом. Процесс сгорания будет нарушен в том случае, если топливо будет находиться в виде больших

капель, поскольку молекулы топлива, находясь в центре капли, будут изолированы молекулами, расположенными на поверхности капли. При сгорании молекул топлива, расположенных на поверхности капли, будут образовываться продукты сгорания, которые по инерции будут изолировать несгоревшие молекулы топлива от молекул кислорода.

Следовательно, тщательное перемешивание рабочей смеси более важно, чем обеспечение точной пропорции воздуха и топлива. Если основным критерием эффективности является максимальная мощность (то есть сгорание всего кислорода), то в топливной системе требуется избыток топлива. Некоторое количество несгоревшего топлива не оказывает влияния на эффективность двигателя, поскольку объем этого топлива мал по сравнению с объемом газа. Конечно, в том случае, несгоревшее топливо несколько загрязняет выхлопные газы.

Если критерием эффективности является максимальная экономичность, топливная система должна заготавливать рабочую смесь, содержащую избыток кислорода. В этом случае сгорит все молекулы топлива, а некоторое количество кислорода останется в выхлопных газах. В этом случае мощность двигателя будет несколько меньше. На практике это окажется в том, что водителю для поддержания постоянной скорости движения придется открыть дроссельную заслонку на несколько больше (например, на 30% вместо 25%).

Избыток кислорода делает выхлопные газы более чистыми, чем при сгорании обогащенной смеси, однако, обогащенная смесь сгорит при большей температуре. Это приводит к тому, что инертный газ становится активным и образует окислы азота, которые обладают отрицательным эффектом и способствуют образованию смога. Кроме того, избытки кислорода, участвующие в горении начинают соединяться с другими веществами, входящими в состав топлива и образуют окислы этих веществ, например, окислы серы.

Поскольку на сгорание рабочей смеси отводится лишь несколько миллисекунд, очень важно максимально равномерно распылить топливо в воздухе и перемешать

эти компоненты в химически правильном соотношении. Топливо, смешанное с воздухом в химически правильной пропорции, называется стехиометрическим соотношением, которое зависит от химического состава топлива.

2 Химия

Углеводороды

В основном, топливо состоит из углеводородов, которые являются различными соединениями водорода и углерода. Воздух представляет собой смесь газов и, приблизительно, состоит из 4/5 частей азота, 1/5 части кислорода и различных газов, составляющих незначительную часть объема: углекислого газа, паров воды и других газов. Эти газы могут загрязнить выхлопные газы, однако, не оказывают влияния на работу двигателя.

В химии принята договоренность о том, что химические элементы или соединения (вещества, состоящие из двух или более элементов и связанные между собой на молекулярном уровне) должны быть стабильными. Менее стабильные вещества разлагаются или соединяются с другими веществами, образуя стабильные соединения, поглощая или выделяя определенное количество энергии. Если же с соединением добывать некоторое количество энергии, это делает вещество менее стабильным и повышает способность этого вещества вступать в реакцию с другими соединениями.

Если вещество нестабильно при атмосферных условиях, оно не может долго существовать. Это вещество вступит в реакцию с различными соединениями и образует стабильные вещества.

Если вещество может существовать более, чем в течение нескольких секунд, оно считается стабильным. Примером таких соединений могут считаться углеводороды, из которых состоит топливо. Однако топливо не может состоять из чрезмерно стабильных компонентов. Для начала горения нам требуется быстрое затрата энергии. Небольшое количество энергии, затрачиваемой на запуск двигателя, должно компенсироваться за счет замкнутого цикла. Однако, поначалу, для другой энергетической уровень, топливо должно продолжать вступать в

Таблица 2.2. Характеристики топлива

Свойство	Описание
Октановое число	Сопротивление детонации. Чем больше сопротивление, тем большую степень сжатия можно создать цилиндр двигателя, что ведет к повышенной мощности и термического КПД двигателя
Теоретическое октановое число (RON)	Связано с детонацией на малой скорости
Моторное октановое число (MON)	Связано с детонацией на высокой скорости
Теплотворная способность	Количество тепла, выделяющееся при сгорании единицы массы топлива. Чем больше выделяется тепла, тем выше мощность двигателя. Следует помнить, что количество топлива в цилиндре не может быть бесконечно, оно ограничено соотношением воздуха/топливо.
Теплота парообразования	Количество тепла, которое требуется для превращения в пар единицы массы жидкости. Эта характеристика указывает на степень охлаждения струи топлива. Чем сильнее охлаждается воздух, тем плотнее он становится. Кроме того, при снижении температуры уменьшается риск возникновения детонации.
Отношение воздуха/топливо	Весовое соотношение воздуха и топлива в рабочей смеси. Это соотношение определяет количество топлива, которое может присутствовать в цилиндре, его теплотворная способность определяет количество тепла, которое выделяется в каждом рабочем цикле
Предел воспламеняемости	Отношение воздуха/топливо, при котором возможно воспламенение топлива. Чем шире этот предел, тем легче регулировать двигатель и добиваться от двигателя максимальной мощности и экономичности. С другой стороны, если топливо слишком легко воспламеняется, потребуются дополнительные меры по обеспечению безопасности. Также важны такие свойства топлива, как сопротивление раннему воспламенению и самовоспламенению (то есть, количество энергии, которое требуется для воспламенения топлива)
Летучесть	Показывает, насколько легко испаряется топливо; какое доля паров при данной температуре; давление паров (при равновесии давления кипящего топлива). Большая летучесть имеет значение для работы холодного двигателя, при его прогреве, ускорении и перемещении дроссельной заслонки. С другой стороны, летучесть повышает вероятность возникновения паровых пробок, образования льда, а также выделения паров топлива из топливного бака, поплавковой камеры и во время заправки
Кривая кипения	
Давление паров	
Отложения	Образуются при испарении топлива (загрязняют форсунки, фильтры и т.д.). Кроме того, указывают на степень окисления топлива при хранении (отложения возникают из-за окисления)
Стойкость к воде	Максимальная температура, при которой происходит расщепление топлива с повышенным содержанием кислорода (с добавлением спирта)
Коррозия медной посуды	Показывает наличие серосодержащих компонентов
Содержание серы и фосфора	Компоненты, которые присутствуют в сырой нефти, однако, приводят к загрязнению выхлопных газов, поэтому их содержание регламентируется

Таблица 2.3. Кривая перегонки бензина

Испарение 10%	50-70°C
Испарение 50%	110-121°C (макс.) 77°C (мин.)
Испарение 90%	185-190°C
Точка закипания	225°C

Однако есть два момента, которые делают некоторые виды топлива более предпочтительными. Если рассматривать стехиометрические смеси, то выделение теплоты будет примерно одинаковым, однако, если смесь оптимизировать для выделения максимальной мощности, то соотношение воздуха/бензин должно быть равным 12...13:1, а то время, как соотношение воздуха/метанол — 4:1. То есть уже в 3 раза большая масса метанола позволяет увеличить мощность, что

повышает количество выделенного тепла до 59,1 МДж/кг против 43,5 у бензина. Кроме того, у метанола большее сопротивление детонации, что облегчает увеличение его потенциальной энергии из этого топлива.

3 Сгорание

Термический КПД

В двигателе происходит сгорание топлива, при котором выделяется тепло, которое превращается в механическую работу. Эффективность, с которой происходит это превращение, называется термическим коэффициентом полезного действия (КПД) и обозначается $\eta_{\text{тер}}$. Двигатели с искровым

Таблица 2.4. Сравнение различных видов топлива

Топливо	RON	MON	Содержание серы, г/л	Теплотворная способность, МДж/кг (прим. 2)	Стехиом. отношение	% веса	Компоненты
ЕВ Moto 119	>119	>110	1,4				
Авиационный бензин 100LL	Прим.1	>99,5	0,85 макс.	43,5		85С, 15Н	
BS4040 (прим.3)	97	96	0,05...0,15	43,5	14,7	86С, 14Н	Смесь углеводородов от C_4H_{10} до $C_{12}H_{24}$
BS EN 228:1999 (прим. 4)	95	85	0,013 макс.	42,7	14,8	86С, 14Н	
BS7800:1988 (прим. 4)	98	87	0,013 макс.	41,9-44,2	14,7	86С, 14Н	
Метанол	107	92	0	19,9	6,45	39С, 12Н, 50О	CH_3OH
Этанол	108	92	0	26,8	9,0	52С, 13Н, 34,8О	C_2H_5OH
Сжиженный нефтяной газ	>100	-	0	46,1	15,5	82,63Н, 17,38С	Смесь пропана и бутана C_3H_8, C_4H_{10}
Водород	>130	-	0	120	34,3	100Н	H_2
Метан	>120	-	0	49,6	17,2	72С, 25Н	CH_4
Пропан	112	97	0	46,1	15,7	86С, 16Н	C_3H_8
Порочный газ	120-130	-	0	47,7	17,5	76С, 24Н	90% метана CH_4
Очищенный болотный газ	>120	-	0	37,7	17,5	75С, 25Н	95% метана CH_4
Алелиновое масло	106	-	0	45,3	14,2		$C_{10}H_{18}$
Дизельное топливо	-	-	0	41-43	14,5	86С, 13Н	
Керосин	-	-	0	43	14,5	87С, 13Н	

Примечание 1. Определение октанового числа авиационного бензина выполняется способами, отличными от определения октанового числа обычного бензина. Самолетными двигателями не может грубо управлять составом рабочей смеси (отношением обогащенной к максимальной обогащенной). Проверка обогащенной смеси происходит при стехиометрическом соотношении воздуха/топливо и приблизительно соответствует моторному октановому числу. Проверка обогащенной смеси основана на поведении бензина в двигателях с турбонаддувом, где используется охлаждающий эффект полностью обогащенной смеси для предотвращения детонации. В таблице приведен первый номер авиационного бензина. Остальные номера авиационного бензина не имеют аналогов среди марок обычного бензина.

Примечание 2. Значение теплотворной способности, приведенное в таблице, несколько ниже теоретического, поскольку горение выхлопных газов выносит часть тепла наружу. Если бы выхлопные газы были сжаты в воде и, таким образом, все тепло использовалось, значение теплотворной способности было бы несколько выше. Топливо в жидком виде обладает тем преимуществом, что его испарение охлаждает воздух, поступающий в двигатель, тем самым повышая его плотность и снижая вероятность возникновения детонации. Топливо, поступающее в газообразном виде, не обладает этим достоинством.

Примечание 3. Использование этого бензина в Великобритании запрещено с января 2000 года. Для использования в автомобилях, которые не могут работать на неэтилированном бензине, разработан другой присадка к бензину.

Примечание 4. Эти значения могут отличаться друг от друга в различных странах. Например, обычный бензин обозначается, как 90 RON и 80 MON, однако, в других местах может быть и другие обозначения.

воспламенением обладает термическим КПД в лучшем случае на уровне 25...30%. Термический КПД рассчитывается следующим образом:

$$\eta_{\text{тер}} = 1 / \text{урт} \times 100\%$$

где урт — удельный расход топлива, а тс — теплотворная способность топлива.

Удельный расход топлива представляет собой расход топлива (в г/с), деленный на

выходную мощность (в кВт), поэтому удельный расход топлива имеет размерность г/кВт·с. Теплотворная способность имеет размерность кВт·г/с. Поскольку Дж = Вт·с, термический КПД $\eta_{\text{тер}}$ является безразмерной величиной. Термический КПД является отношением действительной мощности к потенциальной мощности, которая могла бы выделиться при сгорании данного количества топлива. Важным параметром, напрямую связанным

с термическим КПД, является степень сжатия двигателя (рис. 2.8).

$$\eta_{\text{тер}} = 1 - (1/r)^{\gamma}$$

где $\eta_{\text{тер}}$ — термический КПД; γ — степень сжатия; η — отношение удельных теплотомостей газа при постоянном давлении и постоянном объеме (около 1,4 для сухого воздуха и около 1,3 для смеси воздуха с топливом, см. главу 3).

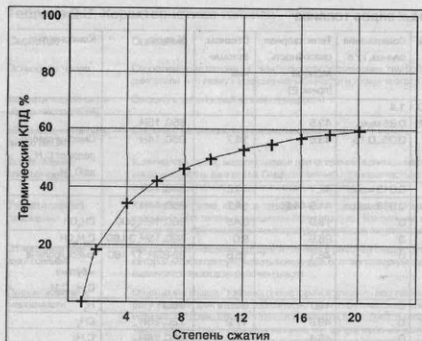


Рис. 2.5. Термический КПД. Этот график показывает теоретическую зависимость термического КПД от степени сжатия. Реальный двигатель достигает степени сжатия 10...12, а термический КПД не превышает 30%, то есть половины от теоретически возможной.

Распространение пламени

Повышение степени сжатия приводит к увеличению термического КПД двигателя и ограничивает возможное время детонационного горения. Топливо, имеющее большую сопротивляемость детонации, позволяет увеличить степень сжатия и повысить термический КПД двигателя.

При нормальном сгорании смесь зажигания воспламеняется топливом, находящимся рядом с ее электродами, после чего пламя распространяется во всех направлениях. Если пламя распространяется равномерно, то повышается вероятность того, что все топливо сгорит за минимальное время с минимальными затратами энергии. Если распространение пламени происходит хаотично, увеличивается вероятность того, что не все топливо или не весь воздух будут израсходованы во время рабочего цикла. Причем, даже если все топливо сгорит, это потребует дополнительное время. Это дополнительное время даст возможность теплу перейти в металлические детали двигателя, что уменьшит температуру газов.

Время, которое проходит с момента воспламенения до начала расширения горящих газов, называется опережением зажигания. В идеальном случае расширение должно начинаться в тот момент, когда поршень находится в верхней мертвой точке (ВМТ), потому что в сечке зажигания должно происходить за некоторое время до ВМТ. Если

опережение зажигания будет слишком большим, расширяющиеся газы начнут противодействовать поднимающемуся поршню, тормозя двигатель и поднимая его температуру. Если опережение будет отсутствовать, газы начнут расширяться слишком поздно и часть рабочего хода поршня пройдет впустую. Таким образом, выбор опережения зажигания является задачей двигателя, величиной крутящего момента, его температуры и потребления топлива.

Первая проблема заключается в том, что пламя распространяется быстрее в плотной смеси. Такая ситуация возникает при относительной открытости дроссельной заслонки, в то время, как при работе двигателя с малой нагрузкой плотность смеси повышается. В связи с этим значительное опережение зажигания должно изменяться в зависимости от положения дроссельной заслонки.

Цель системы зажигания — обеспечить датчиком положения коленчатого вала, имеющему малую частоту вращения, и коленчатому валу, вращающемуся с высокой частотой, возможность воспламенения смеси за минимальное время. Поэтому опережение зажигания должно увеличиваться при повышении скорости двигателя. Иначе, во время увеличения скорости вращения коленчатого вала есть области с минимальным и максимальным коэффициентом сжатия — минимальный и максимальный. Это обусловлено геометрическими размерами впускного и выпускного трактов, а также установкой фаз

газораспределения. В области с максимальным коэффициентом наполнения (там, где кривая крутящего момента имеет небольшие пики) рабочая смесь имеет несколько избыточность и горит быстрее, поэтому здесь опережение зажигания должно быть меньше. В области с минимальным коэффициентом наполнения (впадины на кривой крутящего момента) сгорание происходит дольше, поэтому опережение зажигания должно быть больше. В связи с этим, идеальной представляется такая система управления опережением зажигания, которая чувствительна к частоте вращения коленчатого вала, нагрузке двигателя и к характеристикам двигателя.

Детонация

Альтернативная возможность горения рабочей смеси — детонация. Когда смесь, взведенная с топливом, получает достаточно энергии из-за повышения давления и температуры, то она может воспламениться и без посторонней помощи (искры от свечи зажигания или от фронта пламени). Если частицы топлива при детонации воспламеняются одновременно или загораются непрерывно частями топлива, которые вызывают воспламенение остального топлива. Это явление характерно для дизельных двигателей и является высокоэффективным процессом, поскольку горение происходит за минимальное время, поэтому потери тепла такие минимальны. К сожалению, для бензиновых двигателей этот процесс является негативным. Взрыв в камере сгорания приводит к неадекватным нагрузкам на ответственные детали двигателя, которые не обладают прочностью деталей, предназначенных для дизельных двигателей, поскольку одним из требований к бензиновым двигателям является их минимальная возможная масса. Часто возникает необходимость снизить скорость процесса горения, начавшаяся на которой, однако, смесь, находящаяся перед фронтом пламени, разгорается или сжимается слишком быстро, что вызывает локальные перегревания. Такие явления вызывают неустойчивость частоты вращения двигателя и при высокой нагрузке, газ в цилиндре расширяется быстрее, чем медленно движущийся поршень успевает освободиться для него необходимого объема. В этой ситуации давление сжатия может превысить допустимый предел. Это явление называется детонационным стуком и его можно услышать в виде неадекватного «звонящего» при резком открытии дроссельной заслонки. Этот шум является признаком неадекватности частоты вращения двигателя.

Частота детонации также может зависеть в конце процесса сгорания, когда детонируют остатки рабочей смеси, удаленные от свечи зажигания. Это может привести к повреждению деталей двигателя, особенно на низких оборотах. Детонация, а также на внутренних краях поршня приводит к образованию бензиновых отложений в цилиндрах. Бензин начинает детонировать в том случае, если температура и давление повышаются сверх допустимого предела. Обычно эти условия наступают при раннем зажигании, поскольку в этом случае давление газов должно быть выше, чем при нормальном зажигании. Иногда шум от детонации можно услышать, но в любом случае вибрация, которая при этом возникает, усиливается датчиками детонации (пьезоэлектрическими кристаллами, в которых возникает электрический ток при сжатии) — это сигнал используется системой управления двигателем для уменьшения опережения зажигания.

Присадки

При высокой степени бензина и смеси топлива с окислительными свойствами получение высокооктанового бензина, однако, это сложно является задачей для инженера, потому что доля бензина составляет всего лишь несколько процентов от объема ископаемого сырья. Перспективным направлением для более полного использования нефти является использование бензина с низким октановым числом, в который добавляются присадки, повышающие его сопротивление детонации.

Одной из первых и наиболее эффективных присадок является органическое соединение свинца — тетраэтилсвинец, добавляемое в бензин. Оба эти вещества очень токсичны: они загрязняют выхлопные газы и оказывают на каталитические нейтрализаторы. В результате этого преобразователи теряют свою эффективность. У тетраэтила свинца есть одна полезная особенность: он снижает окисляющую способность окислителей, предотвращая их окисление и разрушение. Поскольку все мотоциклы, начиная с 70-х годов, имеют установленные седы клапанов, они не нуждаются в бензине с этой присадкой.

Политриэтилэтилсвинец, который является бензином, неужели сокращается и в настоящее время применяется только в качестве топлива для дорожных машин. Авиационное топливо содержит максимальную концентрацию этой присадки, даже тогда, когда бензин имеет октановое число, содержащее свинец. Октановые числа различных видов топлива приведены в таблице 2.4.

Тetra-этилсвинец является высокоокислительной присадкой, резко повышая октановое число бензина. В то же время, когда бензин имеет октановое число, которое не соответствует требованиям, на которую он рассчитан, заменитель должен быть столь же эффективным. Есть множество углеводородов, которые имеют более высокое октановое число, чем бензин. Эти углеводороды можно использовать для повышения октанового числа бензина. Среди этих углеводородов выделяют изоктан

(100RON, 100MON), толуол (120RON, 109 MON) и ксилол (116RON, 115MON).

Смеси (см. главу 11), такие, как метанол и этилметил имеют высокие октановые числа и также могут быть использованы в бензине для повышения октанового числа (обычно при этом используются стабилизаторы при-

Двигатель CFR

В 1920-х годах общество под названием CO-operative Fuels Research (CFR) предприняло программу исследований автомобильных бензинов. Одним из наиболее важных критериев было принятие сопротивления бензина детонации. Для этой цели был сконструирован специальный двигатель, который был создан в 1929 году компанией Вулкан-Энжин. Он представлял собой однокильберный двигатель с диаметром поршня 82,55 мм и ходом 114,3 мм. Цилиндр вместе с головкой имел возможность перемещаться относительно коленчатого вала. Этим достигалось изменение степени сжатия от 4 до 18. Изменения характеристик самого двигателя. В верхней части двигателя был установлен датчик детонации, изобретенный Вестонком.

Октановое число — проверка сопротивления детонации

Изоктан является очень устойчивым к детонации веществом, поэтому он принят за эталон при установлении октанового числа бензина. Например, если в смеси находится 95% изоктана (смешанного с нелетучим к детонации веществом, например, гентаном), то октановое число такой смеси считается равным 95.

В настоящее время топливо было обработано компанией CO-operative Fuels Research (CFR) на специально разработанном двигателе. У этого однокильберного двигателя цилиндр вместе с головкой мог спускаться и подниматься, изменяя степень сжатия. На двигателе был установлен датчик детонации и работал датчик на одной и той же скорости, при постоянной температуре, имел постоянное опережение зажигания. В двигателе подавался рабочая смесь с стехиометрическим соотношением. Степень сжатия варьировалась, тогда как не наступала детонация.

После этого установили датчик на изменение, в двигателе впускалась смесь, изоктан и гентан, причем конечная октановая смесь уменьшалась. В тот момент, когда произошла детонация, регистрировалась концентрация изоктана в рабочей смеси и определялось октановое число проверяемого топлива.

Для определения октанового числа топлива, которое не соответствует требованиям, используется метод три-этилсвинца. Сначала это топливо калибровалось относительно изок-

савки, которые замедляют расширение этих смесей). Кроме того, в качестве присадок могут выступать эфиры (сиртены). Наблюдениями в середине 1930-х годов (используя прибор, имеющий RON 115 и TAME (триметилэтанфен), имеющий RON 111, сдвиги, которые замедляют расширение этих смесей). Кроме того, в качестве присадок могут выступать эфиры (сиртены). Наблюдениями в середине 1930-х годов (используя прибор, имеющий RON 115 и TAME (триметилэтанфен), имеющий RON 111,

При помощи этого датчика оператор мог зафиксировать момент наступления и степень детонации, что позволяло сравнивать различные марки бензинов. Эта компания установила стандарты для проверки RON и MON настолько удачно (и обеспечивая повторимость), что современные двигатели для тех же целей имеют практически такую же конструкцию и дают такие же результаты. Сегодня используются те же методы тестирования, несмотря на тот факт, что современные двигатели имеют другие размеры и скорости вращения, чем двигатели, созданные для проверки датчика. Инженеры автомобильной и авиационной бензины преодолели множество трудностей при корреляции чисел RON и MON, принятых в различных странах.

Октановое число — проверка сопротивления детонации. Октановое число — это мера устойчивости бензина к детонации. Октановое число бензина определяется по отношению к смеси изоктана и гентана. Если в смеси находится 95% изоктана (смешанного с нелетучим к детонации веществом, например, гентаном), то октановое число такой смеси считается равным 95. В настоящее время топливо было обработано компанией CO-operative Fuels Research (CFR) на специально разработанном двигателе. У этого однокильберного двигателя цилиндр вместе с головкой мог спускаться и подниматься, изменяя степень сжатия. На двигателе был установлен датчик детонации и работал датчик на одной и той же скорости, при постоянной температуре, имел постоянное опережение зажигания. В двигателе подавался рабочая смесь с стехиометрическим соотношением. Степень сжатия варьировалась, тогда как не наступала детонация.

После этого установили датчик на изменение, в двигателе впускалась смесь, изоктан и гентан, причем конечная октановая смесь уменьшалась. В тот момент, когда произошла детонация, регистрировалась концентрация изоктана в рабочей смеси и определялось октановое число проверяемого топлива.

Для определения октанового числа топлива, которое не соответствует требованиям, используется метод три-этилсвинца. Сначала это топливо калибровалось относительно изок-

которые начинают первыми излагаться при пуске холодного двигателя и во время режущего ускорения. Эти проверки позволяют достаточно полно охватить различные виды топлив и расфасовку их в транспортные средства. Давно эти проверки отражают реальную ситуацию для многоцилиндрового двигателя с высокой частотой вращения. Для этих условий разработаны один единственный стандартное число (RODN). Это число определяется на

атомном автомобиле при его режущем ускорении (обычно на стенде). Эта проверка представляет собой несколько измененную процедуру CRC F-28. Для этой проверки используются различные стандартные числа. В процессе проверки опережения зажигания плавное увеличение отсчета до тех пор, пока не наступит детонация. В результате получается график зависимости опережения зажигания от стандартного числа для данного двигателя. Далее,

процедура повторяется для исследования другого бензина. При этом также увеличивается опережение зажигания до тех пор, пока не наступит детонация. Число RODN данного бензина определяется по графику зависимости отсчета опережения зажигания, при котором наступила детонация. Обычно, при проверке используется от 10 до 15 автомобилей. Это делается для того, чтобы обеспечить статистическую достоверность полученных результатов.

Кривая рабочей смеси

При работе двигателя под нагрузкой состав рабочей смеси должен изменяться в широких пределах. При обогащении рабочей смеси крутящий момент также увеличивается, достигает максимального значения, а затем уменьшается. Дальнейшее обогащение рабочей смеси ведет к перебою зажигания и представляет собой предел обогащения рабочей смеси для двигателя. Обогащение рабочей смеси приводит к снижению крутящего момента, однако, при этом снижается и потребление топлива, в следствии чего увеличивается расход топлива. Удельный расход топлива представляет собой отношение расхода топлива к массе топлива двигателя. Строго говоря, расход топлива двигателя в единицах массы, то есть в г/г мин, однако, удобнее пользоваться объемом расхода, измеряемым в см³/мин.

В системе единиц СИ удельный расход топлива имеет размерность г/кВт·ч или см³/кВт·ч. В технической системе удельный расход топлива принято выражать в г/л·ч или л/с·ч. Удельный расход топлива можно представить в виде графика в зависимости от оборотов двигателя. Нижние точки этой кривой показывают области максимальной топливной экономичности. Поскольку четырехтактный двигатель имеет удельный расход топлива от 0,28 до 0,4 л/л·с·ч, мы можем сравнивать расход топлива в зависимости от выходной мощности. Например, при мощности двигателя 80 л·с, расхода топлива составит 80х0,28=22,4 л/ч. Чем больше значение, тем есть 32 л/ч добавим к нему 20% (восьмой пункт). Получается 38,4 л/ч. Таким образом, топливная система для надежной работы двигателя должна обеспечивать расход топлива не менее 38,4 л/ч при минимальном уровне топлива в баке. Это простое вычисление может помочь при выборе неисправности в топливной системе. Достаточно измерить расход топлива при помощи мерной посуды (например, измерить, если подача топлива превышает уровень надежной работы, значит система подачи топлива исправна).

Если подача топлива находится в диапазоне между уровнем надежной работы и минимальным допустимым расходом (в выпущенном стандарте, 30х0,28 или 22,4 л/ч), это говорит о том, что система работает хорошо, однако, она не обладает запасом, то есть, при неблагоприятных условиях эксплуатаци-

Таблица 2.6.
Влияние состава рабочей смеси на работу двигателя

Отношение (весовое) воздух/топливо	Эффект
6...7:1	Перебои зажигания из-за чрезмерного обогащения
12...13:1	Максимальная мощность
13:1	Предел обогащения рабочей смеси для эффективной работы каталитического нейтрализатора
14:7:1	Стехиометрическое соотношение
16:1	Предел обеднения рабочей смеси для эффективной работы каталитического нейтрализатора
16...18:1	Максимальная топливная экономичность (типичный двигатель)
20...22:1	Перебои зажигания из-за чрезмерного обеднения (карбюраторный двигатель)
>28:1	Перебои зажигания из-за чрезмерного обеднения (двигатель с системой впрыска топлива)

тации двигателя возможны перебои в системе подачи топлива. Если система подачи топлива не обеспечивает расчетного расхода топлива, то перед владельцем двигателя и микропроцессор следует устранить неисправность. Никогда не забывайте о том, что все трубопроводы и клапаны системы подачи топлива могут быть исправными, а проблема может заключаться в засорении системы впрыска топлива бензином. При снижении уровня топлива в баке с засоренной системой вентиляции создается разрежение, препятствующее вытеканию из него топлива. Кроме того, измерение расхода топлива следует выполнять при нормальных условиях эксплуатации — топливный бак должен быть расположен на своем месте, крышка бачка завернута и т.д. Двухтактные форсированные двигатели и двигатели с турбонаддувом могут работать при обогащенной рабочей смеси, поскольку окислительный эффект от подачи дополнительного топлива приводит к некоторому повышению мощности. Для двухтактного форсированного двигателя удельный расход топлива 0,6 л/л·с·ч не является чем-то исключительным. Очень важно знать удельный расход топлива для конкретного двигателя (или хотя бы знать его максимальное значение), поскольку от этого зависит точность результатов по определению требуемой производительности топливной систе-

мы. В таблице 2.6 приведены различные составы рабочей смеси и оценка влияния их на работу двигателя. При изложении двигателя обобщено определяется кривая рабочей смеси для диапазона скорости работы двигателя. При каждой скорости рабочей смеси сначала обогащается до взрывоопасной смеси, а затем постепенно обедняется. При этом в нескольких точках измеряется крутящий момент (или мощность) двигателя. После момента кривая зависимости крутящего момента от расхода топлива, которая показывает оптимальное значение расхода топлива в точках зрения мощности и экономичности двигателя (рис. 2.7 и 2.8).

Зная оптимальные значения расхода топлива при различных скоростях вращения двигателя, можно построить зависимость расхода топлива от частоты вращения двигателя. Эта кривая называется кривой расхода топлива (рис. 2.9). Эта кривая используется в системе управления впрыском топлива (расход топлива — критерий, который должен максимально совпадать с кривой во всем диапазоне частот вращения двигателя) (см. главу 3). Как указывалось выше, эти зависимости построены при постоянной установившейся частоте вращения двигателя. На следующем этапе необходимо использовать аналогичные кривые, построенные при ускорении двигателя на переменном положении дроссельной заслонки (покальку эти

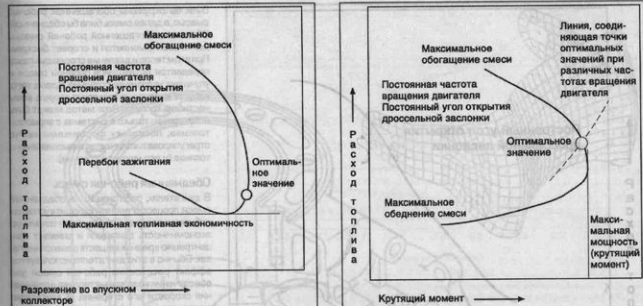


Рис. 2.7. Кривая состава рабочей смеси — малое открытие дроссельной заслонки

Эта кривая получается в результате стендовых испытаний двигателя во всем диапазоне состава рабочей смеси. На кривой видна точка оптимального состава рабочей смеси с точки зрения мощности и топливной экономичности. Обработанные данные: эти кривые являются кривыми при установившейся скорости вращения двигателя, постоянном угле открытия дроссельной заслонки и угле опережения зажигания. Такие испытания повторяются для всех скоростей вращения двигателя (от шагов 500 об/мин) и углов открытия дроссельной заслонки. Полный набор этих кривых образует топливную карту двигателя. Приведенная на рисунке кривая является типичной кривой при малом угле дроссельной заслонки. При таких углах разрежение во впускном коллекторе точно отражает изменение, как измерение загрузок двигателя. На этой кривой оптимальная точка хорошо видна, хотя в реальной ситуации оптимальные показатели достигаются при несколько обогащенной рабочей смеси.

Рис. 2.8. Кривая состава рабочей смеси — большое открытие дроссельной заслонки

При больших углах открытия дроссельной заслонки измеряется расход топлива и крутящий момент при постоянной скорости вращения двигателя. Эти кривые являются кривыми при установившейся скорости вращения двигателя, постоянном угле открытия дроссельной заслонки и угле опережения зажигания. Такие испытания повторяются для всех скоростей вращения двигателя (от шагов 500 об/мин) и углов открытия дроссельной заслонки. Полный набор этих кривых образует топливную карту двигателя. Приведенная на рисунке кривая является типичной кривой при малом угле дроссельной заслонки. При таких углах разрежение во впускном коллекторе точно отражает изменение, как измерение загрузок двигателя. На этой кривой оптимальная точка хорошо видна, хотя в реальной ситуации оптимальные показатели достигаются при несколько обогащенной рабочей смеси.

условия являются более близкими к реальным условиям движения. Требуемое к этим испытаниям является их подобие испытания, проведенным при постоянной частоте вращения двигателя, поскольку данные являются основой для проектирования карбюратора и системы управления впрыском топлива, детально описанные в главах 4 и 5.

Усовершенствование процесса сгорания топлива в двигателе

Усовершенствование процесса сгорания преследует множество целей — это ведет к повышению мощности и экономичности, снижает количество вредных веществ в выходящих газах, повышает приемистость двигателя и его чувствительность к изменению состава рабочей смеси.

Турбулентность

Турбулентность газа, принимаемая им одна форма вращения газа вокруг оси цилиндра

и малодольной осцилляции, способствует более тщательному перемешиванию воздуха и топлива и повышает скорость сгорания рабочей смеси. Турбулентность может высылаться формой впускного коллектора, положением впускного клапана, либо за счет открытия двух впускных клапанов. Увеличение скорости сгорания приводит к повышению топливной экономичности и к снижению концентрации вредных веществ в выходящих газах, особенно при неблагоприятных условиях (при малой загрузке двигателя и низкой частоте вращения двигателя). Следует отметить, что режим максимальной мощности двигателя турбулентность приобретает негативные качества. Во-первых, она затрудняет течение газов, а во-вторых, круговое движение горячих газов вокруг стенок цилиндра приводит к повышению температуры металлических деталей двигателя, в результате чего те тепло уходит в систему охлаждения, не совершая полезной работы.

Фирмой Yamaha был сконструирован впускной коллектор с изменяемой конфигурацией. При малой загрузке двигателя рабочая смесь, закрученная валь, она изменяется, а при полной загрузке двигателя коллектор выпрямляется и турбулентность уменьшается. В этом коллекторе существуют клапаны, закрепленные в стенке. Водом поворачиваются эти клапаны прокручиваясь вместе с потоком воздуха и не приводит к возникновению завихрений. При прокручивании клапанов создается кольцевое сужение тракта, подобное диффузору, увеличивая скорость воздуха, и частым толчками начинают лучше перемешиваться. Кроме того, выходящая из цилиндра смесь приобретает круговое движение, сохраняя его при подаче в цилиндр двигателя.

Распределение рабочей смеси

Известно, что для быстрого обогащенной смеси требуется меньше энергии, поэтому шлобоскоростные являются такие решения, при которых электроды свечи зажигания

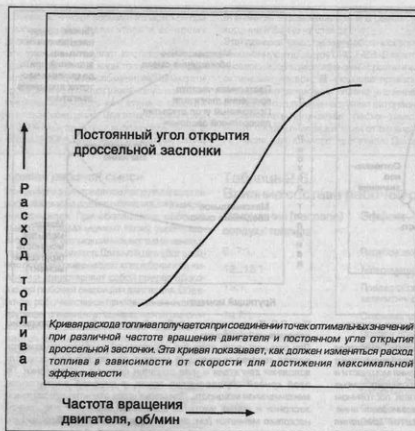


Рис. 2.9. Кривая расхода топлива

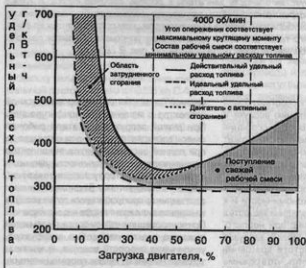


Рис. 2.10. Принцип активного горения

Двухтактные двигатели, спроектированные для работы в режиме максимальной мощности, плохо приспособлены для работы в режиме небольшой нагрузки двигателя и малой скорости вращения. На рисунке приведена зависимость удельного расхода топлива при частоте вращения двигателя 4000 об/мин. Здесь же приводится идеальная характеристика удельного расхода топлива и кривая, полученная в результате применения принципа активного горения фирмы Honda

были бы окружены обогащенной рабочей смесью, а далее смеси были бы обедненной. Область с обогащенной рабочей смесью легче воспламеняется и сгорает быстрее. При этом тепло и давление сгорающих газов передается оставшейся рабочей смеси и улучшает условия ее сгорания. Кроме того, избыток кислорода позволяет сгореть всем частицам топлива. Этот метод может быть использован только в системах с впрыском топлива, поскольку форсунками легче отрегулировать количество впрыскиваемого топлива (и его местоположение).

Обедненная рабочая смесь

В двигателях, работающих на обедненной смеси, процесс сгорания происходит в условиях избытка кислорода. Это повышает топливную экономичность двигателя и снижает концентрацию вредных веществ в выхлопных газах. Обычно в этих двигателях используется эффект распыления рабочей смеси для обеспечения возгорания топлива и повышения скорости его сгорания. В двигателях мотоциклов этот эффект не используется.

Рециркуляция отработавших газов

Рециркуляция отработавших газов называется процесс, при котором часть отработавших газов направляется обратно во впускной коллектор. Отработавшие газы представляют собой инертную часть рабочей смеси, поскольку они, в основном, состоят из азота, который не принимает участия в химической реакции горения топлива. Рециркуляция отработавших газов уменьшает конечную температуру воздуха и топлива, поступающего в цилиндры двигателя, а кроме того, она замедляет процесс сгорания (за счет вовлечения в процесс сгорания отработавших газов) и снижает температуру в цилиндрах двигателя. За счет рециркуляции достигается незначительная топливная экономичность при небольшой нагрузке двигателя, но происходит значительное уменьшение концентрации вредных веществ в выхлопных газах, особенно при низких температурах.

Рециркуляция отработавших газов применяется в легковых и грузовых автомобилях, однако, не применяется в мотоциклах. Неэффективность этого метода проявляется в трудности заполнения цилиндра при небольших нагрузках. Когда дроссельная заслонка лишь немного открыта, воздух всасывается двигателем хуже. Подача отработавших газов во впускной коллектор еще более затрудняет подачу воздуха и топлива в цилиндры двигателя. Это уменьшение подачи рабочей смеси происходит без всякой связи с нагрузкой двигателя. Обычно система рециркуляции отработавших газов устанавливается на двигателях, оборудованных системой предгорения детонации. Такое сочетание позволяет двигателю работать с максимальной эффективностью, а в то же время снижает риск по-

Топливные системы мотоциклов

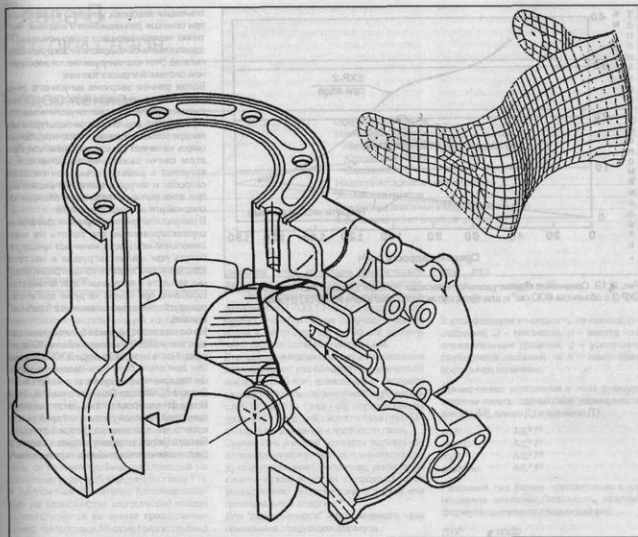


Рис. 2.11. Режиссионный клапан двигателя Honda

Этот клапан меняет открытие или поднимает верхнюю границу впускного окна в зависимости от частоты вращения и нагрузки двигателя, препятствуя попаданию свежей рабочей смеси в впускной коллектор. Поскольку при этом в цилиндре остается больше газов, это ведет к повышению температуры и давления вплоть до начала самовоспламенения рабочей смеси

ломки двигателя, связанной с возникновением детонации.

Другой проблемой, возникающей при малой нагрузке двигателя, является то, что рабочая смесь становится недостаточно плотной для полного и быстрого сгорания. Особенно сильно этот недостаток проявляется в двухтактных двигателях с коллекторами большого диаметра, рассчитанными для работы на максимальной мощности. При небольших нагрузках и малых скоростях вращения двигателя продукты цилиндра становятся неэффективной, поэтому рециркуляция газов еще более затрудняет подачу свежей рабочей смеси в цилиндр. Рабочая смесь, поступающая в цилиндр, хуже распределяется, и в цилиндре остается избыток газов, неуспевших покинуть цилиндр во время

продукции. Это затрудняет процесс сгорания и делает его неполным. В результате эффективность двухтактного двигателя при небольших нагрузках и скоростях становится очень низкой.

Активное горение

Фирма Honda предприняла попытку устранить эти проблемы за счет обеспечения детонационного сгорания рабочей смеси. При повышении температуры и давления в камере сгорания частицы топлива и воздуха начинают сгорать самопроизвольно, не дожидаясь, пока до них дойдет фронт пламени. Honda называет этот процесс активным горением, поскольку он не является детонационным сгоранием в полном смысле этого слова (рис. 2.10).

Получе достаточно количество энергии, химические компоненты разлагаются на более активные (менее стабильные) формы, называемые радикалами. Например, вода H_2O может разложиться на радикалы H и OH . При определенных условиях энергичные превращения могут наступить и в частицах топлива. Получившиеся нестабильные компоненты начинают вступать в реакцию, не дожидаясь искры свечи зажигания или фронта пламени. Возникнет процесс, который называется самоорганизацией. Этот процесс не является детонационным, так как не происходит после выключения зажигания. Инженеры фирмы Honda нашли способ ак-

Топливные системы мотоциклов

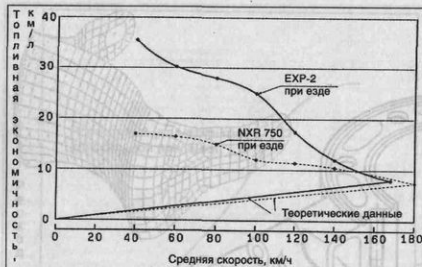


Рис. 2.12. Сравнение кривых удельного расхода топлива для двухтактного двигателя EXP-2 с объемом 400 см³ и для четырехтактного двигателя NXH750 (Honda)

тивизации водорода, углерода и кислорода при помощи режиссирующего клапана, частично перекрывающего выпускное окно (в зависимости от скорости и загрузки двигателя). Этот клапан управляется электронной системой впрыска топлива.

Более раннее закрытие выпускного окна сохраняет в цилиндре больше рабочей смеси, в длину хода сжатия увеличивается. В результате давление и температура в цилиндре повышаются настолько, что рабочей смеси начинает самовоспламенение. При этом свечи зажигания выключаются и вступают в работу только при высокой скорости и нагрузке двигателя (поскольку при этих условиях детонация становится опасной для деталей двигателя).

В результате эти мероприятия двигателя, спроектированные для работы на максимальной мощности, начинают лучше работать при малых нагрузках и частоте вращения двигателя, а коммутация видов смеси в выпускных газах оказывается (особенно при малой нагрузке двигателя, где двухтактные двигатели имеют "грязный" выпуск).

На основе этого эффекта были созданы два двигателя EXP-2: с объемом 400 см³ и мощностью около 43 л.с. при 8300 об/мин. Эти двигатели были установлены на мотоциклах, принимавших участие в гонках Гранд-Дакер в 1995 году. Одни из гонщиков, Жан Бюш, доминируя в них, на протяжении десяти лет этой тяжелой гонки, в которой участвовало 95 мотоциклов. Второй гонщик, Richard Saint, потерпел аварию и сошел с дистанции на четвертый день соревнований.

Глава 3 Потоки газов

Содержание

Введение	1	Эффекты разрыва	5
Энергетические уровни		Измененная геометрия	6
Закон Бойля		Переменные физ. газораспределения	
Теорема Бернулли		Клапан мощности	
Давление	2	Система EXUP	
Измерение давления		Недостатки дроссельной заслонки	7
Поток на выпускном тракте	3	Безударный поток	8
Эффект инерции	4	Повышение давления в воздушной камере	9
Эффект скоростного напора		Физика воздушного потока	10

1 Введение

Работа бензиновых двигателей ограничивается количеством воздуха, который может поступить в цилиндры. С обеспечением подачи топлива никаких проблем не возникает, а вот воздуха требуется в 14,7 раза больше (по весу).

В связи с этим предельно эффективным направлением совершенствования двигателя является установка устройств, которое могло бы увеличить воздушный заряд. Чаще всего таким устройством является компрессор, который приводит во вращение отклоненного вала (механический наддув), либо от газовой турбины, работающей на выхлопных газах (турбонаддув) (см. главу 11).

В двухтактных двигателях (устанавливаемых на большинство мотоциклов) наддув осуществляется во время кривошипно-коммерной продувки. Многие годы установка компрессоров на мотоциклетных двигателях была запрещена. Эти ограничения не были особенно строгими и в тех случаях, когда основным требованием к двигателю было увеличение мощности. Турбокомпрессоры устанавливались всегда: на спортивных автомобилях и мотоциклах доводного производства, симметриях с поршневыми двигателями, в гоночных автомобилях, формулы 1, в дорожных автомобилях, в грузовых автомобилях и т.д.

В тех случаях, когда возможность наддува воздуха отсутствует, расход воздуха становится основным фактором, ограничивающим возможности двигателя.

Газы имеют различные свойства, которые можно использовать для повышения мощности двигателя. Соотношение между давлением, объемом и температурой (см. приложение 1), не способность передавать колебания давления, способность смешиваться и передавать тепло, — все эти свойства в некоторых случаях могут приносить очень большое значение. Необходимо знание

свойств газов, имеющих практическое значение, описывающих теорию Бернулли.

Эта теорема названа по имени Дениша Бернулли (1700-1782 г.г.), который доказал, что если газ не получает энергию извне и не отдает ее, то общий уровень энергии газа остается постоянным. Эта полная энергия состоит из нескольких составляющих: газа обладает кинетической энергией ($0.5 \cdot m \cdot v^2$, зависящей от скорости газа), потенциальной энергией (mgh , зависящей от высоты газа над определенным уровнем) и энергией сжатого газа ($p \cdot D$, — отношение давления и плотности газа). Сумма этих энергий остается постоянной, хотя энергия может свободно меняться между составляющими. Например, увеличение кинетической энергии сопровождается уменьшением энергии сжатого газа или потенциальной энергии. Для "совершенного" несжимаемого газа применима следующая формула:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{mgh}{D} + mgh = K$$

Примечание: слагаемые в этой формуле должны иметь одинаковые размерности (массы (M), длины (L) и времени (T))

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{mgh}{D} + mgh = K$$

Реальный газ более чувствителен к отношению давления/плотности, поэтому формула принимает следующий вид:

$$\frac{mv^2}{2} + \int \frac{mdp}{D} + mgh = K$$

Примечание 1

Закон Бойля (названный в честь Роберта Бойля, 1627-1691 г.г.) гласит, что при постоянной температуре объем идеального газа обратно пропорционален его давлению ($p \cdot V = p_0 \cdot V_0 = \text{const}$). Реальные газы не вполне подчиняются этому закону. В законе Шарля (названного в честь Жака Шарля и Джозефа Гей-Люссака в 1780 г.) добавлена температура и утверждается, что объем определенной массы воздуха пропорционален его температуре ($p \cdot V / T = p_0 \cdot V_0 / T_0 = \text{const}$). Этот закон выведен учеными на наблюдении за горячим воздухом. Подразумевается, что все газы имеют приблизительно одинаковый коэффициент расширения. Это допущение справедливо только при низком давлении газов, когда они проявляют свойства "идеального газа". Идеальным газом считается такой газ, в котором молекулы не имеют размера и отсутствуют силы межмолекулярного взаимодействия.

В реальном газе закон Шарля соблюдается только с учетом удельной теплоты газа (удельная теплотность газа называется количеством тепла, которое требуется для нагрева единицы массы газа на один градус). Газ имеет два значения удельной теплотности: удельную теплотность при постоянном давлении (C) и удельную теплотность при постоянном объеме (Cv). Отношение C/Cv обозначается буквой γ (гамма). Для воздуха при нормальном атмосферном давлении это отношение приблизительно равно 1,4; в реальности в законе Бойля выводит следующую формулу: $p \cdot V^{\gamma} = \text{const}$ (это равенство называется адиабатическим).

Сравним поведение газа с твердым телом, например, с кирпичом, расположенным на высокой стене. Кирпич твердый, поэтому его давление и плотность остаются постоянными, он не имеет скорости (потому его кинетическая энергия равна нулю), однако, он имеет потенциальную энергию, поскольку расположен на некоторой высоте. Эта высота может быть измерена относительно любого уровня, который удобно использовать в качестве начала отсчета. Высота стены принципиально важна, поскольку входит в формулу потенциальной энергии: $W_p = mgh$, то есть масса m ускорения свободного падения g высоты. Если теперь кирпич упадет (без добавления энергии, а только в результате легкой толчка рукой), он начнет с ускорением двигаться вниз. Потенциальная энергия кирпича начнет превращаться в кинетическую энергию. Когда кирпич достигнет земли, вся его потенциальная энергия будет исчерпана, а его кинетическая энергия ($mv^2/2$) должна быть равна потенциальной энергии (mgh), которая обрала кирпич. Иными словами:

$$mv^2/2 = mgh,$$

$$откуда v = \sqrt{2gh}.$$

В этой формуле $g = 9.81 \text{ м/с}^2$. Если высота стены равна 10 м, то скорость кирпича в момент соприкосновения с землей достигнет 14.01 м/с.

В этой точке скорость (и кинетическая энергия) кирпича вновь становится равной нулю, так же как и его потенциальная энергия. Однако полная энергия кирпича не может бесследно исчезнуть. Полная энергия кирпича может принять одну из следующих форм: (а) кирпич может сойтись с землей, причем энергия деформации земли будет равна сумме потенциальной и кинетической энергии кирпича; (б) кирпич может деформироваться или сползти, причем энергия деформации будет равна энергии кирпича или (с) кирпич может отскочить от земли, а его энергия будет состоять из суммы потенциальной и кинетической энергий (в зависимости от скорости и высоты). На практике энергия кирпича проявляется в виде комбинации всех этих форм (кроме того, часть энергии рассеивается в виде звука от удара, а также расходуется на повышение температуры в точке контакта кирпича с землей).

В отличие от кирпича, мы ожидаем от земли вверх, однако, он не достигнет той высоты, с которой начал свое падение, поскольку некоторая часть энергии расходуется на деформацию земли и т.п., но создание звука от удара, а также на преодоление сопротивления воздуха (эта часть энергии передается воздуху, окружающему кирпич).

Так же как потенциальная энергия кирпича непосредственно переходит в его кинетическую энергию, энергия газа может

трансформироваться в одну из трех форм. На практике малые размеры карбюраторов не позволяют значительно изменить потенциальную энергию газа, поэтому этой формой энергии при расчетах можно пренебречь. Остаются только кинетическая энергия и энергия давления. Если одна из этих форм увеличивается, вторая должна уменьшаться (и наоборот). Обычно эта трансформация происходит в зонах расширения. В частности, в этом заключается одна из причин, которые позволяют летать самолетам. Бернулли доказал теоретическую возможность полета более, чем за столетие до первого полета братьев Райт.

Единственным условием равенства энергий является то, что энергия не должна расходоваться или производиться извне. Не имеет значения, стоит ли Вы, а газ движется, или газ неподвижен, а Вы движетесь мимо него (в этом заключается принцип относительности галилея). Воздух, который движется над крылом самолета, имеет меньшее давление, чем воздух, находящийся в непосредственной близости от крыла. При этом не имеет значения, движется ли самолет в неподвижном воздухе, или самолет неподвижен, а воздух обтекает его.

2 Давление

Крылья самолета спроектированы таким образом, что воздух, проходящий над крылом, совершает больший путь, чем воздух, проходящий под крылом. Обтекаемая форма крыла не позволяет воздушному потоку оторваться от него и воздушное течение плавное, причем его скорость над крылом несколько больше, чем под крылом. В результате этого давление над крылом

несколько меньше, чем под крылом. Различия давления не превышает 0.04 атм, однако, если крылья имеют достаточно большую площадь, самолет сможет подняться вверх.

В карбюраторе этот принцип используется очень широко. Во-первых, это позволяет поднять топливо над уровнем поплавковой камеры при прохождении воздуха в цилиндр двигателя с большой скоростью, следовательно, при низком давлении (рис. 3.1).

Эта работа напоминает работу барометра, где атмосферное давление, создаваемое массой многометрового столба воздуха, давит на поверхность жидкости (рис. 3.2). Погрузим в жидкость открытый конец трубки, второй конец которой запаян и не может сообщаться с атмосферой. Поскольку над жидкостью в трубке возникнет разрежение (см. примечание 2), давлением на поверхности жидкости от открытого резервуара будет равно давлению, создаваемому массой жидкости в трубке.

Если площадь трубки равна A , высота столба жидкости h , плотность жидкости — D , вес столба жидкости будет равен AhD , а давление на поверхность — $AhD/A = hD$. Давление зависит только от высоты столба и плотности жидкости и не зависит от площади трубки.

На поверхности жидкости в открытом резервуаре также давит столб воздуха, причем давление зависит только от высоты столба (то есть от высоты расположения резервуара над уровнем моря) и от плотности воздуха (который имеет некоторые средние значения). Столб жидкости в трубке уравновешивает столб воздуха, находящийся над атмосферой. Это давление можно очень точно определить, измерив

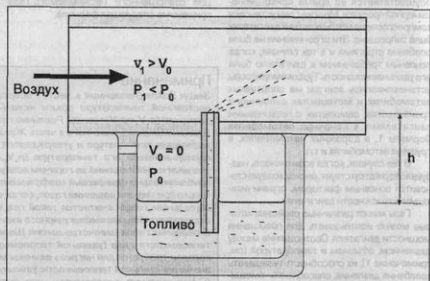


Рис. 3.1. Воздух всасывается в цилиндры двигателя с определенной скоростью, поэтому его давление меньше, чем давление неподвижного воздуха в поплавковой камере. Различия давлений позволяют поднять топливо

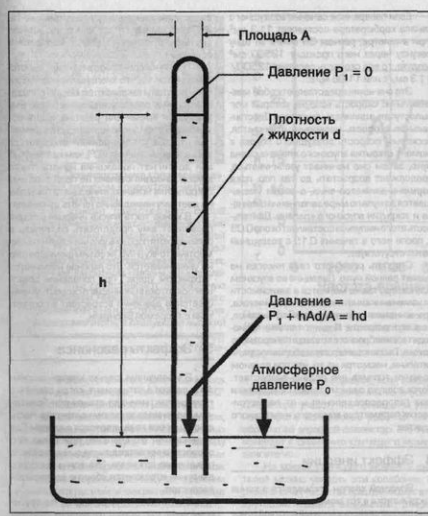


Рис. 3.2. Барометр
Давление на поверхность жидкости, вызываемое весом столба жидкости в трубке, уравновешивается столбом воздуха над свободной поверхностью

Примечание 2

При первоначальном трубки жидкостью пытаются выпустить из нее, создавая разрежение в верхней части трубки. Низкое давление снижает температуру кипения и жидкость в верхней части столба закипает, заполняя почти пространство между концами трубки и поверхности столба. При этом возникает незначительное давление, препятствующее дальнейшему кипению жидкости. Для практически целой этой давления можно пренебречь влиянию его на расчеты.

(Точка кипения при нагревании жидкости ее молекулы начинают отрываться от поверхности и образуют пузырь, находящийся под некоторым давлением. Когда давление покидает достаточно число молекул, давление пара становится равным окружающему. Эта точка называется точкой кипения и пропорциональна температуре и давлению.)

высоту столба жидкости и умножив его на плотность жидкости.

Теперь рассмотрим простейший манометр представляющий собой U-образную трубку, заполненную жидкостью (рис. 3.3). К одному концу трубки прикладываем давление, а второй конец трубки открыт в атмосферу (манометром можно также измерять и разности давлений, прикладываемых к разным концам трубки). В обоих случаях (см. примечание 3) вертикальная высота столба жидкости показывает разницу давлений. Если один конец трубки находится в зоне неподвижного воздуха, а в другом его конец воздух движется с некоторой скоростью, разности давлений пропорциональна скорости потока. На этом принципе основана работа трубки Пито (в честь Гито, 1695-1771 г.г.), при помощи которой измеряется скорость воздуха в воздушном потоке и скорость самолета.

Если Вы будете использовать одну и ту же жидкость (предпочтительно жидкость

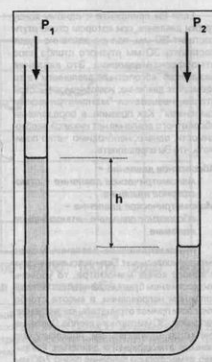


Рис. 3.3. Манометр
Разница давлений, прикладываемых к разным концам трубки $P_1 - P_2$ пропорциональна высоте столба жидкости и может быть определена как произведение высоты столба жидкости на плотность жидкости.

ми является вода, поскольку ее легко достать и ртуть, поскольку она является самой тяжелой жидкостью. Ртуть в 13.5 раза тяжелее воды, поэтому высота ртутного столба составляет 7% высоты водяного столба). Вам не обязательно помнить ее плотность. Достаточно просто сравнить высоту уровня столба жидкости. Поскольку этот метод измерения давления получил широкое распространение, давление иногда измеряют в миллиметрах водяного столба или, в случае использования ртути (ее химическое обозначение Hg) — в миллиметрах ртутного столба.

Примечание 3

Понятие вертикальной высоты столба жидкости важно в том случае, если конец трубки находится в нескольких сантиметрах для повышения точности измерений, используется наклонный столб жидкости, поскольку в этом случае жидкость перемещается на большее расстояние. В этом случае следует иметь в виду, что угол наклона трубки должен быть достаточно во время проведения всех измерений.

Если Вы приложите к одному концу трубки давление, при котором столб ртути составит 30 мм, давление в другом будет составлять 30 мм ртутного столба плюс атмосферное давление. Это давление называется "абсолютным давлением", а в то время, как давление, измеренное высотой столба, называется "манометрическим давлением". Как правило, в определении абсолютного давления нет никакой необходимости, однако, необходимо четко понимать, что Вы определите.

Абсолютное давление = манометрическое давление + атмосферное давление
Манометрическое давление = абсолютное давление - атмосферное давление

Манометрическое давление может быть отрицательным. Если измерять давление с одного конца манометра, то уровень жидкости в нем будет изменяться в противоположном направлении, в высоту столба жидкости примет отрицательное значение, например, -30 мм ртутного столба. Давление считается отрицательным, поскольку оно меньше атмосферного давления. Например, атмосферное давление равно 740 мм ртутного столба, а манометрическое давление -20 мм ртутного столба. Если сложить эти давления, то абсолютное давление составит 740-20=720 мм ртутного столба.

Иногда отрицательное давление называют разрежением или "вакуумом", несмотря на то, что, строго говоря, вакуумом называется полное отсутствие давления (кстати, поэтому абсолютное давление не может быть отрицательным, поскольку давление никогда не является отрицательным). Каким образом в результате взаимодействия молекул стенок сосуда с газами, находящимися в сосуде все молекулы, мы получим вакуум, в котором будет нулевое давление. Для того, чтобы давление стало отрицательным, необходимо, чтобы сосуда по каким-либо причинам не было, т.е. стенки сосуда должны быть, а не давить на него).

3 Поток во впускном тракте

Основные устройства карбюратора работают по принципу барометра. Резервуар с топливом находится под атмосферным давлением, а воздух, который всасывается в двигатель имеет меньшее давление, поскольку обладает меньшей скоростью. Если резервуар с топливом соединить трубкой с потоком воздуха, то по ней потечет топливо, если высота трубки меньше перепада давления.

Скорость потока воздуха в карбюраторе является фактором. Если объем цилиндра двигателя равен 500 см³, то для четырехтактного двигателя при 6000 об/мин (или 100 об/с) каждая секунда будет 50 впускных циклов, то есть производительность потока носителя составит 50 х 250 = 12500 см³/с.

Если поперечное сечение воздушного канала карбюратора составляет 11,3 см² (при диаметре равном 38 мм) и за одну секунду через него проходит 12500 см³ воздуха, то его скорость составит 12500/11,3 см/с или 1106 м/с.

Это значение представляет собой максимальную скорость воздуха, который мог бы поступить в впускной коллектор. Действительная скорость несколько отличается, поскольку скорость воздушного потока в момент открытия впускного клапана равна нулю, затем она начинает увеличиваться, продолжает возрастать до тех пор, пока поршень движется вниз, а затем уменьшается до нуля и снова заполняет цилиндр и закрытия впускного клапана. Длительность этого импульса составляет около 0,05 с, после чего в течение 0,15 с воздушный поток отсутствует.

Скорость воздушного газа никогда не бывает равной нулю. Давление во впускном коллекторе также меняется в зависимости от изменения кинетической энергии потока, причем давление газа изменяется сильнее, чем его скорость. Подача топлива происходит в основном за счет разности давлений в потоке. Такая подача топлива более предпочтительна, несмотря на то, что при плановом течении топлива его подача возрастает. Поток воздуха движется также от источника фаз газораспределения и от геометрических параметров впускного и выпускного трактов.

4 Эффект инерции

Впускной клапан открывается в конце такта впуска, в то время, когда поршень еще движется вверх к верхней мертвой точке (ВМТ).

Точный момент открытия впускного клапана очень важен, особенно для работы клапана в частоте вращения двигателя. Клапан должен открыться в тот момент, когда волна высокого давления достигнет клапана, поскольку в этот момент давления по обе стороны клапана будут примерно одинаковыми. В худшем случае при открытии клапана не происходит выбрасывания выхлопных газов во впускной коллектор. В лучшем случае давление во впускном коллекторе окажется выше, чем в цилиндре, и свежая смесь начнет поступать в цилиндр еще до начала такта впуска.

Кроме того, клапан должен начать открываться до ВМТ, поскольку его открытие задерживает некоторое время. Клапан должен успеть открыться до начала поступления нового потока рабочей смеси.

Однако некоторые скорости работы двигателя позволяют давление можно привести в неподходящий момент. При этом может происходить выбрасывание отработавших газов во впускной коллектор. На эти режимы работы двигателя происходит снижение эффективности его работы, как

следствие, снижение крутящего момента. Этим объясняется тот факт, что кривая крутящего момента имеет всплески и провалы.

Причиной волнообразной оприродоточка является то, что клапаны периодически открываются и закрываются. Воздух обладает массой и, следовательно, инерцией. Ему требуется время для разгона и для остановки. В этом заключается один из выводов, по которым клапан должен открываться раньше (возможно на 60°), чем клапанчатый вал достигнет положения начала такта впуска. Инерция клапана не позволяет ему открыться мгновенно, и инерция потока газа не дает ему немедленно начать движение.

В конце такта впуска инерция воздуха позволяет ему продолжать поступать в цилиндр, хотя поршень уже уменьшил свою мертвую точку (НМТ) и объем цилиндра уже не увеличивается. Это явление называется "эффектом удара". При появлении вакуума в шестопятах цилиндр его скорость уменьшается, а давление возрастает в соответствии с теоремой Бернулли.

5 Эффекты резонанса

В идеальном случае клапан должен закрываться в тот момент, когда давление газа внутри цилиндра становится больше, чем давление во впускном коллекторе. Если движущийся газ ударяется о клапан, то он отражается от клапана, при этом его скорость снижается до нуля, а затем резко повышается. Это явление называется "эффектом удара". При появлении вакуума в шестопятах цилиндр его скорость уменьшается, а давление возрастает в соответствии с теоремой Бернулли.

Волна давления движется по трубопроводу, отражается от твердых преград (таких, как клапаны). Если же на пути волны встретится резкое расширение трубопровода (такое, как распределитель воздушной смеси), то волна давления газа резко снизится, аналогично тому, как волна ударяется о получувший воздушного шара. При этом волна ударяется о клапан, и она отражается обратно в трубопровод. Эта волна также отражается от твердых преград, двигаясь, как волна на поверхности воды, однако, в открытых концах трубопровода эта волна отражается, как волна высокого давления.

Во впускном коллекторе волна давления колеблется между закрытым и открытым концами коллектора и попеременно увеличивает волной скорости и низкого давления, отражаясь от открытого конца коллектора (рис. 3.4).

Эти колебания движутся со скоростью звука и могут иметь достаточно много отражений до полного затухания.

Положительными сторонами волн давления является то, что они разгоняют поток газа, и позволяют открыть впускной клапан несколько раньше. Следующая волна давления позволяет закрыть впускной клапан

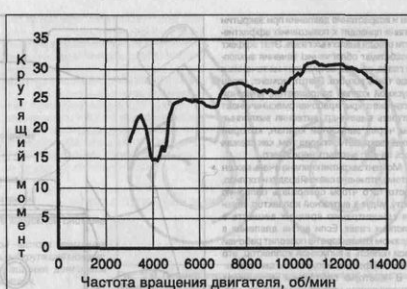


Рис. 3.4. Осциллограмма колебаний давления во впускном коллекторе четырехтактного двигателя

Нижняя кривая представляет собой колебания напряжений в системе зажигания для определения верхней и нижней мертвой точки. На верхней кривой первый большой пик слова показывает повышение давления, вызванное закрытием клапана. Два последующих пика представляют отрицательную волну давления. Низкое давление связано с открытием клапана и поступлением воздуха в цилиндр двигателя, в следующий высокий пик вновь связан с закрытием клапана, при котором поток воздуха резко останавливается.

Аналогичным образом, если в момент закрытия клапана давление во впускном коллекторе упадет, это приведет к утечке некоторого количества рабочей смеси обратно во впускной коллектор. Это также приведет к снижению крутящего момента двигателя.

На кривых крутящего момента двигателя можно увидеть эти колебания. При резонансных частотах вращения двигателя крутящий момент возрастает (пик на кривой крутящего момента). Если частота вращения двигателя не резонансная, крутящий момент снижается (впадины на кривой крутящего момента). Одним из доказательств того, что крутящий момент зависит от частоты вращения двигателя, является то, что частота отражений волны и частота открытия клапана совпадают между собой, возникает эффект, называемый резонансом. В силу конструктивных особенностей этот эффект проявляется только при одной частоте вращения двигателя. На практике этот эффект проявляется в диапазоне нескольких сотен оборотов двигателя в минуту. Кроме этого резонанса могут наступать гармонические резонансы, при которых на один цикл работы клапана приходится два или три отражения волны высокого давления. С каждым отражением волна давления ослабевает, однако, эффект резонанса все же увеличивает коэффициент наполнения цилиндра.

Однако при других скоростях вращения двигателя частота работы клапана не совпадает с частотой отражений волны, отражений волны не кратны друг другу. В этих режимах работы при открытии клапана давление внутри цилиндра больше, чем давление во впускном коллекторе, поэтому отработавшие газы могут вырваться во впускной коллектор через впускной клапан.

Возвращаясь к волнам, эти волны могут попадать в цилиндр, однако, поскольку в них нет ни кинетической, ни потенциальной энергии, они не способны совершать полезной работы.

Этот эффект имеет несколько следствий. В частности, двигатель может показывать удивительные результаты при проверке на стенде, а эффект воздушного потока при дорожном тесте может привести к чрезмерному общению рабочей смеси. Или во второй цилиндр может поступать

более богатая смесь, чем в первый, что приведет к неравномерной работе двигателя.

Эффект резонанса зависит от плотности рабочей смеси, поскольку он зависит от скорости звука в газе, однако, при постоянных условиях эффект достаточно стабилен. Кроме того, резонанс зависит от частоты вращения двигателя, длины впускного тракта и фаз газораспределения. В двигателях обычных машин все эти факторы, за исключением частоты вращения двигателя, постоянны, поэтому эффект резонанса наступает в узком диапазоне частот вращения двигателя. Однако в некоторых экспериментальных и специальных автомобилях были предприняты попытки сделать изменяемые впускной и выпускной тракты, а также изменяемые фазы газораспределения. Так, даже при установке неизменяемого впускного тракта нередко четырехцилиндровые двигатели снабжаются двумя коллекторами разной длины (обычно коллекторы впускной и выпускной тракты в таком коллекторе имеют длину, равную длине цилиндра). Это приводит к тому, что резонанс в двух цилиндрах наступает при разной частоте вращения двигателя, чем в других цилиндрах, что приводит к расширению диапазона резонансных частот, хотя эффект резонанса не так велик, как в случае резонансной работы всех четырех цилиндров.

Впускная система работает аналогичным образом. Снижение давления в выпускном коллекторе перед открытием кла-

пана и возрастание давления при закрытии клапана приводит к повышению эффективности отвода выхлопных газов. Этот эффект способствует облегчению течения выхлопных газов, однако, затруднит их течение в конце такта выпуска. В этот момент, когда выпускной клапан закрывается, впускной клапан уже открыт и рабочая смесь начинает поступать в цилиндр, вытесняя выхлопные газы через выпускной клапан, который должен закрыться перед тем, как свежая смесь начнет вытеснить через него.

Момент закрытия клапана очень важен, потому что иначе свежий воздух и топливо, вместо того чтобы совершать полезную работу, уйдут в выпускной коллектор, повышая концентрацию вредных веществ в выхлопных газах. Если volna давления в выпускном коллекторе не позволит рабочей смеси попасть в выпускной коллектор, это повысит эффективность работы двигателя.

В некоторых спортивных мотоциклах устанавливается несколько клапанов, частично перекрывающих друг друга, что позволяет повысить эффективность работы двигателя на высоких оборотах. Эти клапаны способны возникновению волнового давления во впускном и выпускном коллекторах и обеспечивают работу двигателя в резонансном режиме.

При одновременном открытии впускного и выпускного клапанов двигатель находится под воздействием волн во впускном и выпускном коллекторах, поскольку только иерархия газа и волны давления заставляют отработавшие газы выходить в нужном направлении.

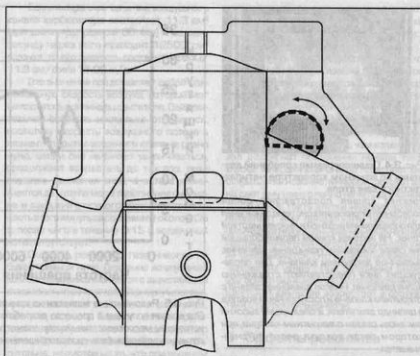


Рис. 3.8. Силовой клапан фирмы Yamaha

Относительно небольшие изменения (неважно, во впускном или выпускном коллекторе) способны привести к большому изменению эффективности двигателя, в основном, за счет изменения коэффициента

наполнения. Изменение потока воздуха чаще всего можно скомпенсировать соответствующей настройкой карбюратора.

Выносившие из карбюратора выхлопные газы каждого цилиндра объединяются в коллектор, который затем переходит во второй трубопровод, на котором находится глушитель. Это позволяет сэкономить не только массу выпускной системы, но и объем моторного отсека. Кроме того, в такой системе появляется возможность перераспределять волны давления между цилиндрами. Обычно четырехцилиндровый двигатель имеет четыре выхлопных тракта объединяются в одну трубу (система 4-1), либо четыре патрубка соединяются попарно, а затем объединяются в одну трубу (система 4-2-1). В системе 4-1 все четыре патрубка имеют приблизительно одинаковую длину, что позволяет достичь максимальной крутящего момента, однако, на кривой крутящего момента будут "гипки", вызванные тем, что наибольшая эффективность такого двигателя будет достигаться только при определенных скоростях движения. При других скоростях этот двигатель будет гораздо менее эффективным ("выпадет" на кривой крутящего момента).

Система 4-2-1 не так чувствительна к частоте вращения двигателя. Кривая крутящего момента имеет три пика, зато она не имеет и явно выраженных впадин. Дело в том, что эти впадины вызывают множество проблем в топливной системе. Так же, как и снижение расхода воздуха влечет за собой снижение крутящего мо-

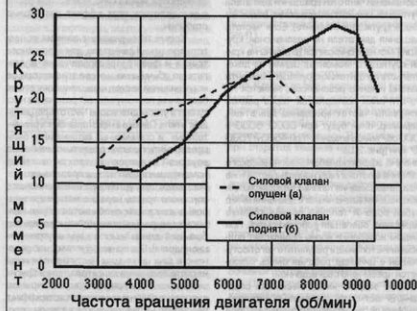


Рис. 3.7. Кривая крутящего момента для двигателя Yamaha RDGS07PVS с открытым (а) и закрытым (б) силовым клапаном. Клапан открывается при частоте вращения двигателя свыше 6300 об/мин при помощи датчика и сервопривода

Точечные системы зажигания



Рис. 3.8. Клапанная система EXUP (Yamaha) в выпускной системе четырехтактного двигателя. Этот клапан открывается при максимальной частоте вращения двигателя, за счет чего достигается максимальный крутящий момент. Закрытие клапана при низкой частоте вращения двигателя предотвращает снижение эффективности двигателя. В некоторых экспериментальных двигателях автомобилей и дорожных мотоциклов устанавливались различные системы для изменения геометрии впускной и выпускной систем. В эти системы изменялась длина тракта в зависимости от частоты вращения двигателя (рис. 3.9 и 3.10).

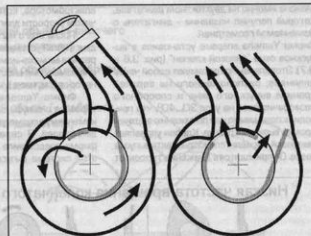


Рис. 3.9. Пример впускного тракта с изменяемой геометрией (Ricardo Engineering)

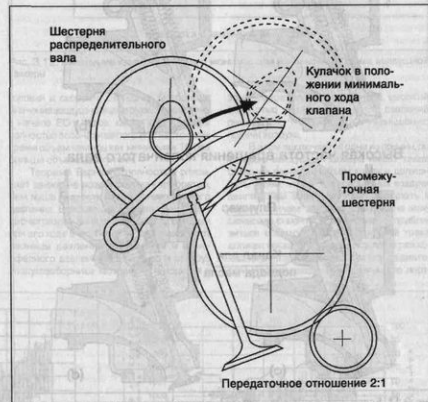


Рис. 3.10. Изменяемый угол открытия клапана: в качестве примера приведен подвальный распределительный вал (Honda)

Передаточное отношение между шестерней коленчатого вала и распределительного вала равно 2:1, а размер промежуточной шестерни не влияет на это отношение. Распределительный вал может вращаться вокруг центра промежуточной шестерни. При этом меняется положение кулачка относительно рычага привода клапана, и таким образом меняется фаза газораспределения. Кроме того, при перемещении кулачка относительно рычага меняется и степень открытия клапана. Изменение фаз газораспределения позволяет оптимизировать работу двигателя в зависимости от частоты его вращения. Если механизм позволяет регулировать как и время открытия клапана вплоть до нуля, то отпадает необходимость в дроссельной заслонке и такой механизм может служить в качестве регулятора загрузки двигателя.

Точечные системы зажигания

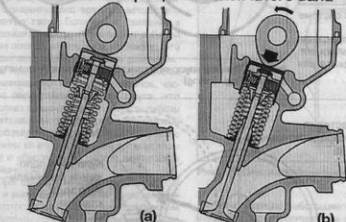
мечена именно на двухтактном двигателе, который получил название - двигатель с изменяемой геометрией. Фирма Yamaha впервые установила в выпускном окне "циповые клапаны" (рис. 3.6 и 3.7). Этот клапан представляет собой часть цилиндра, расположенного на верхней границе выпускного окна и способного разворачиваться на угол 30-40°, что приводит к повышению или понижению верхней кромки выпускного окна. Клапан управляет как форсом, так и дроссельной заслонкой выпуска газов. Он приводится в движение тросом от

электромотора, который управляется датчиком скорости двигателя.

После этого из отпавших двухтактных двигателей установили в мотоциклы множество различных механизмов в выпускной системе для изменения высоты окна, а также резонаторов (см. ниже).

Фирма Yamaha также экспериментировала с выпускной системой, имеющей измененную геометрию для четырехтактных двигателей. В середине 80-х годов эта фирма представила свою систему *Exup*. В этой системе выпускной тракт собран по

Низкая частота вращения коленчатого вала



Высокая частота вращения коленчатого вала

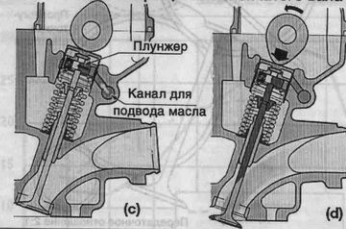


Рис. 3.11. Более практичный механизм регулировки фаз газораспределения фирмы Honda. Этот механизм был установлен на двигателе CB400F и управлял формой каждой пары выпускных клапанов. Вторые клапаны функционировали как обычно. При малой частоте вращения коленчатого вала клапан двигается только вперед, однако, толкая штифт, сжимает пружину, установленную между толкателем и клапаном. При этом клапан остается неподвижным. Рабочая смесь поступает в цилиндр через другие клапаны, что увеличивает ее скорость и снижает давление. Кроме того, из-за асимметрии подачи смесь поступает в цилиндр турбулентно - см. схемы (a) и (b). При повышении частоты вращения коленчатого вала стальной клапан открывает место в пространстве под толкателем - см. схему (c). Давление смеси воздействует на пружину, установленную между толкателем и клапаном, при этом клапан-открыватель начинает открывать клапаны - см. схему (d). Клапан остается открытым до тех пор, пока частота вращения коленчатого вала не снизится, после чего клапан перекрывает подачу масла к плунжеру

схеме 4-1, а максимальный крутящий момент достигается при максимальной частоте вращения двигателя (рис. 3.8) за счет тщательной проработки дросельной системы. Двигатель не допускает крутящего момента на средних оборотах, применяя разные выхлопные клапаны в виде упругой пластинки или гильзы (ногого типа) для отсечки волн давления. Для управления механизмом был также применен датчик с сервоприводом.

Было изготовлено множество экспериментальных двигателей с переменной геометрией выпускного и впускного трактов, в которых согласование тракта с частотой работы двигателя достигалось изменением длины тракта.

Другим путем решения проблемы плавности изменения фаз газораспределения, что позволило бы сократить время разгона двигателя до максимальных оборотов. Механизмы, позволяющие изменять фазы газораспределения, достигли своей цели, находясь в центре внимания многих изобретателей двигателей во всем мире. Среди таких механизмов встречаются как достаточно простые механизмы с двойным профилем кулачка, так и сложные механизмы, в которых клапан имеет сложную форму. На рис. 3.10 и 3.11 представлены примеры таких решений, реализованные фирмой Honda.

7 Недостатки дроссельной заслонки

Мы уже убедились в том, что управление клапанами позволяет повысить эффективность двигателя. В двигателе с искровым зажиганием нагрузка регулируется соотношением воздуха (в отличие от дизельных двигателей, у которых соотношение воздуха и топлива двигателя регулируется подачей топлива). При уменьшении подачи воздуха за счет закрытия дроссельной заслонки, двигатель продолжает засасывать воздух через зазор дроссельной заслонки. Повышенное сопротивление засасыванию воздуха делает двигатель неэффективным при частичной нагрузке. В то же время отсутствие этого недостатка, а также высокая скорость сжатия делают дизельные двигатели эффективными с точки зрения расхода топлива.

Если же нагрузка двигателя регулируется изменением фаз газораспределения, отпадает необходимость в дроссельной заслонке, что устраняет потери на всасывание воздуха.

Частично устранить этот недостаток позволяет конструкция конструктивных решений. Так, на ряде двигателей установлены балансировочные трубки, соединяющие впускные патрубки между собой и с дополнительными клапанами, встроенными в выпускной тракт. За счет плавности впускной трубки сососудного изгиба (используя в этот момент не используется, поскольку цилиндры заполняются поочередно) или за счет соединения впускного патрубка с

камерой сравнительно большого объема удается снизить потери, связанные с дросселированием, что делает двигатель более эффективным при частичных нагрузках.

8 Воздушная камера

В двигателе есть еще одна камера, которая не имеет характеристик двигателя - это воздушная камера на входе впускного тракта. Если измерять эффективность устройства числом задач, которые оно способно решать, то воздушная камера - безусловный лидер.

Означая в ней устанавливался только воздушный фильтр. В дальнейшем камера стала выполнять роль воздухоочистки и собрала в себе все вентиляционные системы двигателя - вентиляцию картера и корпус распределительного вала. Эта вентиляция очень важна, поскольку она снижает давление под поршнем, что, в свою очередь, снижает потери мощности на преодоление этого давления во время простоя и холостого хода поршня.

В картерных газах содержится пары масла, поэтому воздушная камера является удобным местом для отделения крытых капель масла и его слива обратно в картер, тогда как более легкие частицы масла смешиваются с рабочей смесью и сгорают в двигателе, что уменьшает контрастность вращающейся в выпускных газах.

Кроме того, воздушная камера является перегородкой на пути различных утечек, например, паров топлива из впускного коллектора. Камера позволяет топливу попадать в тот или иной цилиндр двигателя, но не позволяет ему вылетать наружу при движении мотоцикла.

И, наконец, одной из главных задач воздушной камеры является то, что она представляет собой воздушный ресивер. Корпус всегда готов к подаче очищенного неподвижного воздуха вне зависимости от

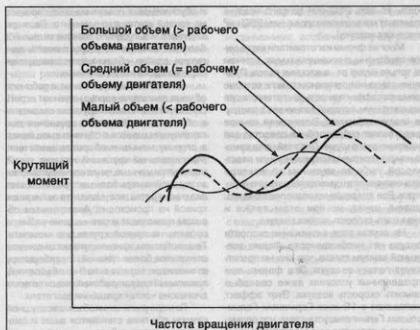


Рис. 3.12. Смещение кривой крутящего момента при изменении объема воздушной камеры

условий и скорости движения мотоцикла. Значение воздушной камеры возросло в начале 80-х годов, когда конструкторы полностью осознали ее пользу. В настоящее время объем камеры как минимум в 10 раз больше объема двигателя.

Теория Бернулли полностью описывает движение воздуха через карбюратор. Чем выше скорость воздуха, тем ниже его давление. Всасывание воздуха происходит за счет разрежения, создаваемого поршнем при его ходе вниз. Поток воздуха зависит от разницы давления в цилиндре и атмосферного давления. Однако, если разрыв воздушной заслонки находится в

зоне разрежения, вызванного высокой скоростью движения, разность давлений снижается, что приводит к уменьшению подачи воздуха.

В этом заключается одна из причин, по которым воздушная камера имеет такие большие размеры. Объем корпуса должен быть таким, чтобы при всасывании двигателем воздух успевал поступать в корпус, причем его скорость должна максимально снижаться, а давление - приближаться к атмосферному. Впускной тракт должен также предотвращать подсос холодного воздуха двигателем или радиатором (теплый воздух имеет меньшую плот-

ность, чем холодный).

Воздушная камера имеет такие большие размеры, чтобы при всасывании двигателем воздух успевал поступать в корпус, причем его скорость должна максимально снижаться, а давление - приближаться к атмосферному. Впускной тракт должен также предотвращать подсос холодного воздуха двигателем или радиатором (теплый воздух имеет меньшую плот-

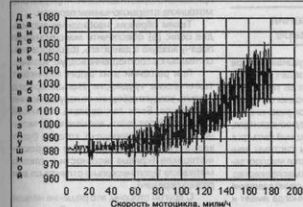


Рис. 3.13. Датчик давления, установленный в воздушной камере мотоцикла Kawasaki ZX-9R, показывает не только колебания давления, но и показывает повышение давления с ростом скорости мотоцикла

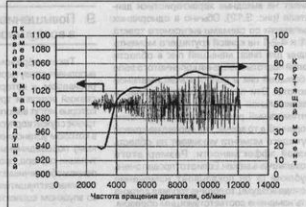


Рис. 3.14. Установка датчика давления аналогична описанной на рис. 3.13, но исключением того, что мотоцикл работает на стенде (т.е. неподвижен)

ность, то есть 250 см³ теплого воздуха содержит меньше шума, чем 250 см³ холодного воздуха).

Многие фирмы-производители мотоциклов борются со шумом, причем не только шумом от выхлопных газов. При этом давление впускного тракта, которое повышает эффективность двигателя, также вызывает шум, который возникает в результате воздушного потока. Воздушная камера представляет собой удобное средство для снижения этого шума. Для этой цели камеру изнутри покрывают резиной или пластиком, либо во впускном коллекторе устанавливают шумопоглощающие перегородки. Все эти решения позволяют снизить уровень шума, но при этом также и уменьшить скорость потока воздуха.

На самом деле в снижении скорости воздуха нет необходимости. Форма воздушной камеры такова, что она не препятствует потоку газа, даже способствуя повышению скорости воздуха. Этот эффект исследован в 19 веке Германом Гельмгольсом. Гельмгольц установил, что размещенные в определенных местах глицерные горшки способны изменять акустику помещения. За счет потертостей на дне горшков определенной длины устраняются эффекты отражения звуковых волн.

Все трубопроводы и полости имеют собственные частоты колебаний, наподобие труб органа, которые отличаются друг от друга длиной и объемом. Некая частота или уравнение резонатора Гельмгольца. В этой формуле v — скорость звука, A — площадь поперечного сечения камеры, L — длина камеры, v — объем камеры.

$$s = \frac{\sqrt{A}}{2\pi LV}$$

Объем воздушной камеры (в современных мотоциклах этот объем больше, чем в 10 раз превышает объем двигателя) также влияет на выходные характеристики двигателя (рис. 3.12). Объем в одновальном двигателе со смесью впускного тракта 4-1 и 4-2-1 на кривой крутящего момента выше, чем пика; меньший пик в области малых частот вращения колена-чатого клапана и боковой пик в области максимальной частоты. Эти пиксы показывают области максимальной эффективности двигателя (оптимальный расход воздуха и условия сгорания), а во время, как провал на кривой крутящего момента указывает на область низкой эффективности. Размер этого провала очень важен. Если этот провал очень глубокий (то он показывает изменение расхода воздуха), то подача топлива должна быть изменена соответствующим образом. Однако карбюратор не может обеспечить столь большое изменение и должным образом откорректировать состав рабочей смеси. Неправильный состав рабочей смеси

и обуславливает появление этого провала на кривой крутящего момента. Размеры впускного и выпускного трактов оказывают большое влияние на эффективность двигателя, однако, объем корпуса воздушной камеры также имеет значение.

Если объем корпуса меньше рабочего объема двигателя, корпус начинает играть роль ограничителя пика крутящего момента в области низкой частоты вращения двигателя, смещаясь в область смещения в сторону меньших оборотов двигателя. Максимальный крутящий момент также становится меньше, чем в случае установки воздушной камеры большего размера, хотя падения крутящего момента на концах кривой не происходит. Аналогичным образом происходит и уменьшение размера провала на кривой крутящего момента. Таким образом, кривая крутящего момента становится более плавной, и карбюратор становится гораздо легче обеспечить правильный состав рабочей смеси во всем диапазоне частот вращения двигателя.

Переувеличение объема воздушной камеры оба пика становится выше и смещаются в сторону более высокой частоты вращения двигателя. Повышение крутящего момента в области максимальных оборотов двигателя увеличивает крутящую падения момента на концах кривой.

При проектировании двигателя в конструкторов появляется еще одно дополнительное средство для изменения характеристик двигателя. При одновальной системе раз газораспределения минимальная профилировка объема впускного и выпускного трактов, а также объем воздушной камеры влияют на характеристику крутящего момента. Мотоциклы предназначены для путешествия, чтобы обладать максимальной приспособленностью к условиям движения, а для гоночных мотоциклов более важен максимальный крутящий момент, хотя в узком диапазоне частоты вращения двигателя.

9 Повышение давления в воздушной камере

Таким образом, воздушная камера выполняет свою основную задачу: является ресивером, в котором всегда находится свежий воздух и трубы впускного тракта, которые могут выполнять свои резонансные трюки, служат корпусом воздушного очистителя, в котором установлен воздушный фильтр; к нему подсоединены сапунные системы, вентили картера, производящие маслоотделение и обеспечивающие слив масла из картера; она является глушителем пульсирующей волны во впускном коллекторе, а иногда имеет и иное применение.

Если развить воздушные обороты камеры вперед по ходу мотоцикла, то при движении воздух попадет в воздушный бак под некоторым давлением. По мере роста

скорости движения мотоцикла эффективность ресивера, то есть, мощность двигателя возрастает. Эта идея настолько привлекательна, что конструкторы мотоциклов не могут ее игнорировать. Однако потенциальные достоинства идеи отчасти ограничиваются определенными трудностями.

Во-первых, каковы эти преимущества? Посмотрим еще раз на уравнение Бернулли. Оно показывает, что при полной остановке стока воздуха, имеющего скорость 300 км/ч, его давление возрастает на 0,04 атм. При скорости воздуха 140 км/ч давление возрастает на 0,01 атм. Избыточное давление, равное 0,04 атм, составляет 4% от нормального атмосферного давления, таким образом, если содержание кислорода в воздухе составляет 21%, то и мощность увеличится на 4%. Если полное давление составляет 0,01 атм, то и мощность увеличится на 1%.

Такие ничтожные достоинства может быть и стоило бы проигнорировать. Но с другой стороны, при развороте воздушной камеры назад поток воздуха начнет создавать разрежение в карбюраторе (то есть, отсасывать воздух из карбюратора) вместо того, чтобы наполнять его, и мы получим потери мощности в несколько процентов. Кроме того, изменение давления в впускной камере или в зоне распылителя карбюратора даже на 2-3% может заметно сказаться на подаче топлива и составе смеси.

Поскольку достоинства оказались не так уж велики, следует принять во внимание возможные потери. При максимальной скорости движения различия при установке на мотоцикл правильно спроектированного впускного тракта и крайне неудачного впускного тракта составляют до 10%. Причем, если карбюратор мотоцикла спроектирован на впускном трактом настроен на обеспечение правильного состава рабочей смеси при максимальной скорости движения, такой карбюратор не обеспечит правильное соотношение рабочей смеси при малой скорости движения и при разгоне мотоцикла с переключением передач.

Таким образом, необходимо достичь две цели: (а) обеспечить максимальную подачу воздуха в двигатель, (б) обеспечить оптимальное соотношение воздуха/топлива. При решении этих задач возникает техническое затруднение. Нельзя просто отрегулировать карбюратор на работу при максимальной скорости движения мотоцикла. Если так сделать, то такой мотоцикл будет иметь минимальную мощность на первой передаче, которая будет возрастать пропорционально скорости мотоцикла (крайне мощности у такого мотоцикла будут несколько отличаться для разных передач).

С другой стороны, это решение нельзя считать и очень уж неудачным. Дело в том, что на первой и второй передачах мотоцикл обладает некоторым запасом мощности. Если водитель попытается использовать мощность полностью, это приведет только к

пробуксовке ведущего колеса. Главная проблема заключается в том, что изменение давления приводит к нарушению правильного соотношения воздуха/топлива. Эта проблема может быть решена, если клапентильности полнотактовой камеры будет впускать воздух в камеру. В этом случае давление в полнотактовой камере будет изменяться вместе с давлением в воздушной камере. Однако при реализации этой идеи возникает чисто конструктивные сложности. Одна из решений, реализованное в гоночном мотоцикле Honda RS250, заключается в том, что карбюратор полностью расположен в корпусе воздушной камеры.

10 Физика воздушного потока

И, наконец, рассмотрим природу воздушного потока. Воздушный поток сравнительно легко измерить при его прохождении через прозрачное отверстие и

падение давления при прохождении такого же потока через стандартное отверстие. Обычно в качестве стандартного отверстия принимают круглое отверстие с острыми краями в плоской пластине. Поток воздуха через различные отверстия одинакового диаметра может оказаться различным. Поток, проходящий через некое отверстие, сужение, меньше, чем аналогичный поток, проходящий через плавное сужение, имеющее такой же диаметр. Чем больше диаметр и чем плавнее его изменение, тем лучше. Такое отверстие аналогично отверстию с острыми краями, но имеющему больший диаметр. В этом заключается причина, по которой воздушный бак мотоцикла делается в виде разбурста.

Причина, по которой прямоугольные отверстия вызывают закручивание потока, та же, что и возникновение небольших вихорей вокруг камней, лежащих в русле быстрой реки. В этих местах вода течет со скоростью, отличной от скорости основного

потока и под некоторым углом к потоку. В некоторых случаях эта аналогия с потоком неприменима, особенно в случае резких сужений.

Завихрения уменьшают расход газа через отверстие данного диаметра, а это как раз и нежелательно для карбюратора. Кроме того, скорость турбулентного потока в данной точке невозможно предсказать, поскольку все частные в таком потоке движутся с различными скоростями и в разных направлениях. Если турбулентность возникает в зоне распылителя топлива, это становится особенно неприятным бесспорно на то, что турбулентность ухудшает перемешивание рабочей смеси (см. главу 4).

В том месте, где поток смешивается с воздухом, нам нужно, чтобы поток воздуха был возможно более плавным. Топливо после смешивания рабочей смеси, до того как оно попадет в цилиндр, нам желательно создать закручивание в ней для лучшего перемешивания.

Воздух, поступающий в диффузор карбюратора, имеет определенную температуру, зависящую от температуры воздуха, поступающего в карбюратор, и температуры диффузора.

Воздух, поступающий в диффузор карбюратора, имеет определенную температуру, зависящую от температуры воздуха, поступающего в карбюратор, и температуры диффузора. В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

6. Подача смеси в воздушный канал

В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

В диффузоре карбюратора воздух расширяется, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению. Это охлаждение происходит за счет того, что воздух, расширяясь, совершает работу по разрыву связей молекул, что приводит к его охлаждению.

Глава 4 Теория карбюратора

Содержание

Введение	1	Карбюратор с постоянной скоростью потока	3
Скорость воздуха		Конструкция и достоинства	
Размеры диффузора		Рычажные карбюраторы	
Характеристики		Комплекты жиклеров	4
Падения топлива			
Топливные жиклеры			
Простейший карбюратор со скользящим дросселем	2		
Частичные нагрузки			
Зона жиклеров			
Области работы			
Переключные режимы			
Недостатки			

1 Введение

Работа карбюратора основана на химических и физических свойствах газов, описанных в предыдущих главах. Чтобы понять, как устроен карбюратор, мы рассмотрим простейший рабочий карбюратор, основанный на теоретической трубке (см. главу 3, рис. 3.1). Сечение воздушного канала карбюратора должно быть достаточ-

но большим для того, чтобы обеспечить подачу воздуха при максимальной мощности двигателя, и достаточно маленьким для того, чтобы обеспечить возрастные скорости воздуха и создание достаточного разрежения между поплавковой камерой и топливными распылителями. Поскольку давление над распылителем топлива зависит от скорости воздуха, во многих карбюраторах старых конструкций имелось сужение в районе установки рас-

пылителя для местного повышения скорости воздуха. Это сужение называется диффузором или трубой Вентури (по имени итальянского физика Джованни Баттиста Вентури, 1746-1822). Сужение препятствует свободному потоку воздуха и поэтому не используется в карбюраторах форсированных мотоциклов, хотя и оставалось в качестве термина, обозначающего эту часть карбюратора.

Скорость воздуха, размер карбюратора и его характеристики

Если диаметр цилиндра равен 250 см³, это означает, что во время впуска через карбюратор должно пройти (теоретически) 250 см³ воздуха, причем это количество воздуха должно поступить за 180° поворота коленчатого вала. Если мы знаем максимальную частоту вращения двигателя (например, 1000 об/мин, или 300 об/с), то каждый оборот коленчатого вала происходит за 1/200 секунды, а половина оборота (180°) происходит за 1/400 или за 0,0025 секунды.

При этом расход воздуха будет равен 250/0,0025 или 100000 см³/с. Этот расход представляет собой усредненное значение (при впуске скорость воздуха сначала равна нулю, затем возрастает до максимума, а затем вновь уменьшается), однако, полученные результаты позволяют судить о процессе, происходящем в двигателе. Для того, чтобы обеспечить скорость воздуха в карбюраторе, необходимо знать расход воздуха и площадь поперечного сечения карбюратора. Обычно, для больших двигателей используют карбюраторы с диаметром диффузора 38 мм, поэтому площадь поперечного сечения равна:

$$\pi(38)^2/4 = 1134,11 \text{ мм}^2 \text{ или } 11,34 \text{ см}^2$$

Представим себе столб воздуха, имеющий площадь, равную поперечному сечению диффузора, а высоту такую, что его объем составляет 100000 см³. Высота этого столба будет равна 100000/11,34 = 8818,3 см, или 88183 мм, а средняя скорость воздуха при 1200 об/мин составит 69,2 м/с (или 118 км/ч). В соответствии с уравнением Бернулли (см. главу 3) и учитывая, что плотность воздуха равна 1,225 кг/м³, а плотность воздуха не сжат, получим падение давления 4,76 Па в районе распылителя топлива. Предельная вычисленная при частоте вращения двигателя, равной 3000 об/мин (если считать эту скорость минимальной), получим, что скорость воздуха равна 22,05 м/с, а падение давления равно 0,298 кПа.

Эти значения представляют собой усредненные скорость и давление воздуха в карбюраторе. Падение давления относительно невелико, особенно при малой частоте вращения коленчатого вала и при полном открытии дроссельной заслонки. Если учесть, что плотность топлива равна 0,7 г/см³, то высота столба топлива составит 43,2 мм при том разрежении, которое создается на скорости двигателя 3000 об/мин. Если расстояние между уровнем топлива в поплавковой камере и соплом распылителя

не превышает этот размер, то карбюратор будет работать нормально. Как показывают эти рассуждения, для каждого карбюратора необходимо знать давление рабочего давления, а также расход воздуха через него. Объем моторного отсека, отводимый для карбюратора, должен быть таким, чтобы карбюратор смог обеспечить необходимый расход воздуха и расход воздуха в зависимости от мощности проектируемого двигателя.

Предельно для карбюратора частично является возможность двигателя разогнать воздух до необходимой скорости за такое короткое время, а частично — способность карбюратора пропустить необходимое количество воздуха, обеспечив ему равномерное течение. При достижении этой скорости воздуха критической точки, воздушный поток разрывается и в нем возникает завихрение. При этом возрастание расхода воздуха с ростом частоты вращения двигателя не происходит и мощность двигателя падает. При увеличении рабочего объема цилиндра, необходимо установить карбюратор большего диаметра, однако, в таком карбюраторе скорость воздуха при малых оборотах двигателя будет слишком низкой (а разрежение в диффузоре будет недостаточным). Размеры карбюратора не складываются отгра-

дированы для этой области

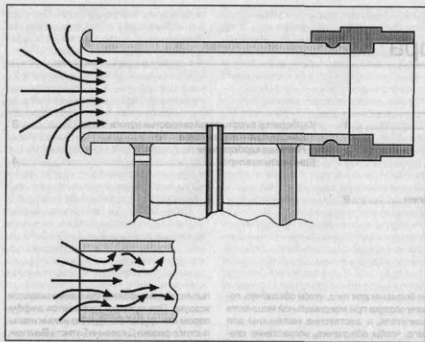


Рис. 4.1 а. Элементарный карбюратор – топливный резервуар соединен с диффузором. Закругленный «раструб» препятствует возникновению завихрений и способствует повышению пропускной способности карбюратора. Резиновый спора защищает диффузор от вибраций и тепла

Наиболее простой карбюратор представляет собой только диффузор и трубку подачи топлива (рис. 4.1 а). Мы можем добавить к нему некую систему смешивания. Эксперименты с потоком воздуха показывают, что воздуховод становится более эффективным, если на его конце имеется раструб, имеющий загиб, составляющий 180° (рис. 4.1 б). Воздуховод должен быть максимально прямым и гладким, то есть не иметь препятствий, карманов и резких изгибов, которые могут привести к возникновению завихрений воздушного потока. Второй конец карбюратора крепится к двигателю на уступной опоре, по возможности, не имеющей выступов. Эта опора предназначена для защиты карбюратора от тепла и вибраций, исходящих от двигателя.

Повышение температуры газа приводит к снижению его плотности, то есть аналогичный объем газа имеет меньшую массу (в нем меньше молекул), поэтому в этом объеме горит меньше молекул топлива. Вибрация вызывает те же проблемы, что и вибрация в любых механизмах. Она может привести к появлению пены в топливе и недостаточной эффективности работы запорного клапана. Запорный клапан – это следующее усовершенствование нашего карбюратора. Он предназначен для поддержания определенного уровня топлива.

Подача топлива

Топливо подается из топливного бака при помощи насоса или под собственным весом и проходит через клапан, представляющий



Рис. 4.1 б. Закругленный «раструб» карбюратора поставляется к мотоциклу Yamaha R7 в качестве дополнительного оборудования

собой конусную иглу (рис. 4.2). Поплавок в топливном резервуаре поддерживает иглу и, по мере наполнения резервуара топливом, поплавок поднимается, а игла закрывает клапан и подача топлива прекращается. Обычно клапан имеет подпружиненный плунжер, который упирается в язычок поплавка. Это плунжер защищает иглу от вибраций и способствует более точному поддержанию уровня топлива в резервуаре.

Клапаны этого типа очень восприимчивы к любым сорнякам, которые могут попасть между иглой и седлом и препятствовать закрыванию клапана. Поэтому перед клапаном обычно устанавливается топливный фильтр. В запорном клапане могут быть две регулировки. Во-первых, высота поплавка, которая определяет уровень топлива в резервуаре. Она регулируется подгибанием язычка, который упирается в иглу. Высота поплавка может измеряться как уровнем топлива в камере, так и высотой поплавка в момент полного закрытия клапана. Во-вторых, рукою с помощью обслуживания карбюратора вы найдете метод и инструменты для измерения высоты поплавка.

Если возникла необходимость в контроле уровня топлива в поплавковой камере, соединив отрезком шланга поплавковую камеру с прозрачной трубкой и установив запорный клапан (рис. 4.3). Расположим прозрачную трубку параллельно поплавковой камере и отрезку запорного клапана. Уровень топлива в трубке будет равным уровню

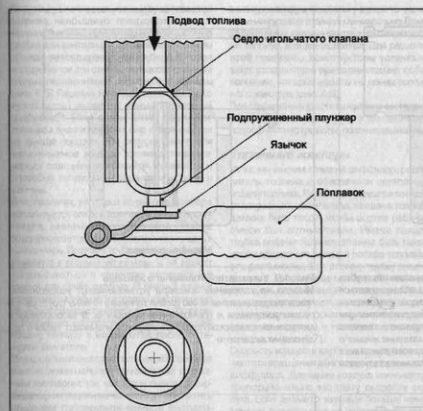


Рис. 4.2. Игольчатый клапан. Когда уровень топлива поднимается до определенного уровня, поплавок прижимает иглу к клапану к седлу, прекращая подачу топлива

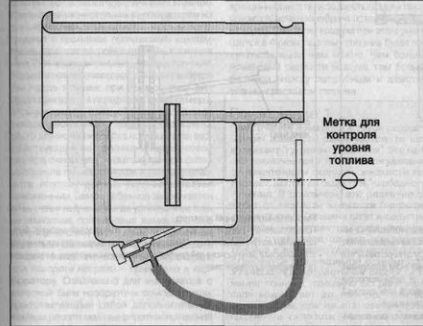


Рис. 4.3. Датчик уровня топлива

Поплавковая камера соединена отрезком шланга с прозрачной трубкой, в которой можно увидеть уровень топлива. Уровень топлива контролируется относительно какой-либо точки корпуса карбюратора (обычно относительно прокладки поплавковой камеры)

топлива в поплавковой камере. Если на трубку нанести риску, то по ней очень легко контролировать уровень топлива. Обычно уровень топлива в поплавковой камере отсчитывается от определенной точки – чаще всего для этого используется прокладка поплавковой камеры. Если топливная магистраль имеет насос для ручной подачи топлива, этим насосом можно восстанавливать нужный уровень топлива.

Для регулировки уровня топлива в поплавковой камере карбюратор нужно снять с мотоцикла, затем снять крышку поплавковой камеры и перевернуть ее. Регулировка уровня топлива производится изменением высоты поплавка относительно поверхности под прокладку, причем поплавок должен прижимать игольчатый клапан к седлу (рис. 4.4). Обычно для проверки и регулировки уровня топлива используется приспособление Т-образного или квадратного сечения.

Другой регулировкой является изменение размеров игольчатого клапана и его седла. От этого зависит степень уплотнения клапана. Поскольку усилие поплавка является постоянным, давление клапана на седло зависит от площади клапана и от диаметра седла клапана. При меньшем диаметре, площадь будет меньше, а давление – больше. Это давление должно быть больше давления, создаваемого в топливном магистраль, которое, в свою очередь, зависит от высоты топливного бака и от давления, создаваемого топливным насосом и регулятором давления. При возрастании давления в топливной магистрали необходимо уменьшать диаметр клапана, чтобы предотвратить перегиб топлива.

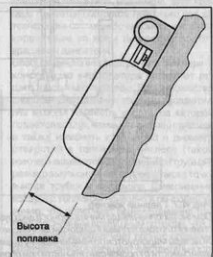


Рис. 4.4. Регулировка уровня топлива в карбюраторе

Обычно измеряется расстояние между поплавком и прокладкой карбюратора. Поплавок должен касаться игольчатого клапана, однако, при этом клапан не должен быть сжат. Возможно, для этого понадобится развинтить корпус карбюратора под некоторым углом, как показано на рисунке

(Продолжение)

начинает на максимальный и минимальный расход воздуха. Максимальный расход воздуха ограничен пропускной способностью карбюратора и мощностью двигателя. Минимальный расход воздуха ограничивает возможность подсоса воздуха при малой скорости воздуха.

Допустим, что проектируемый двигатель имеет такт момента и такт мощности в диапазоне частот вращения коленчатого вала от 8000 до 10000 об/мин. Если обороты двигателя превышают эти значения, происходит падение расхода воздуха, поэтому при 12000 об/мин в двигателе объемом 250 см³ попадет воздуха меньше, чем 250 см³.

Для простоты допустим, что коэффициент наполнения двигателя равен 100%, тогда, при максимальном крутящем моменте, коэффициент наполнения составит около 105%, причем это значение будет уменьшаться по обе стороны от максимума крутящего момента до 90% и даже ниже.

Кривая крутящего момента совпадает с кривой расхода воздуха лучше, чем кривая мощности двигателя, поскольку крутящий момент зависит от объема воздуха, поступающего в двигатель, от способности двигателя сжечь весь воздух и извлечь из него тепло. С кривой расхода воздуха, состав рабочей смеси или неполное сгорание

смеси видны на кривой крутящего момента в виде впадин. Отличие кривой крутящего момента от кривой мощности заключается в том, что крутящий момент представляет собой характеристику расхода воздуха и сгорания на один цикл, а мощность представляет собой эту характеристику за единицу времени. Иными словами, крутящий момент может быть меньше при 9000 об/мин, чем при 8000 об/мин, а в то время, как мощность при достижении 1000 об/мин может возрасти. Мощность начнет уменьшаться, когда крутящий момент начнет падать быстрее, чем прибавлялась частота вращения коленчатого вала.

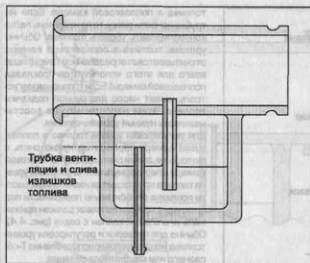


Рис. 4.5. Вентиляция поплавковой камеры и переливная трубка. Давление воздуха в поплавковой камере должно поддерживаться на постоянном уровне. В противном случае карбюратор поплавковой камерой просто соединяется с атмосферой: трубка для вентиляции объединяется с переливной трубкой. При переливе топлива сливается по этой трубке, что предотвращает попадание жидкого топлива в двигатель. В карбюраторах поздних моделей давление в поплавковой камере поддерживается равным давлению воздушной камеры

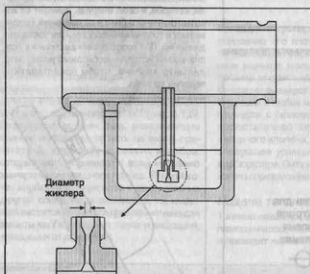


Рис. 4.7. Главный жиклер. Обычно выполняется в виде миниатюрного диффузора для обеспечения полного потока топлива широкого диаметра с изменением давления. Жиклеры маркируются по наименьшему диаметру отверстия или в зависимости от производительности при определенном давлении. Жиклеры могут иметь различные конструкции, и быть изготовленными из разных материалов (обычно пластика или латуни). Характеристики жиклеров также могут быть различными. При сравнении двух жиклеров, изготовленных одним производителем, индекс одного будет означать, что он изготовлен из одного и того же материала, жиклер 140 будет более производительным, чем жиклер 135. Однако на жиклеры, выполненные разными производителями или из различных материалов или имеющие различную конструкцию, это правило не распространяется.

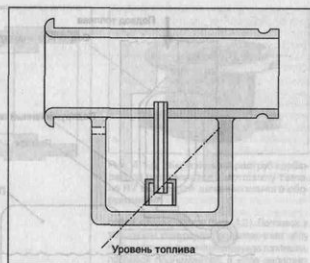


Рис. 4.6. Успокоитель топливного жиклера. Иногда на топливные жиклеры устанавливаются успокоители, препятствующие изменению уровня топлива в точке его отбора при резком ускорении и торможении мотоцикла. В двигателях мотоциклов с колесной подвеской эффект возникает также и при движении в повороте

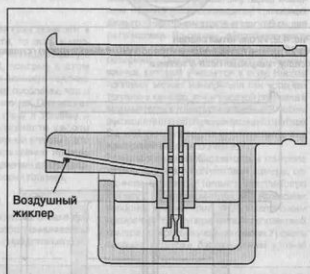


Рис. 4.8. Воздушный жиклер. Представляет собой узкий воздушовод, в который может быть вставлен латунный жиклер. Используются для смешивания воздуха с топливом в эмульсионной трубке — топливном жиклере, в котором просверлены отверстия

Поскольку в поплавковую камеру заливается топливо, необходимо предусмотреть возможность для вытеснения воздуха. Обычно трубка для вентиляции поплавковой камеры объединяется с дренажной трубкой, которая используется для слива излишков топлива в случае переполнения поплавковой камеры (рис. 4.5). Перелив топлива (так же как и его недостаток) является очень серьезной проблемой. Если в двигатель поступает топливо в виде жидкости, оно скапливается на днах поршней. При запуске двигателя несжимаемое жидкое топливо попадает между поршнем и головкой шатуна и способно разрушить поршневые кольца и шатуны. В мотоциклах, у которых воздушная камера используется для повышения мощности двигателя, давление в поплавковой камере поддерживает равным давлением воздушной камеры. Поэтому трубка для вентиляции введена в воздушную камеру и не может использоваться в качестве переливной трубки для слива топлива. В связи с этим в качестве следующего усовершенствования целесообразно установить запорный клапан в топливную магистраль, перекрывающий подачу топлива в карбюратор после остановки двигателя.

В нашем карбюраторе поплавковая камера расположена непосредственно под топливным жиклером, так как это и бывает в карбюраторах современных мотоциклов, а в прошлом поплавковая камера располагалась сбоку или вообще отдельно от карбюратора и соединялась с ним при помощи трубки. Независимая установка поплавковой камеры позволяет иногда решить проблему компоновки, а также обеспечивает возможность питания нескольких карбюраторов из одной поплавковой камеры. Кроме того, установка и поджим поплавковую камеру, очень легко регулировать уровень топлива в ней, хотя такая регулировка не будет точной. Недостатком поплавковой камеры является текучесть топлива: при торможении оно будет привлекать в первую ступень камеры при ускорении — в заднюю. Если поплавковая камера расположена сбоку от карбюратора, то для мотоциклов без колесной связи, возмущающий на топливо в поплавковой камере, очень мал, поскольку при торможении мотоцикл не наклоняется в сторону поворота, поэтому уровень топлива остается неизменным. Самое забавное заключается в том, что в тормозе, состоящем из независимых поплавковых камер, очень популярны были мотоциклы с колесной связью, а также мотоциклы с триподом, на которые топливо отливало от карбюратора, а при повороте направо — привлекало к карбюратору. Специально для мотоциклов с колесной связью изобретены компенсаторы, представляющие собой дополнительные камеры, расположенные с противоположной стороны карбюратора.

В современных мотоциклах поплавковые камеры объединены с карбюратором, а топливный жиклер расположен приблизительно в центре камеры, поскольку в этой точке изменение уровня топлива минимально. Однако проблема, связанная с изменением уровня топлива, является решающей. Для этой проблемы конструкторы устанавливают успокоители, представляющие собой жиклеры, которые надеты на концы топливной трубки (рис. 4.6). Для сохранения простоты изготовления теории мы не будем вдаваться в дальнейшие подробности устройства поплавковых камер.

Топливные жиклеры

Итак, мы имеем главный диффузор, расширяющий топливо и обеспечивающий постоянную подачу топлива. Размер диффузора зависит от потребности двигателя, а подача топлива должна быть такой, чтобы состав рабочей смеси был оптимальным. Иначе говоря, трубка подачи топлива должна быть такой, чтобы обеспечить нужный расход топлива и его распыление. Для этого в трубку подачи топлива вворачивается калиброванный дроссель, называемый жиклером. Такая конструкция дает полный контроль за расходом топлива. Жиклер жиклером, можно заменить другим и называется главным жиклером (рис. 4.7).

Скорость воздуха в карбюраторе зависит от частоты вращения двигателя и от диаметра диффузора. Давление воздуха изменяется пропорционально квадрату скорости воздуха. Если диаметр жиклера больше минимально допустимого по условиям течения жидкости (см. примечание 1), сила, которая расщепляет топливо, возрастает пропорционально квадрату частоты вращения двигателя. Таким образом, при удвоении частоты вращения двигателя скорость воздуха также удвоится (если пренебречь потерями напора воздуха). Давление воздуха при этом увеличится в 4 раза, поэтому топлива будет поступать больше, чем нужно. Чем больше изменение скорости воздуха, тем больше разница между потребным и действительным расходом топлива.

Примечание 1

При течи жидкости в трубе скорость течения жидкости различается, то есть различается «градиент скорости». Это явление заключается в том, что при увеличении от поверхности скорости жидкости возрастает, достигая скорости «свободного» течения. В основном это различие не висит от вязкости жидкости (соотношения вязкости). Топливо — это жидкость, в котором наблюдается градиент скорости, очень мал, однако, при течи топлива в жиклере, толщина слоя топлива становится соизмеримой с диаметром жиклера. При возрастании скорости течения топлива, толщина пограничного слоя возрастает до тех пор, пока все сечение жиклера не становится зоной градиента скорости. Начиная с этого момента, для повышения скорости течения требуется все большее и большее возрастание давления — до тех пор, пока скорость не достигнет своего максимального значения.

В результате этого явления, жиклер, который обеспечивает подачу корректной рабочей смеси при малой частоте вращения, начнет чрезмерно обогащать рабочую смесь при повышении частоты вращения двигателя. Если же жиклер обеспечивает корректную смесь при высокой частоте вращения двигателя, то при снижении оборотов смеси, чрезмерно обогащают. Разность подачи топлива при максимальной и минимальной частоте вращения двигателя называется градиентом расхода. В карбюраторах мотоциклов эта проблема решается установкой воздушных жиклеров, которые также называются воздушными карбюраторными. Они устанавливаются так (рис. 4.8), чтобы воздух смешивался с топливом в трубе подачи топлива. Расход воздуха при этом регулируется диаметром жиклера и также зависит от квадрата скорости воздуха в диффузоре. Такая конструкция позволяет обеспечить корректный состав рабочей смеси не только в одной точке. При плановом изменении частоты вращения двигателя такая конструкция обеспечивает двигатель корректной рабочей смесью.

Эффект установки воздушного жиклера возрастает с ростом частоты вращения двигателя. В этом случае мы установим топливный жиклер, который обеспечивает корректную рабочую смесь при низкой частоте вращения двигателя (так, который обогащает рабочую смесь при максимальной частоте вращения двигателя). Теперь, увеличив диаметр воздушного жиклера, добьемся корректного состава рабочей смеси при максимальной частоте вращения двигателя. Возможно, этот процесс придется повторить несколько раз до тех пор, пока состав рабочей смеси не станет корректным во всем диапазоне частот вращения двигателя.

Воздушный жиклер в конструкции карбюратора позволяет решить несколько проблем. Есть множество способов смешивания топлива с воздухом. Мы можем изменить высоту, на которой подается воздух, изменить размер колена, а также изменить соотношение и диаметры отверстий в топливном жиклере (такой жиклер называется эмульсионной трубкой, размер эмульсионной трубки, а также точку выхода трубки в диффузор. Смешивание воздуха с топливом приводит к пенообразованию, что облегчает перемешивание топлива с основным воздушным потоком, что, в свою очередь, облегчает полное сгорание рабочей смеси, улучшая чистоту сгорания карбюратора. Когда топливо находится в виде пены, оно в меньшей степени, чем жидкое топливо, возвращается обратно в поплавковую камеру при снижении оборотов двигателя. Поэтому такой карбюратор быстрее реагирует на резкое повышение нагрузки двигателя. И, наконец, колена, в которых расположен эмульсионная трубка, частично заполнены топливом, которое

находится близко к диффузору, поэтому двигатель более чутко реагирует на резкое ускорение. В отличие от возможности контроля над составом рабочей смеси, все остальные преимущества эмulsionной трубки представляют собой чисто академический интерес, поскольку в нашем карбюраторе отсутствует дроссельная заслонка. Наш простейший карбюратор постоянно открыт и не способен регулировать расход воздуха или загрузку двигателя.

2 Простейший карбюратор со скользящим дросселем

Частичные нагрузки

Следующий этап конструирования карбюратора состоит в установке воздушной заслонки, управляемой водителем. Эта заслонка называется дросселем или дроссельной заслонкой, поскольку она регулирует подачу воздуха в двигатель (Полный газ означает полностью открытая заслонка). Наиболее очевидным (и простым) решением является установка поворотной заслонки, которая может разворачиваться, открывая или закрывая диффузор. Расположение поворота распылителя топлива, эта заслонка управляет подачей воздуха, однако, не управляет подачей топлива, поэтому при такой конструкции нам потребуется несколько распылителей, которые будут попеременно открываться при развороте дросселя. Таким образом, нам потребуется блок жиклеров, множество сверлей и трубок. Карбюраторы этого типа часто устанавливаются на мотоциклах, однако, они имеют существенные отличия, особенно, по сравнению с мотоциклами, где топливные жиклеры 50 или 60 лет назад. В мотоциклах один карбюратор обеспечивает смесь для или

более цилиндров через большой впускной коллектор. Пульсации давления от отдельных цилиндров отбрасываются в коллекторе и в меньшей степени передаются обратно к карбюратору. Двигатель и карбюратор имеют относительно большие размеры, поскольку подкапотом автомобиля достаточно много места (в то же время в каждом моменте только в одном из цилиндров наступает такт впуска, а это диаметр диффузора должен быть таким, чтобы обеспечивать подачу воздуха только в один цилиндр (рис. 4.9). Такие карбюраторы имеют множество усовершенствований, таких как внутренние диффузоры, позволяющие управлять расходом топлива через каждый жиклер и обеспечивающие требуемую живучесть и надежность. Эти дополнения препятствуют потоку воздуха, поэтому для обеспечения требуемой мощности двигателя, размеры таких карбюраторов существенно больше, чем размер простого нерегулируемого диффузора. Двигатели мотоциклов часто состоят из одного цилиндра, в карбюратор устанавливается прямо на двигатель из-за недостатка места. Поскольку двигатель и карбюратор мотоцикла стараются сделать как можно меньшего размера! При уменьшении корпуса карбюратора возникает множество технических проблем. Минимальная толщина пластины дроссельной заслонки определяется необходимой прочностью, а также возможностью крепления большой диаметр диффузора, вливающие кромки дроссельной заслонки незначительны, однако, в карбюраторах мотоциклов, у которых диаметр диффузора меньше 25 мм, такая заслонка становится неэффективной. Изготовители двигателей мотоциклов чаще всего устанавливают скользящие дроссельные заслонки. Эти заслонки имеют цилиндрическую форму, и их диаметр равен диаметру диффузора. Управление заслонкой

производится при помощи троса и возвратной пружины (рис. 4.10).

Такая заслонка устанавливается непосредственно над топливным жиклером. Управление расходом воздуха осуществляется изменением сечения заслонки, т.е. изменением поперечного сечения диффузора. Одновременно с изменением сечения меняется скорость воздуха и разрежение над жиклером. Это не совсем то, что хотелось бы получить, поскольку в случае уменьшения расхода воздуха и сохранения подачи топлива происходит обогащение рабочей смеси. Однако это позволяет сохранить работоспособность карбюратора при значимых расходах воздуха до самых малых значений. Так как заслонка расположена над топливным жиклером и совершает прямолинейное движение, мы можем легко регулировать расход топлива введением в топливный жиклер конической иглы, закрепленной на дросселе. Топливный жиклер при этом нечет не решать еще несколько задач и получает четыре или пять дополнительных регулировок.

В трубку подачи топлива установлен главный жиклер и эмulsionная трубка, в которой воздух смешивается с топливом, в тазке формируется струя топлива, которая вливается в диффузор. Кроме того, теперь в этой трубке появляется еще и коническая игла (очень часто эту конструкцию называют иглой-четырех жиклером, поэтому мы будем придерживаться этого названия). Вдоль незначительного расстояния в настройках, мы получаем возможность изменить диаметр иглы-четырех жиклера относительно неизменной тонкой части иглы, можем менять длину конической части самой иглы (можем сделать иглу, имеющую несколько конусов, имеющих различные углы — рис. 4.11), можем менять высоту погружения иглы в жиклер, а также можем менять угол охвата нижней кромки воздушной заслонки.



Рис. 4.9. Одноцилиндровый двигатель создает большие пульсации давления через каждые два оборота коленчатого вала. Четырехцилиндровый двигатель создает меньшие пульсации давления каждые пол-оборота коленчатого вала

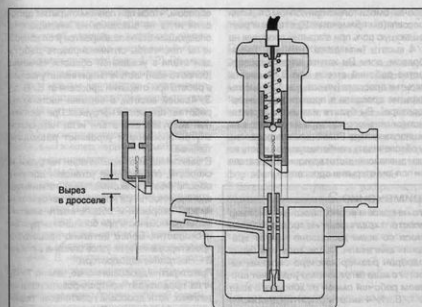


Рис. 4.10. Для управления потоком воздуха в диффузор установлен скользящий дроссель. В разных моделях карбюраторов этот дроссель имеет цилиндрическую форму, которая позволяет трансформироваться в форму плоской заслонки, показанной на рисунке. Коническая игла закреплена на дросселе и может входить в отверстие топливного жиклера, регулируя подачу топлива. Скользящий дроссель имеет вырез, который обеспечивает подачу воздуха на холостых оборотах и до 1/3 хода дросселя

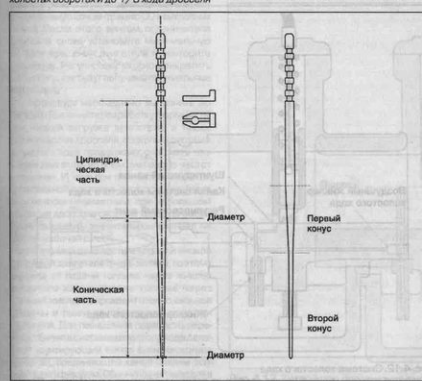


Рис. 4.11. Коническая игла может иметь различную форму. Размеры, которые влияют на расход топлива: (1) полная длина, (2) диаметр цилиндрической части, (3) длина конической части, (4) начальный диаметр и угол конуса, (5) начальный диаметр и угол наклона дополнительной конусов и (6) канавки, в которые вставляются крепящие иглы

При полностью открытом дросселе поток воздуха препятствует только углам иглы (в некоторых карбюраторах фирмы Amal это иглы убраны с стенок диффузора для того, чтобы не препятствовать потоку воздуха). Такая форма дросселя делает конструкцию карбюратора очень эффективной, что обусловило его широкое применение на мотоциклах с 20-х по 60-е годы.

Игла также дает дополнительный эффект, поскольку она управляет подачей топлива. Кроме того, поднимаясь по поверхности иглы, частицы топлива дополнительно измельчаются и перемешиваются в воздушный поток. Возможности регулировки состава смеси на частичных нагрузках становятся настолько беспроблемными. Число комбинаций и сочетаний диаметра жиклера, размеров дросселя, длины иглы и угла конуса иглы столь велико, что эту задачу нельзя решить теоретически, а лишь путем подбора различных вариантов, оптимизирующих работу двигателя.

К счастью, конструкторы карбюраторов все-таки начинают работу с простыми моделями (наподобие нашего примитивного карбюратора), поэтому они все-таки имеют рабочую версию карбюратора, которую начинают усовершенствовать. И все же, упомянутое количество вариантов все-таки ограничено, иронично убедиться даже у опытных конструкторов карбюраторов. Даже при полном открытии дросселя игла должна входить в отверстие жиклера, поскольку в противном случае она может упереться в жиклер и препятствовать открытию дросселя. На практике, из этого вытекают два важных параметра карбюратора:

- Площадь зазора между иглой и самой тонкой частью жиклера должна быть больше, чем площадь главного жиклера, однако, не настолько больше, чтобы главный жиклер не встал на подачу топлива при закрытом дросселе.
- Длина иглы и глубина ее погружения в жиклер определяются диаметром диффузора. Некоторые конструкторы пошли по пути увеличения колдовства главного жиклера с тем, чтобы увеличить длину иглы, однако исследования показали, что увеличение длины иглы не приводит к повышению мощности двигателя. С другой стороны, если зазор между иглой и жиклером меньше, чем диаметр главного жиклера, то при максимальных нагрузках главный жиклер уже не определяет подачу топлива.

Сечение жиклера

Выполним приближенные расчеты для определения сравнительных размеров главного жиклера, иглы и сопла, каковы влияние они оказывают на подачу топлива.

Для главного жиклера формулу выводит следующим образом (d — диаметр жиклера).

$$\text{Площадь главного жиклера} = \pi d^2 / 4$$

Для иглы жиклера, игла выражается в градусах следующим образом. Обозначим d диаметр жиклера жиклера, а d_1 — наибольший диаметр иглы жиклера при полном открытии дросселя:

$$\text{Площадь зева жиклера и иглы} = \pi d^2 / 4 - \pi d_1^2 / 4 = \pi (d^2 - d_1^2) / 4$$

Для того, чтобы главный жиклер управлял расходом топлива при полном открытии дросселя, должно выполняться неравенство

$$\text{Площадь главного жиклера} < \text{Площадь зева жиклера и иглы}$$

Площадь, главного жиклера должна быть, гораздо меньше площади зева жиклера и иглы, поскольку сопротивление течения жидкости через отверстие меньше, чем при течи жидкости через отверстие, в котором установлен игла. Если сопротивление течения жидкости главного жиклера меньше, чем сопротивление иглы, то жиклера, это эквивалентно увеличению площади главного жиклера (или уменьшению площади иглы жиклера). Однако даже простое определение площади должно выявить несовершенство, в том случае, если выяснится, что главный жиклер не управляет подачей топлива при полном открытии дросселя.

В этом случае решение проблемы заключается в установлении большего диаметра, однако, поскольку это повлияет на состав рабочей смеси при частичной загрузке двигателя, потребуются увеличение диаметра жиклера, которое повлечет за собой увеличение диаметра иглы, — однако все это невозможно до тех пор, пока размеры главного жиклера не определены. Как результат, либо карбюратор имеет характеристики, хуже, чем его теоретические возможности, либо он совершенствуется снова и снова до тех пор, пока не будут достигнуты оптимальные результаты.

Области управления

Для упрощения понимания процесса разбейте задачу, решаемые каждым компонентом, на области и рассмотрим их в логической последовательности. Так, например, мы считаем, что главный жиклер управляет составом рабочей смеси во всем диапазоне частот вращения двигателя. Однако этот жиклер управляет составом

рабочей смеси только при полном открытии дросселя (см. примечание 2). А также игла решает роль при открытии дросселя на 3/4 высоты (или даже меньше). Таким образом, если вы хотите отрегулировать состав рабочей смеси при 3/4 высоты открытия дросселя (или выше 1/2 высоты открытия дросселя в проектируемом карбюраторе), вы будете изменять характеристики главного жиклера и главного воздушного жиклера. Размеры жиклеров должны обеспечивать наибольшую мощность во всем диапазоне частот вращения двигателя при полном открытии дросселя.

Примечание 2

Это не совсем верно, поскольку система холостого хода влияет на состав рабочей смеси во всем диапазоне частот вращения двигателя. После того, как будет подобран размер жиклера системы холостого хода (этот жиклер управляет составом рабочей смеси от холостого хода до 1/8 — 1/4 высоты открытия дросселя) и двигатель, холостая скорость работает на холостом ходу, этот жиклер меняется очень редко.

В диапазоне от 1/4 до 1/3 хода дросселя решающую роль в формировании рабочей смеси играет иглы жиклера. Начальные параметры этой пары выбираются таким

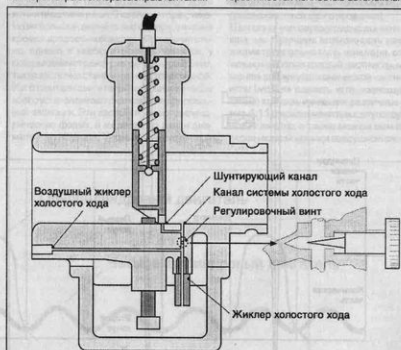


Рис. 4.12. Система холостого хода

Главный жиклер, который подает топливо из поплавковой камеры в диффузор. Воздух проходит через воздушный жиклер и смешивается с топливом. В системе холостого хода имеется канальный регулировочный винт, который управляет подачей топлива или воздуха в рабочую смесь (как показано на рисунке). Система холостого хода имеет один или несколько шунтирующих каналов, выходящих в диффузор в районе дросселя, чтобы обеспечить отсутствие провалов при выходе из режима холостого хода.

образом, чтобы при полном открытии дросселя игла не выходила из жиклера. На следующем этапе подбирается угол конуса иглы так, чтобы оптимизировать работу двигателя в указанной области. Иглы (большинство) имеют регулируемые выступы в работе при открытии дросселя от 5/8 до 3/4 второй высоты, в верхней части иглы работают при малых нагрузках. При частичной загрузке двигателя игла находится внутри жиклера и управляет расходом топлива.

В зависимости от комбинации нагрузки и скорости, оптимальные установки должны обеспечивать максимальную топливную экономичность при небольших нагрузках и низкой скорости и обеспечивать максимальную мощность при больших нагрузках и скорости. Более детально процедура проектирования этой упор описана в главе 6 — Настройка карбюратора.

При открытии дросселя менее, чем на 1/4, игла продолжает контролировать подачу топлива, хотя дроссель практически перекрывает подачу воздуха. В это время подача воздуха регулируется вырезом в нижней камере дросселя, а форма этого выреза определяет состав рабочей смеси.

Это управление является слишком грубым для обеспечения чистоты двигателя при холостом обороте, поэтому в большинстве карбюраторов имеется полностью автономная система холостого хода.

теме холостого хода. Топливный жиклер (жиклер холостого хода) подает топливо из поплавковой камеры в диффузор через отверстие, выходящее в воздушный поток через вырез дросселя (рис. 4.12). При частичном открытии дросселя жиклер соединяется с воздухом из коллектора, разрежение, которого достаточно для того, чтобы топливо поднималось через систему холостого хода. Для облегчения перемещения топлива с воздушным потоком система холостого хода имеет воздушный жиклер, через который проходит воздух и смешивается с топливом. Регулировочный винт конической формы предназначен для регулировки подачи смеси топлива и воздуха. При вращении винта угол конуса иглы жиклера, через который проходит воздух, может изменяться. В зависимости от угла конуса иглы жиклера, смесь может быть обогащена или обеднена, то есть, уменьшена подача воздуха, или, наоборот, наоборот, то есть, увеличена подача топлива. В некоторых системах состав рабочей смеси определяется воздушным и топливным жиклерами, в регулировочный винт ограничивает подачу рабочей смеси.

Настройка системы холостого хода определяется количеством СО в выхлопных газах, либо частотой вращения холостого хода двигателя. В последнем случае винтом ограничивают холостой ход двигателя, устанавливают минимальную частоту вращения двигателя. Затем, вращая винт регулировки состава рабочей смеси, устанавливают максимальную частоту вращения двигателя (или минимальную концентрацию СО в выхлопных газах). После этого винтом ограничивают дроссель снова, устанавливают минимальную частоту вращения двигателя и повторяют процедуру. Регулировку можно прекратить после того, как будут получены оптимальные результаты.

Эту процедуру необходимо выполнять до того, как вы начнете разработку форм, так как вы знаете работу двигателя, в также форму выреза дросселя, поскольку система холостого хода продолжает снабжать топливом двигатель во всем диапазоне частот вращения. И хотя при полной открытии дросселя этой заслонке этот эффект будет практически незаметным, при небольшом открытии дросселя система холостого хода будет оказывать значительное влияние на состав рабочей смеси.

Различие между холостым ходом и низкой загрузкой двигателя очень велико, поэтому переход от подачи топлива через жиклер холостого хода к подаче топлива через главный жиклер не происходит плавно, вызывая провалы и рыбки двигателя при открытии дросселя. Для повышения плавности переключения системы холостого хода делается шунтирующий канал (или несколько каналов), соединяющий канал подачи топлива с диффузором. Обычно канал выходит из диффузора дросселя непосредственно перед ним. При очень небольшом открытии дросселя скорость потока воздуха возрастает и топливо начинает поступать в диффузор через дополнительные отверстия и обеспечивает

переход от работы системы холостого хода к работе главной дроссельной системы.

Переходные режимы

Здесь мы столкнемся с новыми явлениями. До сих пор мы рассматривали работу двигателя при постоянной скорости и нагрузке. Теперь попытаемся обеспечить плавный переход работы двигателя из одного режима в другой при любой скорости перемещения дросселя. Такие режимы работы получили название переходных. Эти режимы оказывают огромное влияние на комфортабельность езды на автомобиле. В большинстве случаев при ускорении требуется обогащение рабочей смеси для компенсации возрастания расхода воздуха. Дело в том, что первый воздух ускоряется значительно быстрее, чем тяжелые частицы топлива. Поэтому, для того, чтобы обеспечить двигатель корректной рабочей смесью, в карбюраторе временно должно быть создано обогащение смеси.

Благодаря описанным выше принципам, можно помочь этому процессу, поэтому во многих карбюраторах переходный режим обеспечивает только за счет этой системы. Короткий, прямой воздушный коллектор также способствует повышению плавности переходных режимов, поскольку в таком коллекторе частным топливом не застре-

вают, и попадают в цилиндр двигателя. В том случае, когда топлива недостаточно для обогащения смеси, приходится устанавливать ускорительный насос. Этот насос может быть различной конструкции, однако, чаще всего применяется насос в виде цилиндра, в котором находится плunger с пружиной, соединенный кулачком с тайм-приводом карбюратора. Соединение кулачка с тайм-приводом может осуществляться как снаружи, так и внутри карбюратора. Диаметр насоса нагнетается топливом из поплавковой камеры. При открытии дросселя кулачок перемещает плunger, и топливо из насоса впрыскивается в диффузор. Это ускорительное устройство является одним из самых дорогих частей карбюратора, обеспечивающих работу двигателя при переходных режимах.

Устройство обогащения смеси при полной нагрузке (экономайзер)

Жиклер устройства установлен в поплавковой камере, а его расширяет выводит в диффузор на определенной высоте, обычно не менее 1/2 хода дросселя (рис. 4.13). Часто расширитель действует регулируемо по высоте. До тех пор, пока дроссель не поднимется выше сопла расширителя, в канале устройства не создается напора, разрежения и оно не работает. После того,

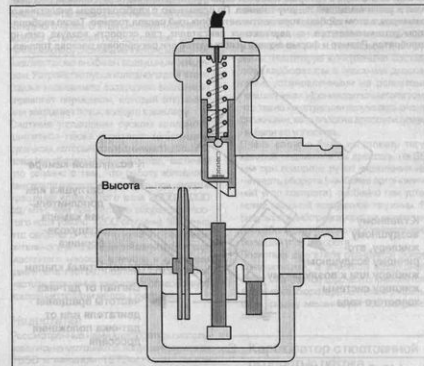


Рис. 4.13. Устройство обогащения смеси при полной нагрузке

Устройство снабжает топливом из поплавковой камеры через топливный жиклер (иногда имеется игольчатый жиклер). Расширитель устройства выводит в диффузор на определенной высоте. Высота сопла расширителя определяет высоту, на которой жиклер начинает работать устройство. Начиная с этого момента через расширитель устройства в смежную камеру подается дополнительное топливо.

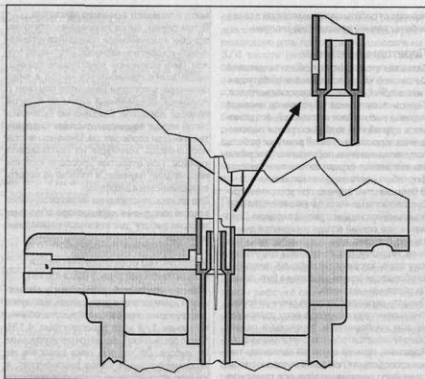


Рис. 4.14. Альтернативное решение карбюратора, так называемый карбюратор с первичной заслонкой, в котором имеется экран, установленный перед соплом распылителя и увеличивающий подачу топлива. По сравнению с карбюратором аналогичных размеров, в этом карбюраторе достигаются больший расход топлива. Такие карбюраторы устанавливаются на двухтактных двигателях, где скорость воздуха сильно колеблется. Размер и форма экрана используются для регулировки расхода топлива

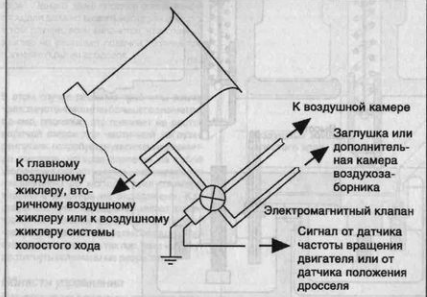


Рис. 4.15. Электромагнитный клапан открывается при определенной частоте вращения двигателя, или при определенной высоте открытия дросселя. Этот клапан открывает канал подачи воздуха через дополнительную воздушную камеру, либо переключает питание главного воздушного жиклера на питание на разных частотах воздушной камеры (с разным давлением). Этот клапан может устанавливаться на основном или вторичном воздушном жиклере, а также на воздушном жиклере системы холостого хода (для уменьшения концентрации вредных веществ в выхлопных газах)

как дроссель поднимается выше среза сопла, над ним возникает поток воздуха и в специально камеру начинается поступление дополнительного топлива. Это устройство обеспечивает поступление дополнительного топлива при определенной высоте открытия дросселя, т.е. когда загрузка двигателя близка к полной. В некоторых карбюраторах фирмы GP установлено два или более устройств обогащения.

Форма сопла жиклера

До сих пор рассматривали сопло жиклера в виде гладкого отрезка трубы. Если вокруг сопла установить небольшой экран, угол охвата которого равен 180°, это вызовет большее разрежение и, соответственно, увеличение подачи топлива. Изменение формы и размера экрана, а также регулировка подачи воздуха эмulsionной трубкой обеспечивают еще один способ регулировки расхода топлива и его распыления (рис. 4.14). Это дополнение, иногда называемое экраном заслонки, в основном устанавливается в карбюраторах двухтактных двигателей, причем воздух подается в топливо через жиклер, а не через отверстие эмulsionной трубки. Обычно этот экран устанавливается перед соплом жиклера, однако, в карбюраторе Mikuni TBM, в качестве дополнения, сопло сопла жиклера устанавливается экран с отверстием, через которое подается топливо.

Вторичный воздушный жиклер

Этот жиклер аналогичен главному воздушному жиклеру, но он переключается либо дросселем, либо при помощи электромагнитного клапана, управляемого компьютером. Эта конструкция позволяет иметь два градиента расхода, при этом второй градиент может включаться достаточной высотой при определенной открытости дросселя или при определенной частоте вращения двигателя (рис. 4.15).

Соединение с воздушной камерой
Воздух, поступающий к воздушным жиклерам, должен быть отфильтрован, и иметь то же давление, что и воздух, поступающий в двигатель. Поэтому к жиклерам подается "неподвижный" воздух из воздушной камеры. Если давление в воздушной камере возрастает с увеличением скорости движения, то подплавковая камера также должна находиться под этим давлением.

Вакуумные соединения

Давление в диффузоре меньше атмосферного, а его значение зависит от частоты вращения двигателя и высоты открытия дросселя. Разрежение в диффузоре используется для измерения угла угла открытия дросселя, например, при оптимизации состава рабочей смеси и переключения при малых нагрузках на тормозном стенде при установившейся скорости. Измерением

разрежения в диффузоре также пользуются при синхронизации карбюраторов (если на двигателе установлен блок из нескольких карбюраторов). Тем, что ближе они кривые, тем лучше. Также используется для управления краем подачи топлива (под давлением стнем разрежения диафрагма перемещается и открывает край подачи топлива, а после остановки двигателя пружина закрывает край и подача топлива прекращается). Кроме того, разрежение используется для снижения давления в поплавковой камере при нажатии на ручку, что приводит к обогащению рабочей смеси и позволяет использовать иной градиент расхода топлива. В некоторых карбюраторах устанавливается небольшой диффуз, на который устанавливается разрежающий коллектор (это разрежение особенно велико при резком открытии дросселя). Такие диффузы предназначены для отсечки подачи топлива или воздуха в системе холостого хода при высокой частоте вращения двигателя (для уменьшения расхода вредных веществ в выхлопных газах). В автомобильных карбюраторах давно используется для регулировки угла опережения зажигания в распределителе, для привода вакуумного усилителя тормозов, и даже для привода стеклоподъемников и омывателей.

Дополнительные главные жиклеры

В конце 70-х годов на некоторых моделях Honda были установлены карбюраторы с первичным и вторичным главными жиклерами. Первые жиклеры имели ту же конструкцию, что описаны выше. Вторичные жиклеры также были сконструированы аналогичным образом, со своими воздушными жиклерами, но без иглы, и их распылители были выведены за кромок дроссельной заслонки и в выхлопной коллектор, формируя каналы системы холостого хода. Таким образом они дали возможность в более широким пределах менять наклон кривой расхода топлива.

Форма дросселя

Высота первой кромки дросселя влияет на расход воздуха при малой высоте открытия дросселя (когда дроссель представляет собой преграду для потока воздуха). Даже при полном открытии дросселя, когда дроссель выводит диффузор и не препятствует воздушному потоку, его направление на стенках диффузора приводит к возникновению завихрений расхода. Кроме общего уменьшения расхода воздуха, эти завихрения препятствуют созданию условий для возникновения разницы во впускном тракте (см. главу 3). Форма дросселя также влияет на трудности при проектировании карбюраторов TT, GP и более поздних моделей с "глазком" впускным трактом. Эти мероприятия появились за собой большие трудности при обработке цилиндрических дросселей, однако, позволили создать высокоэффек-

тивные карбюраторы. По сравнению с карбюраторами аналогичных размеров, эти карбюраторы показали хорошие результаты. Фирма Mikuni выпустила серию "глазков" карбюраторов VM до того, как начала эксперименты с плоскими дросселями в карбюраторах серий TM и VM. Плоские дроссели не позволяли использовать карбюраторы фирмы Gardner в 1970 году, а чуть позже — карбюраторы фирмы American LeMoto и EI. Эти дроссели позволили сделать карбюраторы более компактными. Так, размеры расхода воздуха показали, что в карбюраторе EI диаметром 34 мм расход воздуха равен расходу воздуха в карбюраторе с диаметром 35 мм фирм Amal и Dell'Orto. К дополнительным преимуществам этих дросселей относятся лучшее управление потоком воздуха, что приводит к оптимизации давления над соплом топливного распылителя.

Устройство пуска холодного двигателя

Первоначальное обогащение рабочей смеси при пуске холодного двигателя достигалось при помощи дросселя, который перемещался вверх в карбюратор. Иногда этот дроссель устанавливался внутри сопла жиклера дросселя и имел толстый пружин. Позже стали устанавливать клапан между диффузором и воздушной заслонкой. Эти заслонки часто помпировали, были вскоре заменены жиклером холодного хода. В этой системе топливный жиклер установлен под дросселем, аналогично жиклеру системы холостого хода. Этот жиклер также снабжен воздушным жиклером. Устройство пуска холодного двигателя (также называемое воздушной заслонкой) управляет плунжером, который открывает или закрывает поток воздуха к жиклеру. Система управления пуском холодного двигателя также управляет небольшим кулачком, который приводит в движение, повышая обороты холостого хода. Частично это связано с тем, что работу холодного двигателя легче поддерживать при частоте вращения кулачка вала 2000...3000 об/мин, чем при частоте вращения холостого хода (около 1200 об/мин). Частично это связано с тем, что кулачки распределительного вала находятся дальше всего от масляного насоса, а масло в холодном двигателе густое. Поэтому повышенная частота вращения двигателя способствует ускоренной подаче масла к кулачкам.

Недостатки

Рассмотренные нами карбюраторы использовались на мотоциклах, выпущенных между 1950 и началом 1970-х годов. Хотя и выпускались отдельные модели с дроссельными жиклерами (например, Harley Davidson), преобладали все же карбюраторы со скользящим дросселем. Однако эти карбюраторы обладали целым рядом недостатков, особенно при увеличении диаметра диффузора, связанного с

повышением мощности двигателя. • Несмотря на все дополнения и усовершенствования, рассмотренные выше, при резком открытии дросселя и малых оборотах двигателя карбюратор не мог обеспечить двигатель рабочей смесью. В работе двигателя требовалась провала, перебои зажигания, а иногда двигатель останавливался.

• Если дроссель резко открывался при средней частоте вращения двигателя, двигатель не реагировал на это. Вместо обогащения смеси, возникала частота вращения двигателя. Карбюратор не справлялся с крутыми переходными процессами. Водителю должны были следить за реакцией двигателя и открывать дроссель так, чтобы карбюратор останавливал работу двигателя. Со стороны водителя это требовало внимания и наличия определенных навыков вождения мотоцикла.

• Карбюраторы имели большую высоту. Дроссели должны были подниматься на высоту, равную диаметру диффузора, длина иглы также должна была быть больше диаметра диффузора, поэтому при диаметре диффузора, равном 38 мм, высота карбюратора достигала 114 мм, не считая "толщину" поплавковой камеры снизу. • Эффект разрежения приводил к повышенному износу направляющих дросселя и к его заклиниванию. Для предотвращения заклинивания на дроссели приходилось устанавливать мощные возвратные пружины. Некоторую конкуренцию составляли карбюраторы с плоскими дросселями, установленными на риклоповых поддонах. Ирония заключалась в том, что такие конструкции получались очень сложными, хотя пороки дросселей должны были быть устранены. • Очень сложно было изготовить туги, которые поднимали бы дроссель на 38 мм при повороте ручки управления на четверть оборота (небольшое эргономичное углы поворота), особенно при установке мощной возвратной пружины. В результате для ручного управления шаровым болтом трудом, помимо очень большой углы поворота. • Поскольку дроссели становились более компактными, в впускной коллектор становилось короче и сжимались, высокие карбюраторы начинали упираться в крышку механизма газораспределения.

3 Карбюратор с постоянной скоростью потока

Конструкция и достоинства
У карбюраторов со скользящим дросселем всегда была альтернатива. Такой карбюратор называется карбюратором с постоянной скоростью потока и имеет следующие

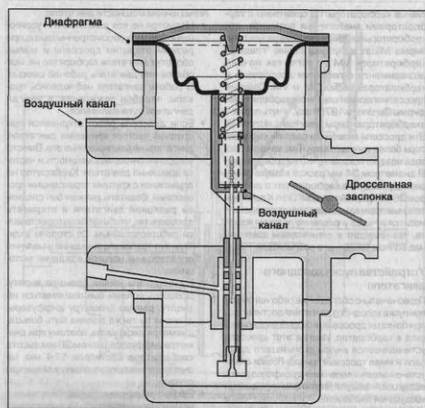


Рис. 4.16.а. Карбюратор с постоянной скоростью потока имеет много общего с карбюратором со скользящим дросселем

Плоский жиклер, воздушный жиклер, иглы и чашки жиклеров имеют аналогичный облик. Существенное отличие состоит в том, что скользящий дроссель теперь управляет диффрагмой, а поток воздуха регулируется поворотной дроссельной заслонкой-бабочкой. Под диффрагмой поддерживается давление, равное атмосферному давлению (или давлению воздушной камеры). Над диффрагмой поддерживается давление, равное давлению в диффузоре. Дроссельная заслонка регулирует подачу воздуха в двигатель. При возрастании скорости воздуха давление в диффузоре повышается и диффрагма поднимает поршень вверх. Площадь проходного сечения диффузора под поршнем увеличивается и скорость потока воздуха возвращается на прежний уровень. При этом давление над жиклером остается также неизменным. Подачу топлива регулируется конической иглой, которая поднимается вместе с поршнем.

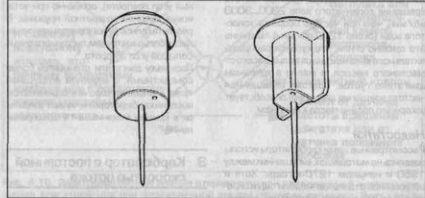


Рис. 4.16.б. В разных моделях карбюраторов с постоянной скоростью устанавливались цилиндрический поршень. В начале 90-х годов форма поршня была изменена, такие поршни устанавливались в карбюраторах Keihin CVR600 в 1990 и 1991 годах. Изменение формы поршня позволило уменьшить диаметр диффузора, повысить расход воздуха и увеличить приемистость двигателя

компоненты, описанные в параграфе 2, однако, и ныне имеются еще одна деталь, которая устраняет большинство недостатков карбюраторов со скользящим дросселем. В отличие от скользящего дросселя, управляемого при помощи троса, в этом карбюраторе установлен тот же скользящий дроссель, который регулирует зависимость от давления воздуха в диффузоре, а также от давления дроссельной заслонки-бабочки, установленная за основным дросселем. Дроссельная заслонка, управляемая водителем, регулирует подачу воздуха и, следовательно, загрузку двигателя. В камере, расположенной над дросселем, поддерживается давление, равное давлению воздуха в диффузоре. Разрежение в этой камере поднимает дроссель (и иглу управления подачей топлива), преодолевая усилие возвратной пружины (рис. 4.16.б.б). Первоначально идея состояла в том, чтобы скользящий дроссель (теперь называемый поршнем или скользящим поршнем) мог поддерживать пропорционально разрежению воздуха (или его скорости) в воздушном тракте. Приподнятый поршень увеличивает площадь проходного сечения диффузора, скорость воздушного потока и разрежение падает и поршень вновь опускается, уменьшая сечение и увеличивая скорость воздушного потока. Таким образом карбюратор автоматически старается поддерживать постоянную скорость воздушного потока. Поэтому такой карбюратор называется карбюратором с постоянной скоростью (или с постоянной разрежением).

Это улучшает работу топливного жиклера. Постоянное разрежение не приводит к постоянному расходу топлива, который затем можно регулировать во всем диапазоне частот вращения двигателя при помощи одного жиклера и одной иглы. Поскольку давление смеси остается неизменным, минимальный расход топлива определяется углом конуса иглы. Это решение реализовано в карбюраторе SU (рис. 4.17), устанавливаемом на многих автомобилях мотоциклах. Этот карбюратор очень прост в изготовлении и сборке и состоит из немногих деталей. Достоинством такого карбюратора является большой набор сменных игл, при помощи которых карбюратор можно приспособить к любому двигателю. Поскольку в карбюраторе SU имеется только один жиклер и одна игла, его очень просто регулировать. В состав карбюратора входит поплавковая камера, система холостого хода, пусковое устройство и много более, что мы упомянем конструктивно. Простота конструкции автомобиля он снабжает топливом две, три или четыре цилиндра двигателя через один большой воздушный коллектор. Для компенсации колебаний давления, которые возникают в воздушном тракте, поршень-дроссель оснащен гидравлическим демпфером. На мотоциклах в случае использования отдельного карбюратора на каждый цилиндр

и близком расположении карбюратора к высокооборотному двигателю, простота этих карбюраторов не так привлекательна. Карбюраторы с постоянной скоростью потока начали вытеснять карбюраторы со скользящим дросселем в начале 70-х годов, причем была предпринята попытка использовать преимущества обоих карбюраторов. К сожалению, эта попытка оказалась неудачной. Это доказывалось тем, что до сих пор в гоночных мотоциклах устанавливаются карбюраторы со скользящим дросселем, потому что у них выше скорость потока воздуха и, следовательно, выше мощность, в то время как на дорожных мотоциклах чаще устанавливаются карбюраторы с постоянной скоростью потока (поскольку они обещают увеличение мощности). На некоторых двигателях (особенно на одноцилиндровых двигателях объемом 600 см³ и выше) применяются комбинированные двухкамерные карбюраторы, имеющие свойства как карбюраторов со скользящим дросселем, так и карбюраторов с постоянной скоростью потока. Эти карбюраторы отличаются компактностью и высокой чувствительностью. Каждая из этих камер не способна в одиночку обеспечить требуемую подачу воздуха, однако, при высоких оборотах открываются оба жиклера. Таким образом можно обеспечить такой же расход воздуха, как у карбюратора диаметром 43 мм, причем диаметр каждой из камер будет составлять лишь 30 мм.

Карбюраторы этого типа имеют максимальный диаметр около 40 мм. При дальнейшем увеличении объема двигателя мотоцикла устанавливаются отдельные карбюраторы для каждого цилиндра. При увеличении рабочего объема двигателя возрастает скорость воздуха, однако, при большой нагрузке даже пятицилиндровых мотоциклов воздуха слишком мало для нормальной работы двигателя и даже карбюратор с постоянной скоростью потока не может обеспечить двигатель рабочей смесью нужного состава. Явление, развивающееся в карбюраторах SU, карбюраторах с постоянной скоростью потока (в основном, производством фирм Mikuni и Keihin) сохранит дроссель в виде поршня, но и втягивает в себя все остальные усовершенствования карбюраторов со скользящим дросселем. Это дало возможность карбюраторов безлеверной миллионных различных профилей иглы.

В отличие от карбюраторов, устанавливаемых на мотоциклах, дроссельная заслонка-бабочка, которая одновременно является и дросселем и главным недостатком этих карбюраторов (рис. 4.18). Недостаток состоит в том, что заслонка является преградой движению воздуха, даже при полном ее открытии. При равном диаметре диффузора скорость воздуха в карбюраторе с постоянной скоростью потока всегда будет меньше, чем в карбюраторе со скользящим дросселем. Однако, дроссельная заслонка

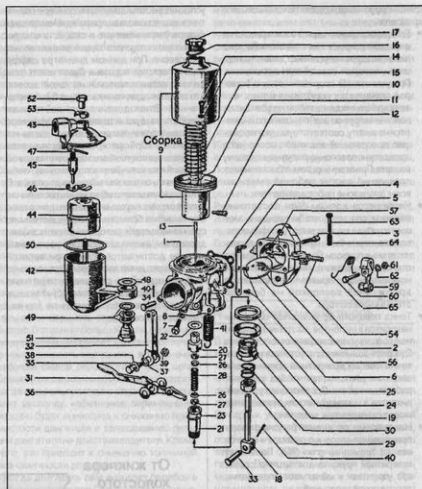


Рис. 4.17. Карбюратор SU. Один жиклер, одна игла, система холостого хода, поплавковая камера и система пуска холодного двигателя

- | | | |
|---|--------------------------------------|--|
| 1 Корпус карбюратора | 23 Металлическая шайба | 43 Крышка поплавковой камеры |
| 2 Корпус дроссельной заслонки | 24 Уплотнительное кольцо (плати) | 44 Поплавок |
| 3 Регулировочный винт | 25 Уплотнительное кольцо (прокладка) | 45 Игла |
| 4 Прокладка | 26 Латунная шайба | 46 Рычаг шарнира |
| 5 Ограничитель привода дроссельной заслонки | 27 Прокладка (прокладка) | 47 Палочка шарнира |
| 6 Регулировочный винт | 28 Пружина | 48 Шайба палочки |
| 7 Разбавочная прокладка | 29 Регулировочная пружина | 49 Шайба (2 шт. по 2 и 1 шт. по 1 шт.) |
| 8 Шайба | 30 Вакуумная камера в сборе | 50 Прокладка крышки поплавковой камеры |
| 9 Вакуумная камера в сборе | 31 Пружина | 51 Болт крепления |
| 10 Рычаг поршня | 32 Рычаг жиклера | 52 Рычаг крепления крышки поплавковой камеры |
| 11 Упорная шайба | 33 Тиг жиклера | 53 Латунная прокладка |
| 12 Винт крепления иглы | 34 Палец шарнира | 54 Ось дроссельной заслонки |
| 13 Игла | 35 Латунная шайба | 55 Дроссельная заслонка-бабочка |
| 14 Регулировочный винт | 36 Латунная шайба (короткая) | 57 Винт |
| 15 Пружина дроссельной заслонки | 37 Шайба (фибра) | 58 Рычаг дроссельной заслонки |
| 16 Прокладка пробок масляного диффузора | 38 Болт | 60 Болт |
| 17 Прокладка масляного диффузора | 39 Пружина шайбы | 61 Гайка |
| 18 Жиклер | 40 Шайба | 62 Шайба |
| 19 Винт крепления жиклера | 41 Шайба | 63 Регулировочный винт |
| 20 Верхняя игла жиклера | 42 Возвратная пружина | 64 Пружина регулировочного винта |
| 21 Нижняя игла жиклера | 43 Поплавковая камера | 65 Возвратная пружина рычага |
| 22 Металлическая шайба | | |

компенсирует все недостатки холостого холостого дростель.

Если дроссельная заслонка открывается слишком широко или слишком быстро, поток воздуха не успеет подняться поршень, который становится дросселем. При увеличении скорости воздуха (которая повышается пропорционально частоте вращения двигателя) не зависит от положения и частоты вращения поршня, поэтому воздушный поток соответствует положению дроссельной заслонки, после чего дроссельная заслонка регулирует подачу воздуха. При этом поршень обеспечивает правильный состав рабочей смеси во всем диапазоне работы двигателя.

Карбюратор должен быть достаточно высоким для того, чтобы поршень мог подниматься на всю высоту диффузора, однако, поршень не нужен сверху дроссельной заслонки. При этом карбюратор становится немного шире за счет установки и ширины дроссельной заслонки на боковой стенке карбюратора.

Точка поворота дроссельной заслонки находится в ее центре, поэтому заслонка находится в равновесном состоянии. Это дает возможность установки достаточно слабой возвратной пружины для закрытия заслонки при любых условиях работы двигателя. Ос заслонки устанавливается в цилиндрической втулке и не имеет склонности к заеданию.

Независимо от диаметра диффузора дроссельная заслонка разворачивается всегда только на угол 90°. Поскольку возвратная пружина достаточно слаба, это упрощает и облегчает управление дроссельной заслонкой.

Наша рабочая модель карбюратора может быть адаптирована к любой сложности без особых усилий. В ранних моделях карбюратор устанавливался цилиндрический корпус (аналогичный цилиндрическому карбюратору со скользящим дросселем). Позже цилиндрический поршень был заменен поршнем, хотя это не сказывается на его работе, но требует установки герметичной камеры карбюратора (см. рис. 4.16, а). В верхней части камеры поддерживается такое же давление, как в диффузоре (через дроссельное отверстие). В нижней части камеры поддерживается атмосферное давление (или давление, равное давлению в воздушном коллекторе). При этом на поршень действуют следующие силы:

- Атмосферное давление (действует на поршень снизу вверх);
- Давление в диффузоре (действует сверху вниз на верхнюю часть поршня и снизу вверх на нижнюю часть поршня);
- Вес поршня, штифта и т.д. (сверху вниз);
- Усилие пружины (вниз).

Эти силы представляют основу для определения площади поршня и диаметра для того, чтобы подъемная сила превышала силу, опускающую поршень. В установившемся

условии работы двигателя по мере поднятия поршня площадь проточной части диффузора увеличивается, а скорость воздуха падает до тех пор, пока поршень не достигнет равновесия. При данном диаметре диффузора и поршня, поршень будет иметь тенденцию останавливаться на такой высоте, что скорость движения воздуха будет неизменной. Этим достигается постоянная скорость воздуха и давление в диффузоре при сопоставлении дроссельной заслонки. В реальных карбюраторах поддерживается перепад давления между полпаловой камерой и топливным жиклером так, чтобы обеспечить оптимальный расход топлива. Впускные каналы можно обеспечить распыление топлива при сопоставлении работы двигателя. Это является большим преимуществом по сравнению с карбюратором со скользящим дросселем, в которых карбюраторное распыление топлива достигается только при высокой скорости вращения двигателя. Если топливо не будет тщательно распылено, то (а) — оно не перемешивается с воздухом (б) — толстые частицы топлива будут оседать на стенках впускного коллектора.

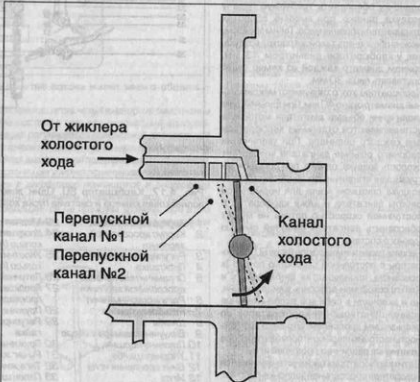


Рис. 4.18. Система холостого хода в карбюраторе с постоянной скоростью потока топлива. Система холостого хода в карбюраторе со скользящим дросселем, хотя движущая дроссельная заслонка позволяет повысить точность работы перепускных каналов и облегчает работу двигателя при переходе от холостого хода к частичной нагрузке. Поскольку перепускные каналы должны быть расположены за ребордой заслонки по ходу воздушного потока (то есть, по часовой стрелке), то перепускные каналы будут расположены снизу (см. фото в главе 7).

Карбюраторы с постоянной скоростью потока также обладают возможностью саморегуляции. Когда поток воздуха поднимает поршень, его вес определяет скорость воздуха и давление на топливном жиклере. Конечная сила определяет расход топлива, а высота положения жиклера определяет высоту положения поршня. Таким образом, соотношение топлива и воздуха в рабочей смеси определяется диаметром диффузора и формой конической иглы. Если поршень немного приподнимается, скорость (перепад давлений) уменьшится, что приведет к обогащению рабочей смеси. Одновременно с этим игла также немного приподнимается, что приводит к обогащению рабочей смеси. Аналогичное явление наблюдается и при опускании поршня: скорость воздуха и перепад давления возрастут, в опустившейся игла снизит расход топлива. Эта особенность делает такой карбюратор менее восприимчивым к внешним условиям (например, к вибрации или дорожным ухабам).

Реальные карбюраторы

Для реализации этой теории в практику требуются конструктивные изменения. В карбюраторе СУ устанавливается цилиндрический поршень, его герметичность обеспечивается полупаловой камерой. Если коническая игла сплавляется с поршнем, то в момент, когда игла только создается, было бы невозможно изготовить герметичный диффузор современных карбюраторов. Недостатком этого карбюратора (предположительно) является то, что угол поршня с цилиндрическим поршнем толще, чем у поршня с конической иглой, что приводит к переобогащению рабочей смеси. Оба эти фактора приводят к снижению чувствительности карбюратора, а инерция поршня приводит к возникновению колебаний. Несмотря на то, что быстрый поршень не приводит к изменению условий, поршень не имеет совершать колебания, постепенно приближаясь кустой-чужой-чужой. Для решения этой проблемы поршень был смонтирован гидравлическим демпфером.

В современных карбюраторах с постоянной скоростью потока поршень останавливается из легкой пластмассы и уплотняется эластичной диафрагмой. Вес всей движущейся частей очень важен для чувствительности карбюратора. Небольшой демпфер на поршне не устанавливается, хотя проблема колебаний (как мы увидим ниже) еще актуальна не решена.

Кроме повышения чувствительности изменение положения дроссельной заслонки поршень маловесная жидкая смесь топлива перепада давления для поднятия, поэтому иеренная часть поршня имеет меньшие размеры, что делает карбюратор более компактным.

Давление в диффузоре передается через тонкое отверстие выше оси поршня, и диаметр этого отверстия имеет большое значение для чувствительности карбюратора. При установившихся условиях движения диаметр этого отверстия не играет большой роли. В переходных условиях увеличение диаметра отверстия повышает чувствительность поршня, а уменьшение диаметра приводит к снижению скорости перемещения поршня. В этом случае отверстие играет роль демпфера. Таким образом, диаметр отверстия подбирается таким, чтобы поршень обладал достаточной чувствительностью, но не совершал колебаний.

Несмотря на то, что эти карбюраторы обладают саморегулирующей способностью, они не способны к саморегуляции при значительных колебаниях. Иными словами, если бы физическое поднимать поршень над положением равновесия, это приводит к обогащению смеси (инбооратор). При открытии дроссельной заслонки поршень должен максимально быстро отреагировать на изменение смеси. Однако при слишком быстрой перемещении поршня может наступить момент, когда топливо не будет успевать за изменением расхода

воздуха, и карбюратор будет иметь недостаток, который карбюратором со скользящим дросселем. В этом случае требуется уменьшение вентиляционного отверстия поршня.

Кроме того, поршень, хотя и изготовлен из легкого материала, обладает определенной инерцией. Если он начнет перемещаться слишком быстро, он не остановится в положении равновесия, а пролетит его. При этом игла также поднимается слишком высоко, что приводит к переобогащению рабочей смеси при малой скорости воздуха. Обычно при ускорении требуются некоторые переобогащения рабочей смеси, так что этот недостаток не так уж страшен. Не выходя из области переобогащения смеси, можно повысить поршень на слишком высоко (при большом диаметре отверстия), комбинация переобогащения и плохо перемещаемой рабочей смеси приводит к снижению чувствительности двигателя.

Этот недостаток проявляется и при обратном перемещении заслонки. Если водитель слишком быстро закрывает заслонку (и не до конца), при слишком большой чувствительности поршень опускается слишком быстро. В этом момент большой беды, поскольку, если водитель закрывает заслонку, он снижает скорость, мотоцикла, а обогащение рабочей смеси способствует этой цели. Однако, при движении по извилистой дороге, когда водитель постоянно открывает и закрывает заслонку, избыточное перемещение поршня будет приводить к снижению чувствительности двигателя и запаздыванию реакции двигателя на действия водителя. Кроме того, это приводит к снижению топливной экономичности двигателя.

Иногда двигатель сам вызывает перебои в работе карбюратора. Стандартные требования должны обладать возможностью главного изменения мощности и достаточной простотой. Однако если от мотоцикла требуется максимальная мощность, это достигается за счет уменьшения диаметра отверстия, за счет регулирования дроссельного отверстия и изменения размеров впускного и выпускного трактов. Комплекс этих мероприятий призван увеличить эффективность работы двигателя при высокой частоте вращения (при четырехтактном двигателе частота вращения шкива 8000 об/мин). Но при этом в диапазоне скоростей 4000–5000 об/мин двигатель работает неэффективно и требует большого момента инерции для запуска двигателя. Поэтому карбюратор и регулировка переобогащения смеси, что требует большого опыта и терпения.

Дальнейшая доработка (например, изменение размеров впускной системы, размеров воздушного коллектора, изменение сопротивления воздушного потока) может вместо уменьшения провала привести к обратному результату. В зоне неэффективной работы двигателя происходит провалы выхлопных газов через

впускные каналы, поскольку они открыты в течение слишком длительного периода. Если в этот момент открыть дроссельную заслонку, двигатель не успеет открыться, и выхлопные газы, разбавленные выхлопными газами, не даст требуемой мощности и двигателя тут же замедлится. Движение мотоцикла в этой зоне будет неустойчивым, а в двигателе будут наблюдаться перебои зажигания, а также холостый по впускному коллектору. Карбюраторы с большим диаметром отверстия в поршне реагируют на эти пульсации. Поршень может выйти в режим автоколебаний, причем его колебания могут даже вызвать автоколебания поршня. Режим автоколебаний можно устранить, уменьшая диаметр отверстия в поршне. Но при этом замедлится реакция карбюратора. Возможно, что поршень будет полностью подниматься в режиме легкой отдачи заслонки, при этом максимальной мощности двигателя останется недостаточным.

4 Комплекты жиклеров

В комплектах жиклеров для форсирования мощности двигателя и уменьшения сопротивления воздушных фильтров часто имеют новые иглы и вверху для увеличения диаметра отверстия поршня. Здесь возникает две потенциальные проблемы.

Во-первых, увеличение диаметра отверстия приводит к проблеме, описанной выше, особенно в том случае, если модернизация затрагивает средние режимы работы двигателя. Во-вторых, материал новой иглы может быть несовместим с жиклером. При нормальном режиме эксплуатации это может привести к осуждению, что может быть допустимым, если новый жиклер можно заменить. Но в некоторых карбюраторах это сделать невозможно. Модернизация заслонки в корпус карбюратора и извлечь его без поломки корпуса проблематично, к тому же и в запчасти он может поставляться только в составе карбюратора.

Если эти проблемы возникают одновременно, жиклер за несколько сотен километров достигнет критического значения, что потребует переоборудования, что потребует затрат. Из этого можно сделать вывод, что (а) следует избегать модернизации жиклеров, которые могут перебои зажигания, (б) уменьшать диаметр отверстия в поршне следует только в случае необходимости, и не потому, что в комплект входит сверху и (в) изначально необходимо изучить возможность замены жиклера для работы в легкой. Для многих мотоциклов возможна установка жиклеров не стено с одной крышкой воздушной камеры. При этом карбюраторы можно наблюдать их работу при различных частотах вращения двигателя и различных положениях дроссельной заслонки.

Теперь у нас есть полностью работоспособный карбюратор, который может успешно работать в широком диапазоне условий эксплуатации. Такой карбюратор может обеспечивать двигатель мощностью до 40 л.с. или до 150 л.с. на литр при частоте вращения от 1500 до 12000 об/мин. Он

способен поддерживать все режимы загрузки двигателя и скорости движения, а также обеспечить плавное изменение работы двигателя при любом положении дроссельной заслонки. Карбюратор обеспечивает устойчивую работу двигателя на холстом ходу и пуск холодного и горячего

двигателя. Все, что нужно карбюратору, это подать ему свежий воздух, повысить температуру и подогреть трос управления дроссельной заслонкой. И сегодня, начиная с середины 90-х годов, все большее число мотоциклов оборудуются системой впрыска топлива по помощи форсунок.

Глава 5 Впрыск топлива: теория

Содержание

Введение	1	Компоненты системы	5
Ранние конструкции	2	Дальнейшее развитие	6
Типичные системы	3	Тонкий	7
Применения на мотоциклах	4		

1 Введение

Долгое время системы впрыска топлива оставались альтернативой карбюратору. Как это часто бывает с изобретениями, если Вы хорошо почитаете в документах, то скорее всего найдете что-нибудь подобное в материалах 90-х годов прошлого столетия или даже в более старых. Действительно, системы впрыска появились до изобретения карбюратора с диффузором, а именно в 1898 году, когда фирма Gasmotorenfabrik Ditzel начала производство насосов для топливных форсунок. Широкое распространение системы впрыска топлива получили к 1940 году, фирма Messerschmitt установила эти системы на самолеты BR103, что дало им самолетам преимущество по сравнению с Heinkel Heinkel и Supermarine Spitfire, на которых устанавливался 12-цилиндровый V-образный карбюраторный двигатель Rolls Royce Merlin.

Самолеты Messerschmitt были способны мгновенно переходить в режим из горизонтального полета, тогда как карбюраторные двигатели этой маневр вызвали перебои зажигания, связанные с переобогачением рабочей смеси (из-за нарушения уровня топлива в поплавковой камере). Чтобы избежать этого, пилоты были вынуждены снижать высоту самолета, не допуская наступления неустойчивости в моторном отсеке.

Из этого примера видно основное преимущество систем впрыска. Вы берете заранее определенное количество топлива и подаете его в каждый цилиндр независимо от внешних условий. Карбюратор же готовит рабочую смесь, состав которой зависит от внешних условий, хотя и делает это автоматически. В этом проявляется недостаток систем впрыска. Хотя эти системы и способны изменять подачу топлива в зависимости от условий работы двигателя, они не могут сделать это автоматически, и им требуется очень сложная система управления. После Второй Мировой войны сложность системы управления форсунками была основным сдерживающим фактором. Такие системы устанавливались лишь на отдель-

ных гоночных мотоциклах, самолетах и в танках с дизельными двигателями (этот двигатель изобретен Рудольфом Дизелем, 1858-1913. Он впервые использовал принцип воспламенения от сжатия в 1897 году). Дизельные двигатели несомненно были первыми двигателями с системой впрыска топлива. Следует отметить, что дизельное топливо обладает как горючестью, так и смазочными свойствами, а в то время как свойства бензина лишь условно решают проблему впрыска.

Топливные форсунки подают топливо под высоким давлением в цилиндры двигателя (прямой впрыск) или во впускной коллектор или в предкамеру (непрямой впрыск или впрыск под низким давлением). В дизельных двигателях поток воздуха не ограничивается дросселем, а мощность двигателя регулируется

только расходом топлива. Загрузка дизеля изменяется расходом топлива: от низкой (бедной смеси) до максимальной (богатой смеси), но ограниченный расход топлива в зависимости от расхода воздуха. Это также означает, что в дизеле нет дроссельной заслонки, поэтому нет потерь напора воздуха при частичной загрузке двигателя. Это делает дизельные двигатели более экономичными при движении с постоянной скоростью. Воспламенение топлива в дизеле происходит за счет сжатия, во время которого происходит повышение давления и темпера-

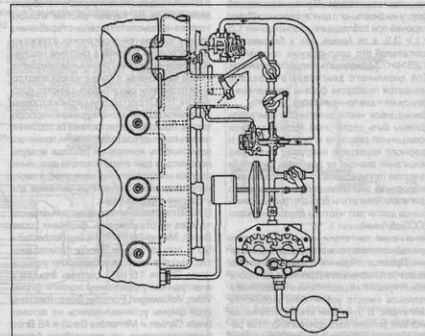


Рис. 5.1. В 1934 году Ed Winfield запатентовал систему впрыска топлива с механическим управлением. Шпательный насос подает топливо под давлением в общую магистраль, а давление зависит от положения дроссельной заслонки, разрежения во впускном коллекторе и температуры двигателя.

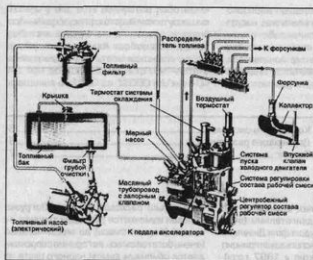


Рис. 5.2. В 1958 году фирма Mercedes установила систему подачи топлива непрямого впрыска топлива на автомобиле 220SE

туры до той точки, когда топливо самоиспаривается. Высокая степень сжатия и скорость сгорания топлива приводят к повышению теплового КПД дизеля. Поскольку двигатель подают избыточное количество воздуха, это приводит к более полному сгоранию топлива, чем у бензиновых двигателей, причем нет необходимости в тщательном перемешивании воздуха и топлива, как это требуется в двигателях с искровым зажиганием. В районе топливной форсунки дизельного двигателя будет горочкой при соотношении $1,5 > 1 > 0,3$, в то время, как у бензиновых двигателей это соотношение составляет $1,25 > 0,7$ во время обкатки двигателя. Движущие части дизельного двигателя должны быть достаточно прочными из-за повышенной скорости сгорания топлива и ударного характера нагрузок. Задержка зажигания зависит от давления сжатия (и качества топлива) и оба эти фактора снижают скорость движения поршня дизельного двигателя (двигатели больших грузовых автомобилей достигают частоты вращения около 2000 об/мин).

Бензиновые двигатели не могут работать при избытке воздуха или в условиях детонации. Процесс сгорания в этих двигателях может быть настолько эффективным, что это может привести к распространению поршней и клапанов. Вместо увеличения мощности двигателя. В этих двигателях топливная система должна поддерживать состав рабочей смеси на безопасном уровне, а также обеспечивать тщательное перемешивание воздуха с топливом. Для этого требуется время, которое может не хватать, особенно при высокой частоте вращения двигателя (частота вращения двигателя некоторых

моторов достигает 15000 об/мин). Недостаточно впрыснуть топливо в цилиндр двигателя под высоким давлением, его сначала нужно равномерно перемешать со всем объемом воздуха.

2 Ранние конструкции

Сложность изготовления топливных насосов и механических систем управления обусловила развитие первых систем впрыска топлива на самолетах (в связи с необходимостью подачи топлива при перегрузках, а также из-за возгорания топлива в системе наддува воздуха) и на дорожных грузовых автомобилях. Новые материалы, а также использование электроники позволили решить задачу обеспечения подачи топлива в систему наддува воздуха (и на дорожных грузовых автомобилях). Поскольку электроника (и особенно память компьютера) позволила повысить возможность измерения расхода воздуха, параметры двигателя (частота вращения, положение дроссельной заслонки), а также использование электронных сигналов для управления форсунками.

В 1959 году механические системы впрыска топлива изготавливали фирмы Lucas, Bosch, Marcel Schöller, Hölzer, Rochester и SU и только фирма Bendix производила системы впрыска с электрическим управлением. Остаток 15 лет системы впрыска с электронным управлением освоили фирмы Volvo, Volkswagen, Porsche, Bosch (системы этой фирмы устанавливались на автомобили Citroën и Mercedes-Benz) и AE Brico (устанавливались на автомобиле Aston Martin).

С 1973 года фирма Bosch производит системы впрыска Jetronic с механическим управлением и систему впрыска L-Jetronic с электронным управлением, а с 1979 года



Рис. 5.3. В системе Bendix с электрическим управлением топливный трубопровод находится под постоянным давлением, а расход топлива определяется длительностью впрыска

впрыскивает систему Motronic с управлением микропроцессором, который управляет также и системой зажигания. Системы Bosch нашли наиболее широкое распространение на мотоциклах, поскольку первые системы впрыска устанавливались на мотоциклах немецкого производства.

3 Типичные системы

Наибольшее распространение получили системы с прямым впрыском топлива, в которых форсунки устанавливаются позади впускных клапанов. Такое расположение форсунок повышает приемистость двигателя на частичных нагрузках и улучшает топливную экономичность. При полной нагрузке желательно отодвигать форсунки от впускных клапанов назад, поскольку при этом увеличивается время для смешивания топлива с воздухом (например, в гоночном автомобиле Yamaha OW02-R7 форсунки 17 форсунок установлены в 1953 году в топливной камере перед распределительным клапаном).

Системы с распределенным впрыском топлива оборудованы одной (или более)



Рис. 5.4. Этот двигатель BMW с системой впрыска топлива в 1953 году был установлен на мотоцикле TT, а в 1954 году на мотоцикле Hockenheim

Типичные системы мотоциклов

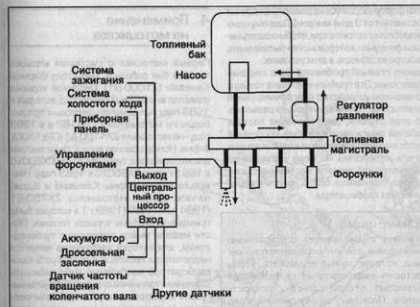


Рис. 5.5. Все современные системы состоят из однотипных компонентов. Насос подают топливо под давлением в топливную рамку, к которой подсоединены все форсунки. Давление поддерживается постоянным при помощи регулятора давления, а излишки топлива сливаются обратно в топливный бак. Цикловый подача топлива определяется временем, в течение которого форсунка открыта. Центральный процессор определяет это время на основании показаний датчиков (в основном, датчика частоты вращения двигателя и датчика положения дроссельной заслонки) и подают сигнал на электромагнитный клапан форсунки. Центральный процессор выдает также и другие сигналы — обычно он управляет углом опережения зажигания, а также длительностью зажигания и выдает сигналы на нижний триггерный диод (тахометр и лампу предупреждения). Кроме того, центральный процессор способен управлять системой холостого хода (путем изменения расхода воздуха через перепускной клапан при уменьшении угла открытия дроссельной заслонки или путем изменения угла опережения зажигания).

форсункой для каждого цилиндра. В мотоциклах эти системы обычно реализованы в виде отдельных корпусов дроссельных заслонок для каждого цилиндра, в то время как в автомобилях эти системы имеют одну дроссельную заслонку, впускной коллектор

разделяется на отдельные коллекторы (иногда эти коллекторы соединены попарно с резонаторами и имеют такие размеры, которые позволяют двигателю работать в условиях резонанса в рабочем диапазоне скоростей). Альтернативная система — это

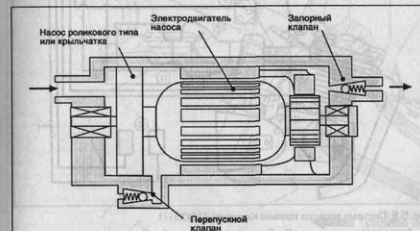


Рис. 5.7. Насосы обычно погружены в топливо и для прокачивания топлива имеют рабочий орган ролкового типа или в виде крыльчатки (а иногда в виде комбинации обоих)

Типичные системы мотоциклов

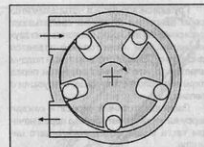


Рис. 5.6. Принцип действия топливного насоса ролкового типа

системе с центральным впрыском топлива (при этом имеется одна дроссельная заслонка и одна форсунка, обычно совмещенная с этой заслонкой в одном корпусе, и подающая топливо к цилиндрам двигателя через впускной коллектор). Такие системы не устанавливаются на мотоциклах. Системы, в которых перед каждым цилиндром устанавливается индивидуальная форсунка, подразделяются на следующие типы.

Симметричный впрыск — все форсунки работают одновременно. Обычно топливо подается в виде серии из двух впрысков. Такая подача топлива более предпочтительна, поскольку во время одного впрыска впускной клапан закрыт (для четырехцилиндрового рядного двигателя), однако, во время второго впрыска клапан какого-либо цилиндра может быть открыт (что нежелательно, поскольку в это время воздух подается в цилиндр и топливо хуже перемешивается с воздухом).

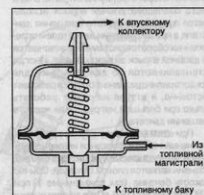


Рис. 5.8. Регулятор давления представляет собой герметичный блок, в котором конусный клапан прижимается к седлу при помощи пружины и давления во впускном коллекторе. Если давление топлива в топливной магистрали превышает предельное значение, клапан поднимается и топливо нечет сливаться обратно в топливный бак до тех пор, пока давление не снизится и клапан не закроется. Таким образом, давление топлива поддерживается на определенном уровне выше давления воздуха перед форсункой

Групповой впрыск – в четырехцилиндровом двигателе форсунки срабатывают одновременно для групп, состоящих из двух цилиндров. При этом топливо подается однократно. Преимуществом такой подачи является то, что топливо подается перед открытием соответствующего впускного клапана.

Последовательный впрыск – каждая форсунка впрыскивает топливо перед началом такта впуска соответствующего цилиндра.

Из этих систем только система с последовательным впрыском топлива обеспечивает наиболее полный контроль над подачей топлива, особенно при малых скоростях и загрузке двигателя, то есть в наиболее тяжелых условиях с точки зрения содержания вредных веществ в выхлопных газах. С другой стороны, эта система требует и более сложного управления. Системы с синхронным впрыском наиболее просты и при высоких скоростях и нагрузках показывают вполне удовлетворительные результаты. Системы с групповым впрыском занимают промежуточное положение. По мере повышения мощности двигателя время открытого состояния форсунок увеличивается до тех пор, пока форсунки оказываются постоянно открытыми, что и накладывает ограничение на применение этой системы. По мере увеличения времени открытия состояния форсунок различия между системами с синхронным и последовательным впрыском топлива уменьшаются.

Система впрыска топлива поддерживает постоянство давления, поэтому расход топлива определяется только временем, в течение которого форсунка открыта. Очень часто последовательный впрыск используется при низкой частоте вращения двигателя, в при достижении двигателем определенных оборотов система переключается на двойной впрыск за каждый цикл. Иногда устанавливаются по две форсунки для каждого цилиндра. Две форсунки работают постоянно, а вторая начинает работать только при большой нагрузке или частоте вращения двигателя.

При этом возникает другая проблема. Топливный насос и форсунки имеют движущиеся детали, которые нуждаются в смазке, в бензине является плохой смазкой. Обычно вязкость бензина (см. примечание 1) при 20°C составляет 0,66 сСт, в то время как у дизельного топлива вязкость равна 2...3 сСт, у моторного масла SAE30 – 100 сСт, а у воды 1,17 сСт (при 18°C). Кроме того, до недавних пор в составе дизельного топлива было самое высокое содержание соединений серы (сера является очень хорошим смазочным материалом) – около 0,5%, в то время как у нейтрализованного бензина оно достигало лишь 0,1%, а ныне составляет 0,03%. Легковоспламеняемые жидкости (такие, как бензин) склонны к образованию отложений в виде смолы и лака, которые могут привести к закупориванию тонких отвер-

стий форсунок (допуски на диаметр форсунок составляет от 3 до 4 микрон). Поэтому одна из проблем состоит в том, чтобы создать насос и форсунки, которые могли бы сохранить работоспособность в этих условиях. Однако главной проблемой были системы управления. Эта проблема решалась только с появлением устройств с программируемой памятью. Как только электроника развилась до этой ступени, регулирование состава рабочей смеси перестало быть проблемой (проблемой оставались только выхлопные газы эти устройства). По мере увеличения компьютерной памяти системы впрыска топлива становятся более предпочтительными, чем карбюраторы.

Примечание 1

Вязкость характеризует консистенцию жидкости и обычно определяется *каждой*, которую нужно приложить, чтобы заставить жидкость течь с *определенной* скоростью, *т.е.* сила сдвига / скорость сдвига. Поскольку движущиеся детали разделены только тонкой жидкостью, вязкость является критическим фактором способности жидкости. Кинематическая вязкость (обычно измеряется в сСт = 1 см² / с) является отношением абсолютной вязкости к плотности жидкости.

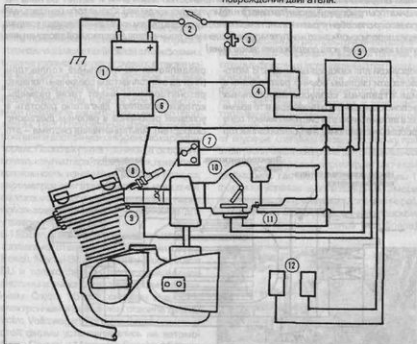


Рис. 5.9. Система впрыска топлива Kawasaki Z1000-H1

- | | | |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1 Аккумулятор | 6 Топливный насос | 7 Датчик температуры двигателя |
| 2 Выключатель зажигания | 7 Выключатель дроссельной заслонки | 10 Датчик расхода воздуха |
| 3 Реле | 8 Топливная форсунка | 11 Датчик температуры воздуха |
| 4 Аналоговый процессор | 9 Топливная форсунка | 12 Клапан зажигания |

ТОПИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

4 Применение на мотоциклах

Первый мотоцикл с системой впрыска топлива был собран в 1980 году фирмой Kawasaki (Z1000-H1). Системой впрыска управляет аналоговый процессор, который в 1982 году был заменен цифровым процессором на мотоциклах Z1000-B2 и в 1983 году на мотоцикле Z1000-A1 (GPz1000). Фирма Honda освоила выпуск таких систем для мотоциклов с турбомотором CX500TC в 1981 году и CX650TC в 1983 году. Несколько позже фирмы Kawasaki и Suzuki начали выпуск мотоциклов ZX750-E1 (1984 г.) и XN95 (1983 г.), в которых были применены системы впрыска топлива. Обе эти модели имели двигатели с турбонаддувом, для которых карбюратор является недостатком, поскольку в случае установки карбюратора необходимо либо повышать давление в топливной системе, либо устанавливать карбюратор перед турбокомпрессором (в этом случае очень повышается опасность возгорания при прохождении горючей смеси через турбокомпрессор). Кроме того, управляемая электроникой система впрыска способна отслеживать и другие опасные ситуации, в частности возникновение детонации, и немедленно изменять состав рабочей смеси или угол опережения зажигания, уменьшая риск повреждения двигателя.

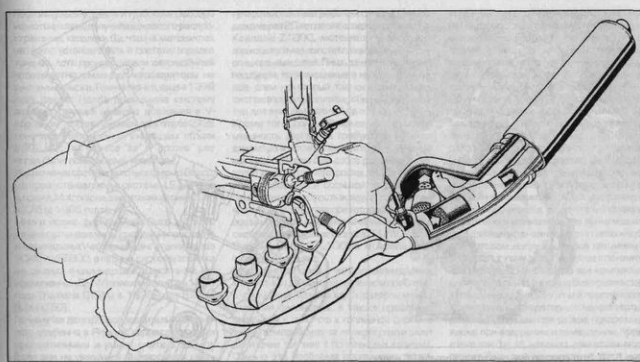


Рис. 5.10. Система впрыска Bosch устанавливалась на мотоциклах BMW с трех- и четырехцилиндровыми двигателями. В выхлопной трубе установлен каталитический нейтрализатор с датчиком кислорода

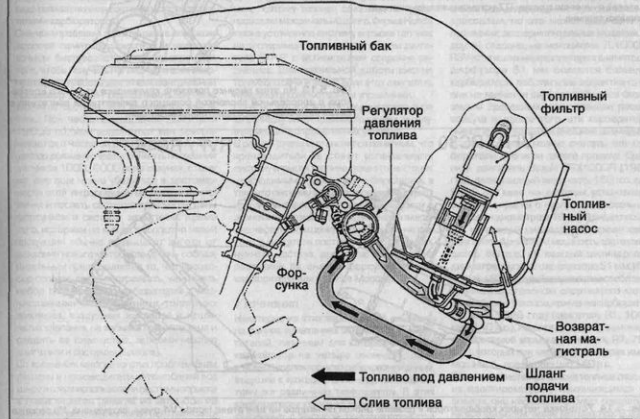


Рис. 5.11. Система впрыска топлива Suzuki GSX-R750W

ТОПИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

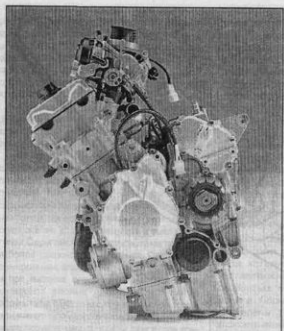


Рис. 5.12. Этот компактный двигатель Yamaha R6 иллюстрирует преимущества системы впрыска топлива, поскольку размещение карбюратора на таком двигателе очень затруднено. В сериях R1/R6 устанавливались карбюраторы (на максимально возможном удалении от двигателя), а начиная с серии R7 устанавливались системы впрыска топлива

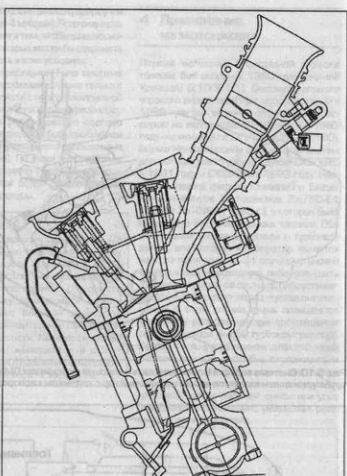


Рис. 5.13. На этом рисунке показана компоновка впускного коллектора с дроссельной заслонкой большого диаметра на двигателе с двумя верхними распределительными валами

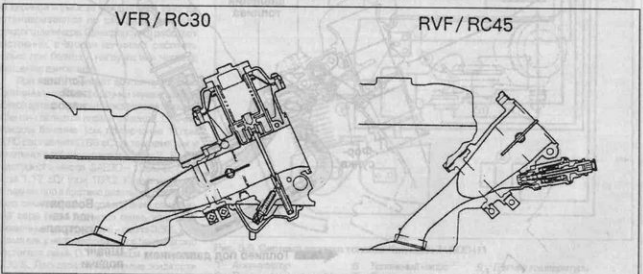


Рис. 5.14. Установка четырех карбюраторов в развале блоков цилиндров на двигателе Honda V4 очень затруднена. Из рисунка видно, что установка системы впрыска топлива позволит сделать дроссельную заслонку большего диаметра, в впускной коллектор более прямым

Воспользуемся данными широкого распространения, казалось бы, что на мотоциклах не нужно устанавливать систему впрыска топлива. Однако, если мы рассмотрим в совокупности заманчиво карбюраторы на системах впрыска. Тем не менее, еще в 1968 году фирма Honda применила систему впрыска топлива на мотоцикле с объемом 230 см³ и 4-цилиндровым двигателем 2736 см³ гоночного автомобиля, имевшем объем 2992 см³, так что все "за" и "против" уже тогда были, по-видимому, известны.

В настоящее время на мотоциклах, которые устанавливаются системами LE, Bosch, и Motronic, и Motronic на двигателях серии K100 и K75 (с 1985 года).

Многие позже фирмы Moto Guzzi и Ducati также установили системы впрыска. 4-цилиндровые V-образные двигатели Honda RC45 и VF800, в первом случае впрыска на редких 4-цилиндровых двигателях (за исключением Honda) появились лишь в 1993 году (модель GTS) и в 1998 году (Super Honda RS750).

Почему так долго? Производители мотоциклов, особенно в Японии, являются людьми прагматичными и умеют считать деньги. Если они не уверены в неоспоримых преимуществах систем впрыска топлива, они не будут ничего предпринимать, разве что возникнут какие-либо проблемы в конструкции мотоцикла (кроме того, многие производители заключили контракты с производителями карбюраторов).

Сначала проблема заключалась в слишком дорогой памяти компьютера и недостаточно быстрой работе процессора. Для того, чтобы получить наглядную и достоверную картину работы двигателя, центральный процессор должен обрабатывать сигналы датчиков быстрее, чем вращается двигатель. При частоте вращения двигателя 12000 об/мин колесчатый вал поворачи-

чивается с частотой 200 Гц. При этом процессор должен успевать снимать показания датчиков 1000...2000 раз в секунду, к тому же ему еще нужно убедиться в достоверности этой информации, выполнить вычисления и послать соответствующие сигналы форсункам и системе зажигания. Кроме того, издержки на выпуск абсолютно новой продукции обычно превышают выгоду от создания нового мотоцикла (очень соблазнительным представляется то, что процессор гораздо легче настраивать, чем иметь

гупировка состав рабочей смеси). Однако даже через 20 лет после создания двигателя Kawasaki Z1000, мотоциклы с системой впрыска топлива изготавливались только для специальных целей. Лишь двигатели с турбонаддувом, производимые в начале 80-х годов, дали некоторый толчок производству систем впрыска, поскольку обычно карбюратор для этих двигателей не подходит.

Кроме того, большой объем и возросшая мощность двигателя требуют увеличения диаметра впускного коллектора, в то время как карбюраторы большого размера очень плохо поддаются настройке, особенно при низких оборотах и большой нагрузке двигателя, так как скорость воздуха падает ниже критической отметки, при которой возможен подъем топлива и его распыление. Установок систем впрыска на мотоциклах BMW, Guzzi, Ducati, Suzuki TL1000s и Aprilia RSV подтверждает это.

В моторах Honda с четырехцилиндровым V-образным двигателем с-килловым блоком цилиндров картеры коренных и промежуточных подшипников коленчатого вала выполнены в виде единого литого блока. В этом случае картер имеет форму, близкую к септер раз, и имеет заливочные отверстия в полостях камер. Обычно эта проблема переводится, после того, как двигатель переходил на холостой ход после длительного езды с высокой скоростью. В этих условиях тепловыделение двигателя максимально, в расходе топлива и масла. В результате в картере происходит процесс окисления масла. Фирма Honda также установила систему впуска воздуха на экспериментальном двухтактном двигателе EXP с активацией сгорания редуктора. Для правильной работы системы тепловыделение и закипание топлива в картере происходит в результате перегрева. В результате в картере происходит процесс окисления масла. Фирма Honda также установила систему впуска воздуха на экспериментальном двухтактном двигателе EXP с активацией сгорания редуктора. Для правильной работы системы тепловыделение и закипание топлива в картере происходит в результате перегрева. В результате в картере происходит процесс окисления масла.

В равной степени становится понятным, что производители не станут устанавливать системы впрыска топлива, пока это не станет необходимым. Годами мы заблуждались в том, что системы впрыска топлива обладают преимуществами: повышение мощности и экономичности двигателя, плавное изменение частоты вращения. Конечно, это не так. Если в двигатель поступает рабочая смесь нужного состава, двигателю безразлично, поступила ли она из форсунок или из карбюратора или из Двда Мороза.

Уточнения

Некоторые из этих заблуждений основаны на ранних испытаниях автомобильных двигателей, типичным для которых был один карбюратор на четыре цилиндра, один впускной коллектор и патрубки разной длины, ведущие к каждому цилиндру, имеющие к тому же различную температуру. В этих карбюраторах также возникали проблемы, связанные с высокой температурой подкапотного автомобиля, а также проблемы,

связанные с изменением уровня топлива в поплавковой камере при торможении и резких поворотах. При желании эти проблемы можно было бы устранить (так нас уверяют специалисты). Установка топливных форсунок вместо карбюратора в этих условиях, конечно, имела ошеломляющий успех.

Однако, если сравнить форсуны с высокоточными карбюраторами мотоциклов конца 80-х годов, преимуществ форсунок будет больше, чем недостатков. Мысль о том, что в 1989 году карбюраторы мотоциклов достигли своего совершенства, ошибочна. Дальнейшее развитие двигателей требует срочных усовершенствований впускных коллекторов при увеличении их диаметра. А также развитие мотоциклов ведет к тому, что их конструкция становится все меньше, причем диаметр впускных коллекторов увеличивается, при этом нагрузка на них оптимизация. Это ведет к тому, что диффузор становится все короче, а карбюратор все более компактен для того, чтобы его можно было разместить в отведенном для двигателя пространстве. Кроме того, карбюратор должен оставаться работоспособным при резких поворотах, а также при сильном нагреве двигателя, вращающегося на 10, и, наконец, двигателя мотоциклов большой мощности требуют установки карбюраторов с диаметром диффузора свыше 38–40 мм, что является пределом для эффективных карбюраторов. Вирвел Mikuni и Kevin создали карбюраторы с новым расходом, но они не могут быть одними из последних экспериментальных моделей. С другой стороны, на мотоциклах TL1000 и RSV устанавливаются карбюраторы с диаметром диффузора 51 мм (имеются большие карбюраторы, работающие эффективно, но они не являются карбюраторами по своему устройству). Если же рассмотреть поток воздуха и, кроме того, эти карбюраторы имеют очень большие энтальпии расхода.

к эти условия можно считать, что карбюратор достигли своего предела. Сравните, например, Suzuki GSXK300R (1989 года выпуска) мощностью 150 л.с. при 9000 об./мин., чей диаметр впускного клапана с корпусом дроссельной заслонки диаметром 46 мм. Это дает 38 л/с на каждый цилиндр, а то время как у двигателя Aprilia FSV мощность составляет 170 л.с. при 10000 об./мин. Диаметр впускного клапана всего 51 мм. Honda Yamaha R7, который является тоже самым признано эталоном спортивного мотоцикла Фирмы Yamaha, применяет карбюраторы 40 мм в 1998 году (двигатель R7, 1000 см³) и 42 мм в 1999 году (двигатель R7, 750 см³). Его система впрыска (двигатель R7, 1000 см³), который при меньших размерах имел мощность, превышающую 140 л.с.

Поскольку система впрыска топлива способна адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации, она имеет преимущество перед тем же самым числом мотоцикла. В дальнейшем по мере развития электроники

Типы форсунок

Воспользуемся принципом различия типов, которые отличаются способом подава топлива и конструкцией. В форсунках всех типов электромеханический клапан нагнетает топливо, которое поднимает центральную иглу, преодолевая сопротивление пружины. Движение иглы обычно составляет 60...100 мкм. Это перемещение характеризует чувствительность форсунки к износу и загрязнению.

Когда клапанчик иглы приподнимается со своего седла, топливо под давлением начинает вытекать через отверстие форсунки, задача которой является подача точно отмеренной порции топлива в его распылитель для смешивания с потоком воздуха. Форсунка с кольцевым типом наконечника имеет цилиндрическое отверстие, а клапан (иногда называемый шпилькой) находится внутри отверстия. Кончик шпильки имеет специальное расширение, которое развешивает топливо на мелкие частицы. В других типах форсунок топливо разбрызгивается или

диск через одно или несколько отверстий, или форсунка открывается два раза за один цикл (обычно так работают форсунки, установленные в головки четырехцилиндрового двигателя и распыляющие топливо непосредственно на впускные клапаны). Расширение струи топлива позволяет ввести больше топлива в поток воздуха, однако, это может привести к образованию некоторого количества топлива на стенках впускного коллектора (часть этого топлива позже может испариться и попасть в цилиндры двигателя, а молекулы влаги соберутся на дне коллектора).

Другой тип форсунки называется "с воздушным зарядом". В этой конструкции часть воздуха из корпуса дроссельной заслонки отводится в калиброванное отверстие диска форсунки, где смешивается с топливом, образуя распыленную струю. Функция этих форсунок зависит от конструкции впускного тракта и направления потока, чтобы обеспечить нужный перепад давлений между воздушной

струей и наконечником форсунки. Эти форсунки обеспечивают наилучшую работу двигателя на частичных нагрузках. Подача топлива в форсунку может быть "верной" или "неверной". Верония подача осуществляется через завихритель, уплотненный кольцом, подосаженный к топливной рампе. Производители этой подачи являются те, что форсунка может быть установлена на некотором удалении от топливной рампы, а впускное отверстие форсунки расположено внутри топливной рампы и погружено в топливо. Эта конструкция позволяет уменьшить размеры топливной системы и повысить эффективность двигателя. Эта подача применяется в том случае, если форсунка устанавливается не в корпусе дроссельной заслонки, а впускное топливо непосредственно во входе в дроссельный цилиндр. Время срабатывания для форсунки Bosch составляет 1,5...4 В мс при частоте управления 60...125 Гц (в зависимости от типа форсунки и условий работы двигателя).

уменьшения размеров блоков управления), системы впрыска появятся даже на самых скромных моделях, которые сегодня работают с компьютерами. На это ставим расчеты будут точны, в которой пути производители двигателей разойдутся: некоторые производители будут продолжать выпуск недорогих моторов с карбюраторами, а другие перейдут на выпуск моторов с системами впрыска топлива. При некоторых условиях этот процесс может быть ускорен (например, при ужесточении законов о защите окружающей среды).

5 Компоненты систем впрыска

Принципиально системы впрыска не изменились, начиная с ранних версий (начиная с 80-х годов). Они состоят из топливного насоса, обычно расположенного в топливном баке, который поддерживает давление топлива в системе на уровне 3...4 атм и обеспечивает питание всех форсунок на топливной рампе. На колы топливной рампы расположены регулятор давления, который при закрытии дроссельной заслонки поддерживает излившийся топливо обратно в бак. Топливная рампа должна иметь определенную длину для того, чтобы открытие форсунки не приводило к заметному падению давления в топливной системе.

Форсунки дроссельной заслонки имеют цилиндрические трубки-отводы. В форсунке имеются игольчатый клапан, прижимаемый пружиной к седлу. Клапан форсунки открывается при помощи электроимпульса и топливо через отверстие форсунки начинает течь во впускной тракт двигателя. Конструктивные клапаны и наконечники форсунок очень важны: они не должны изнашиваться, не должны загрязняться и покрываться отложениями.

Шпильковая форсунка GSX-300R

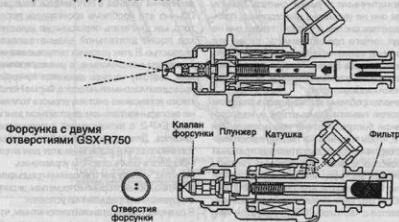


Рис. 5.15. Принципиально все форсунки представляют собой клапан с электромагнитным управлением. Различные конструктивные решения касаются только формы топливной и характеристик распыления

ниями, а также должны обеспечивать распыление топлива. Обложка распыленного топлива должна быть точно направлена и иметь достаточно широкий угол конуса для того, чтобы смешать максимальное количество топлива с воздухом и, вместе с тем, не допустить обсыхания топлива на стенках впускного коллектора. Облицовка топливной форсунки имеет коническую форму и направлена во впускной коллектор. Угол конуса подбирается таким, чтобы при попадании на клапан диаметр обложки был приблизительно равен диаметру клапана.

Расход топлива зависит от характеристик форсунки (постоянная величина) и времени открытого состояния клапана (управляется сигналом от блока электронного управления

- БЭУ). Регулятор поддерживает давление топлива на постоянном уровне, но давление воздуха внутри впускного тракта меняется в зависимости от частоты вращения двигателя и положения дроссельной заслонки. Поэтому регулятор давления обычно соединен впускным тастом и давление в топливной магистрали поддерживается на постоянном уровне относительно впускного коллектора, а не наружного воздуха. Это особенно важно для двигателя с турбодвигателем.

Расход воздуха регулируется датчиком при помощи дроссельной заслонки или другого клапана. В некоторых моделях автомобилей устанавливаются скользящие дроссели на рычагах или затворах. Затворы представляют

Топливная система мотоцикла

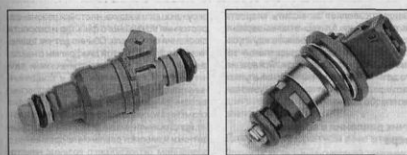


Рис. 5.16. Форсунки почти всегда устанавливаются в корпус дроссельной заслонки и в топливную магистраль и уплотняются в них резиновыми кольцами. На рисунке представлена форсунка с "верной" подачей топлива, при которой топливо поступает с противоположной стороны от наконечника

собой шарнирные скользящие валами, которые вращаются, диаметр которых соответствует диаметру дроссельной заслонки. В полностью открытом положении заслонка обеспечивает движение воздуха абсолютно без всяких перепадов. Поворот затвора на 90° полностью перекрывает дроссель. Очень эффективный в полностью открытом положении, этот клапан неэффективен при работе двигателя на частичных нагрузках. Скользящие и поворачивающиеся заслонки имеют те же преимущества и в недостатки, что и при установке в карбюраторе. Скользящие дроссели обеспечивают большой расход воздуха и более чувствительны к резонансной частоте двигателя, однако, они склонны к заклиниванию и требуют установки мощной возвратной пружины. Вращающиеся заслонки создают перепад давления для потока воздуха, однако, они позволяют упростить управление и уменьшить размеры и массу корпуса дроссельной заслонки.

Для того, чтобы форсунка открывалась на нужной скорости, во время центрального проворота необходимо знать расход воздуха за этот цикл, а также расход воздуха для следующего цикла (двигатель может работать при постоянной частоте вращения, в может ускориться или замедлиться). Кроме того, процессор должен знать, за сколько времени форсунка может открыться, за сколько времени форсунка может закрыться, а также время, которое требуется для открытия форсунки. Эти данные используются для определения времени, которое требуется для открытия форсунки, и для определения времени, которое требуется для закрытия форсунки.

Есть два основных способа сбора информации о параметрах процесса. Первый способ заключается в измерении расхода воздуха, а также наконечников дополнительных параметров. Второй способ заключается в измерении расхода воздуха, а также наконечников дополнительных параметров. Второй способ заключается в измерении расхода воздуха, а также наконечников дополнительных параметров.

Топливная система мотоцикла



Рис. 5.17. На рисунке показана форсунка с "неверной" подачей топлива. Вся корпус форсунки погружен в топливную рампу и окружен топливом, которое способствует охлаждению форсунки



Рис. 5.18. Различные формы наконечников форсунок

двигателя (хотя и не в оптимальном режиме) в случае неисправности электропривода игольчатых датчиков. Эти наконечники имеют затем корректируются новыми данными, которые БЭУ получает от датчиков, которые позволяют добиться от двигателя наибольшей эффективности. Управление по двум базовым координатам носит название "система 01".

Систему управления двигателями можно использовать для изменения режима работы двигателя в зависимости от высоты местности, степени загрязнения воздушного фильтра или от увеличения поступления воздуха, связанного с повышением скорости мотоцикла. Кроме того, БЭУ должен уметь, что датчики не только определяют высоту, в частности, при пуске, прогреве или в условиях работы двигателя в нештатных режимах, когда смесь становится чрезмерно богатой или бедной. Никто не привнес никаких изменений, хотя не все датчики устанавливаются на ту или иную модель.

Датчик частоты вращения двигателя

Индукционный датчик или датчик Холла, установленный напротив зубчатого колеса или специального обводителя, закрепленного на коленчатом валу двигателя. Посылает в БЭУ цифровой сигнал (частоту), который характеризует частоту вращения коленчатого вала. Если один из зубцов пропущен и вращение совершается без выключений, это позволяет определить количество оборотов вала, например, верную мертвую точку. Сравнение текущую частоту вращения двигателя с предыдущим значением, БЭУ определяет ускорение двигателя. Также БЭУ может посылать сигнал на лампу предостережения (смена передаточных чисел, превышение максимальных оборотов двигателя) в том случае, если частота вращения двигателя превышает установленное значение.

Датчик положения коленчатого вала

Этот сигнал посылается в БЭУ с распределительного вала (который вращается в два раза медленнее коленчатого вала) и сигнализирует о положении вала.

лизует о том, в каком такте находится двигатель (в случае четырехтактного двигателя).

Датчик положения дроссельной заслонки

Потенциометр, соединенный с осью дроссельной заслонки, посылает аналоговый сигнал (напряжение, обычно от 0,5 В при закрытой дроссельной заслонке до 3,5 В при полностью открытой заслонке). Этот сигнал пропорционален углу открытия заслонки, в его сравнение с показаниями

сигналом позволяет вычислить скорость открытия заслонки. Альтернативный вариант — установка датчика давления между воздушным коллектором (после дроссельной заслонки) и воздушным насосом. Показания этого датчика более точны при малых углах открытия заслонки, поэтому иногда устанавливаются обе датчики.

Датчик давления в воздушной камере

Это та сила, которая засасывает воздух в двигатель и которая зависит от давления

окружающего воздуха, напоясти резонанса, состояния воздушного фильтра и скорости движения мотоцикла. Обычно датчик давления состоит из толстой диафрагмы с наклеенными на нее пьезоэлектрическими датчиками или из осадочных и соединенных в виде моста. Деформация диафрагмы, вызванная изменением давления, приводит к изменению сопротивления, соответственно, напряжения на выходе моста. Некоторые датчики измеряют давление по сравнению с давлением окружающего воздуха; некоторые датчики измеряют разность давлений по обе стороны диафрагмы.

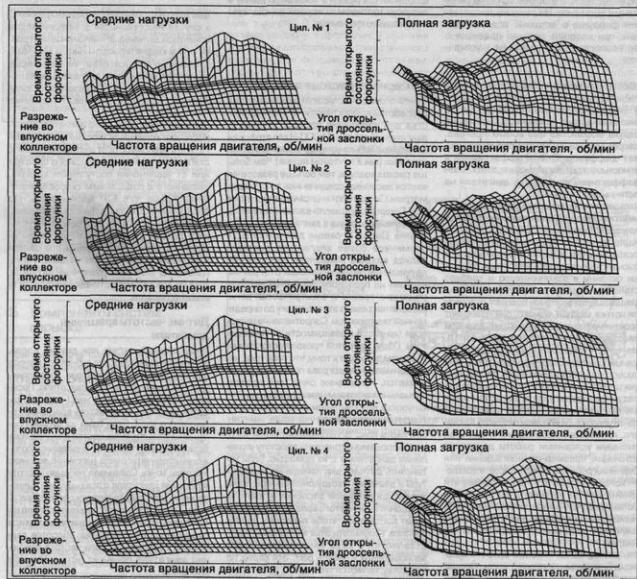


Рис. 5.19. Трехмерные карты представляют собой графические изображения данных, при помощи которых БЗУ вычисляет состав рабочей смеси. В двигателях GSX-R750W применяются по две карты для каждого цилиндра: одна карта для средних нагрузок (вычисляет состав смеси и разрежения во впускном коллекторе), а вторая карта — для полной загрузки (определяется по углу открытия дроссельной заслонки). Также имеется возможность для оптимизации подачи топлива в каждый цилиндр в зависимости от температуры и размеров впускной и выпускной систем

Топливные системы мотоциклов

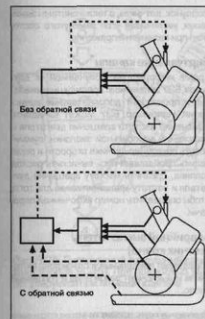


Рис. 5.20. Два способа управления

При управлении без обратной связи датчики измеряют скорость вращения двигателя и угол открытия дроссельной заслонки (и другие параметры). На основании этих данных БЗУ вычисляет расход воздуха и расход топлива и посылает сигналы форсунок. При управлении с обратной связью происходит корректировка сигнала, передаваемого форсунок, в зависимости от этих данных происходит изменение сигнала форсунок для следующего цикла. Происходит корректировка состава рабочей смеси. Управление с обратной связью позволяет поддерживать стехиометрический состав рабочей смеси (поскольку работа каталитического нейтрализатора возможна лишь в узком диапазоне состава рабочей смеси), а также управлять системой холостого хода.

Датчик температуры воздуха в воздушной камере

Обычно этот датчик объединен с датчиком давления и позволяет БЗУ вычислить плотность воздуха, поступающего в двигатель.

Датчик атмосферного давления

Вместе с показаниями датчика температуры позволяет БЗУ вычислить плотность воздуха.

Датчик температуры окружающего воздуха

Вместе с показаниями датчика давления позволяет БЗУ вычислить плотность воздуха.

Датчик давления во впускном коллекторе

Позволяет БЗУ определить превышение

Топливные системы мотоциклов

максимальных оборотов двигателя и считать подачу топлива. Также может использоваться для определения угла открытия дроссельной заслонки при малой нагрузке двигателя, а также измерять разность давлений между воздушным борником и впускным коллектором. Этот датчик используется в двигателях с наддувом для определения давления наддува.

Датчик температуры двигателя

Предупреждает БЗУ о низкой температуре двигателя, когда двигатель нуждается в обогащении рабочей смеси. В двигателях с системой впрыска топлива система пуска холодного двигателя представляет собой устройство, которое оптимизирует дроссельную заслонку для повышения оборотов двигателя. Изменение состава рабочей смеси осуществляется автоматически. Кроме того, БЗУ посылает сигнал на лампу предупреждения о превышении максимально допустимой температуры двигателя.

Датчик давления топлива

Этот датчик является частью системы самодиагностики, поскольку в случае выхода давления топлива за установленные границы, рабочая смесь станет слишком богатой или слишком бедной. Дело в том, что состав рабочей смеси определяется временем открытия положения форсунок при условии постоянного давления топлива.

Стартер

При включении стартера БЗУ получает сигнал, что двигатель внешне заглох, и обогащает рабочую смесь.

Датчик детонации

Обычно представляет собой пьезоэлектрический кристалл, в котором возникает напряжение при сжатии (автоматически работает до зажигания кристалла электрическим воспламенением). Этот датчик устанавливается снаружи на блоке цилиндров. Вибрация, вызванная детонацией, формирует сигнал, поступающий БЗУ, который уменьшает угол опережения зажигания или обогащает рабочую смесь (в некоторых моделях это может делаться для каждого цилиндра в отдельности).

Датчик кислорода (λ-зонд) — см. примечание 2

Устанавливается в системе выпуска отработавших газов и передает сигнал о выходе состава рабочей смеси за пределы стехиометрического соотношения. БЗУ корректирует состав рабочей смеси до тех пор, пока сигнал не исчезнет. Этот датчик включен в цепь обратной связи системы регулирования подачи топлива.

Датчик уровня топлива

Состоит из поплавка, соединенного с по-

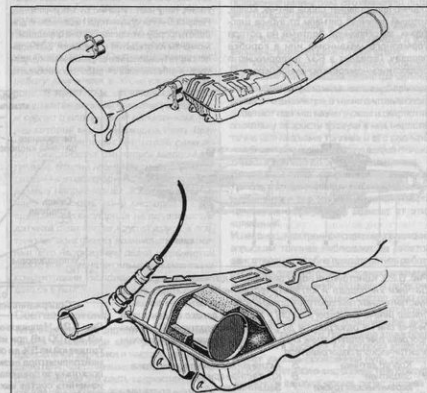


Рис. 5.21. Каталитический нейтрализатор и датчик кислорода (λ-зонд) на двухцилиндровом двигателе BMW

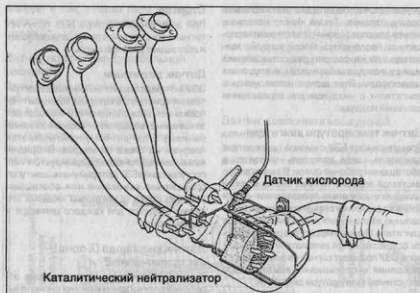


Рис. 5.22. Каталитический нейтрализатор и датчик кислорода (λ-зонд) на двигателе Yamaha GT5000

теки-мотора или нагревательным элементом, охлаждаемым топливом. Лампы предупреждения загораются, когда уровень топлива опускается ниже критической отметки.

Датчик скорости

Обычно представляет собой датчик Холла, который получает сигналы от зубьев шестерни, закрепленной болтами на роторе тормозного механизма или в коробке передач. Передает в ЭБУ информацию о скорости или мере включенной передачи.

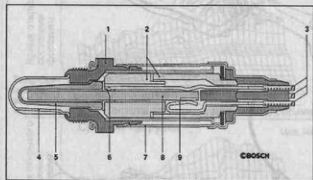


Рис. 5.23. Конструкция подогреваемого датчика кислорода. Датчик кислорода и каталитический нейтрализатор очень чувствительны к температуре и должны находиться в очень близком (иначе они перегорят) и не очень далеко от двигателя (иначе они не разогреются до рабочей температуры). Во время прогрева двигателя датчик кислорода подогревается при помощи электрического подогревателя.

1 Корпус датчика
2 Защитная керамическая трубка
3 Электрический провод
4 Защитная трубка с отверстием
5 Активная керамическая вставка
6 Контактная группа
7 Защитный кожух
8 Подогреватель
9 Пружинные контакты подогревателя

форнок, датчиков, а также системы зажигания, увеличивая угол замкнутого состояния при падении напряжения.

Виртуальные каналы

Кроме информации, получаемой от датчиков, ЭБУ запоминает предыдущие показания и производит долговременные вычисления. Например, ЭБУ может вычислить изменение частоты вращения двигателя и положения дроссельной заслонки, суммировать пройденный путь, вычислить расход топлива, сравнить частоту вращения двигателя и частоту вращения колес для того, чтобы определить номер включенной передачи.

Аварийный выключатель (датчик крена)

Определяет предельный угол наклона мотоцикла и выключает зажигание и топливную насос.

Выключатель зажигания

Имеет функцию защиты от угона. При установке ключа в замок зажигания он посылает в ЭБУ напряжение, значение которого передается в ЭБУ. Если перед включением зажигания на ЭБУ не поступит такое напряжение, то ЭБУ не включит и датчик запустить будет невозможно. Альтернативный способ — в ключах зажигания устанавливается специальный чип, который передает в ЭБУ кодированный сигнал. Оба эти метода исключают запуск двигателя при отсутствии "правильного" ключа. Эти методы применяются не только в мотоциклах с системой впрыска топлива, но

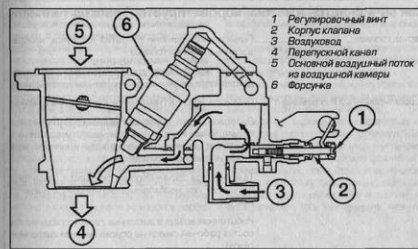


Рис. 5.25. Перепусковой воздушный канал служит для регулировки оборотов холостого хода (Honda RC45). При полностью закрытой дроссельной заслонке подача воздуха регулируется при помощи клапана

и в мотоциклах с карбюраторным двигателем и системой зажигания, управляемой цифровым процессором.

Система холостого хода

Датчик скорости и положение дроссельной заслонки определяют наступление состояния холостого хода. В ЭБУ определяется состав рабочей смеси для этого режима. Обычно холостой ход регулируется подачей воздуха через перепусковой канал в обход дроссельной заслонки. Этот режим может регулироваться аналогично регулировке карбюратора, либо система снабжается клапаном, который автоматически регулирует подачу воздуха. На основании показаний датчика частоты вращения двигателя система с обратной связью изменяет толщину воздуха, что приводит к изменению оборотов холостого хода. Другим способом регулировки является перемещаемый ограничитель дроссельной заслонки, который приводит в действие при помощи сервомотора. Вместе с показанием датчика температуры двигателя ЭБУ может изменить состав рабочей смеси во время прогрева двигателя. Система управления с обратной связью также способна изменить угол опережения зажигания в случае падения оборотов двигателя. При этом повышается крутящий момент, который приводит к увеличению оборотов двигателя.

Еще одним способом регулировки оборотов холостого хода является контроль температуры топлива, хотя этот способ и не применяется из-за сложности регулировки содержания вредных веществ в выхлопных газах. Регулировка оборотов холостого хода в мотоциклах отличается от автомобилей, поскольку потребители энергии на мотоцикле немногочисленны (фары, стоп-сигнал и т.д.). В автомобилях кроме этого необходимо контролировать включение тех или иных потребителей конди-

нер, усилитель рулевого управления, обогреватель заднего стекла и др. для того, чтобы изменить частоту вращения двигателя на холостом ходу в нужную сторону.

Преимущества

Трехкомпонентные каталитические нейтрализаторы имеют очень большую рабочую область, за пределами которой неработоспособны. Если значение λ в выхлопных газах падает ниже 0,98, резко возрастает содержание H₂ и CO. Если λ становится больше 1,01, возрастает содержание окислов азота. Система управления с обратной связью способна поддерживать работу двигателя в этом узком диапазоне. В некоторых датчиках кислорода содержится диоксид циркония, керамика и корпус с платиновым напылением, через который могут проходить газы. Датчик сконструирован так, чтобы одна из его поверхностей была покрыта водородными газами. Вторая поверхность датчика облучается в атмосферу. После того, как керамика нагреется до 300°C, она начинает пропускать ионы кислорода. Если содержание кислорода на поверхности датчика отличается друг от друга, в платиновых электродах возникает напряжение. Это напряжение резко изменяется даже при незначительном изменении концентрации кислорода, а сигнал передается в ЭБУ.

Состав системы

Типичная система состоит из записанных в память компьютера карт угла открытия дроссельной заслонки и частоты вращения двигателя (часто называемых α-картами). В дальнейшем эти карты корректируются с учетом частоты акселератора и показаний других датчиков. При возникновении неисправности в электропроводке или откла-

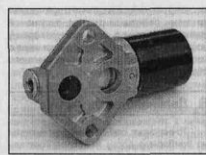


Рис. 5.26. Этот электромагнитный клапан предназначен для регулировки подачи воздуха на холостом ходу

зе какого-либо датчика, система возвращается на работу заводскими картами. Эта мера позволяет добраться до гаража или станции обслуживания в случае неисправности.

Преимущества

Кроме способности к точному управлению составом рабочей смеси, эти системы обладают рядом преимуществ по сравнению с карбюраторами. Нет подсосных камер, нет проблем с загрязнением или возникновением прогаров пробок. Топливная система работоспособна при любом угле наклона мотоцикла. Корпус дроссельной заслонки занимает меньше места, чем карбюратор, его легче установить в коротком прямом изгибе коллектора (независимо от расположения цилиндра). Это позволяет оставить больше пространства для механизма газораспределения и воздушной камеры, давая возможность для дальнейшего усовершенствования самого двигателя. Для карбюраторных двигателей большой мощности при большом диаметре цилиндра требуется почти половина карбюратора большого диаметра, а также система плохо работает при мягких нагрузках и скоростях, поскольку скорость воздуха в нем недостаточна для подъема топлива и его распыления. В системе впрыска воздух подается только до донести топливо до цилиндра двигателя. Воздушный поток колеблется во впускном тракте, поэтому состав рабочей смеси в карбюраторе все время меняется. Работе топливных форсунок не зависит от этих колебаний.

Именно электронная система управления впрыском топлива позволяет за счет работы датчика в системе предотвращать работу в опасных для двигателя условиях (превышение частоты вращения, автономный перегрев двигателя, неправильный состав рабочей смеси). В некоторых системах имеется функция самодиагностики, позволяющая выявить неисправности. Приборная доска превращается в дисплей, на котором водитель может увидеть пройденный путь, среднюю скорость, потребление топлива, температуру наружного воздуха, время, запас топлива в баке, максимальную скорость, максимальную частоту вращения двигателя и т.д. При наличии энергозависимой памяти, в

системе сохраняются данные о суммарном времени работы двигателя, топливной экономичности и т.д., давая полную картину работы двигателя, а также позволяя в必要时 проведение регламентного обслуживания.

6 Дальнейшее развитие

Точно также, как БЭУ посылает сигналы на приборную доску или ограничитель оборотов двигателя, можно посылать сигналы о наступлении некоторых режимов работы двигателя, например, при работе двигателя с определенной нагрузкой и частотой вращения. Этот сигнал может включать другое оборудование. Например, фирма Yamaha для карбюраторного двигателя RD350VPV и поздних моделей EXUP для четырехтактных двигателей) использовала датчик скорости для включения сервомотора, изменяющего геометрию впускного тракта. Фирма Suzuki включает электромагнитный клапан для управления вторым воздушным жиклером (двигатель RGV). Вот несколько примеров дополнительного оборудования.

Переменная геометрия впускного тракта

Впервые применена фирмой Yamaha на двух- и четырехтактных двигателях. В двухтактных двигателях изменяется высота отверстия в четырехтактных двигателях изменяется длина впускного тракта для обеспечения широкого диапазона впускной системы во всем диапазоне частот вращения двигателя (при постоянной геометрии колебания возникают только при определенной частоте вращения двигателя). Датчики БЭУ позволяют системе оценить наступление требуемых условий и позволить более полно использовать дополнительное оборудование (не только выключатель, который срабатывает при определенной частоте вращения двигателя).

Система рециркуляции отработавших газов

Эта система возвращает некоторое количество отработавших газов обратно во впускной коллектор. Первоначально эта система предназначена для снижения концентрации вредных веществ в выхлопных газах, особенно для дизельных двигателей, однако, испытываясь, доказано, что эта система также годится для бензиновых двигателей, снижая температуру сгорания, предотвращая детонацию и снижая потери мощности на частичных нагрузках.

Переменная геометрия впускного тракта

Так же как и для впускного тракта, геометрия впускного тракта может повлиять на величину крутящего момента на определен-

Как вычислится и затем "корректируется" расход топлива

Расход топлива	Вычисление времени открытия форсунок и определение давления топлива
Корректировочный коэффициент	Об/мин и положение дроссельной заслонки с корректировочными коэффициентами
	Плотность воздуха (температура и давление воздуха)
	Разрежение во впускном коллекторе (проверка правильности максимальной частоты вращения двигателя, режима холостого хода и малого угла открытия дроссельной заслонки)
	Температура охлаждающей жидкости (проверка перегрева или необходимости прогрева холодного двигателя)
	Избыток воздуха в выхлопных газах (определяется составом рабочей смеси на основе анализа выхлопных газов)

ных скоростях и снизить его при других скоростях. Изменение геометрии впускного тракта способно повысить крутящий момент в более широком диапазоне скоростей.

Управление тяговым усилием

Сравнивая сигналы датчиков воздушного и ведомого колес мотоцикла (или на основании показаний радара для некоторых автомобилей), можно определить момент начала пробуксовки колес и управлять по пути снижения мощности двигателя (или повышения крутящего момента на неподвижном колесе для автомобилей). Некоторые автомобили оборудованы также системой управления рысканием, система сравнивает положения колесных датчиков на одной оси, угла поворота рулевого колеса и рыскают. Эта система способна определить начало заноса автомобиля и предотвратить его, притормаживая наружные колеса.

Изменение фаз газораспределения

На основании данных, получаемых от датчиков можно изменить фазы газораспределения, высоту подъема и время открытия клапанов (в некоторых двигателях VVT). В других экспериментальных двигателях подъем клапанов используется для управления частотой вращения и задержкой двигателя (вместо дроссельной заслонки). В этом случае ручка управления акселератором соединяется непосредственно с БЭУ, который анализирует ее положение и изменяет высоту подъема клапанов в нужную сторону, а также изменяет подачу топлива.

Управление турбонаддувом

Система управления турбонаддувом с обратной связью предназначена для поддержания постоянного давления наддува. Это необходимо для предотвращения детонации, повышения температуры выхлопных газов и повышения компрессии. Точное управление наддувом приводит к увеличению

топливной экономичности и применимости двигателя.

Управление детонацией

При помощи датчика, который регистрирует возникновение детонации или на основании датчиков температуры давления наддува, БЭУ может изменить угол опережения зажигания, изменить состав рабочей смеси или выполнить другие действия (например, изменить геометрию трактов, управлять турбокомпрессором, системой рециркуляции отработавших газов и т.д.).

Управление скоростью движения

Эта система работает подобно системе ограничения оборотов, но сначала измеряет скорость вращения колес, а затем скорость вращения коленчатого вала. Эта система уже устанавливается на городских автомобилях для ограничения скорости движения. В некоторых японских мотоциклах также устанавливается система выключения зажигания при превышении максимальной допустимой скорости. Изменяет много элементов по созданию интеллектуальной системы, способных определять и реагировать на транспортные средства при движении по шоссе. Часть этих работ направлена на определение допустимых скоростей движения, снижение скорости автомобиля в непогоду, а также остановки автомобиля при необходимости. Начиная с 1999 года большинство из этих возможностей реализуется в двигателях мотоциклов, хотя все они были испытаны на легковых автомобилях или дорожных грузовых автомобилях.

7 Тонинг

Большинство выпускаемых систем допускают лишь регулировку в определенных пределах (обычно, синхронизация дроссельных заслонок и регулировка оборотов

холостого хода). В некоторых системах имеется возможность для переписывания данных в памяти компьютера для оптимизации работы двигателя в новых условиях — например, после замены впускной системы или изменения параметров двигателя. Даже если БЭУ можно перепрограммировать, достать программное обеспечение трудно или очень дорого, поэтому целесообразно выпустить эту процедуру у дилера.

На одну сторону некое полностью программируемое систем стоит системы, у которых возможно перепрограммирование процессора только для некоторых параметров, например, изменение подачи топлива на 10% (в ту или иную сторону), что эквивалентно замене главного жиклера в карбюраторе.

Если не один из этих способов не подходит, можно попробовать "обмануть" БЭУ. Один из методов заключается в установке нестраиваемого регулятора давления в топливной магистрали. Этот метод очень хорош, поскольку повышение давления приводит к увеличению подачи топлива на всех режимах, что, как правило, нежела-

тельно. Фирма Yoshimura выпускает такое оборудование для мотоциклов системы впрыска Suzuki.

Следующая настройка заключается в установке блока, который переключает сигналы от (и в) БЭУ и изменяет их.

И, наконец, можно заменить процессор новым, в который уже внесены изготовителем все необходимые изменения.

Если ни один из этих способов не подходит, можно попробовать "обмануть" БЭУ. Один из методов заключается в установке нестраиваемого регулятора давления в топливной магистрали. Этот метод очень хорош, поскольку повышение давления приводит к увеличению подачи топлива на всех режимах, что, как правило, нежела-

тельно. Аналогично, понижение давления снижает расход топлива во всем диапазоне. Кроме того, повышение давления топлива может привести к перегреву топливного насоса, поскольку большинство насосов работает при давлении 3,4 атм, а повышение давления до 5 атм может привести к перегреву насоса.

Если система имеет датчик температуры двигателя, можно подослать к нему переменный резистор. Система будет считать двигатель более холодным, чем на самом деле и обогащать рабочую смесь. Этот прием, а также повышение давления в топливной системе являются единственными возможностями для дополнительной настройки системы впрыска.

Понимая, что такое тонинг, можно избежать многих проблем, связанных с ним. Тонинг — это изменение характеристик двигателя, которое не предусмотрено производителем. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже. Тонинг может быть выполнен как на заводе, так и в гараже.

тепловыделением топлива, а также и в том, что при этом происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию. В результате этого происходит сжатие смеси, что приводит к ее нагреванию.

Глава 6 Настройка карбюратора

Содержание

Введение	1	Испытания в переходных режимах	9
Основные установки	2	Карбюраторы с постоянной скоростью потока	10
Стандарты испытаний	3	Частичные нагрузки	10
Проверка двигателя	4	Окислительная регулировка	11
Дорожные нагрузки	5	Дорожные тесты	12
Настройка холостого хода	6	Наборы для топлива	13
Настройка при полностью открытой дроссельной заслонке	7	Смеська двухтактных двигателей	14
Настройка при частичных нагрузках	8		

1 Введение

Задачей карбюратора является регулирование расхода воздуха для управления мощностью двигателя сменением топлива в соотношении в оптимальном соотношении в зависимости от условий работы двигателя. Настройка карбюратора заключается в определении оптимального состава рабочей смеси сначала для каждой частоты вращения двигателя, а затем при главном изменении частоты. Поскольку частота вращения двигателя его нагрузка являются переменными величинами, характеристика расхода топлива представляется в виде трехмерной таблицы с большим числом различных комбинаций.

Единственным способом для построения этой таблицы является деление всех параметров на ступени. Сначала нужно разделить весь диапазон значений на крупные ступени, поскольку позже мы сможем разделить эти ступени на более мелкие, а также принять все остальные характеристики постоянными (например, температуру двигателя).

Следующий шаг — проведение испытаний в логической последовательности, при котором в каждом опыте изменяется только один из параметров. И, наконец, нужно помнить о том, что для большинства двигателей лучше, если смесь будет обогащенной, чем обедненной. Обедненная смесь способствует более полному сгоранию топлива, однако, при этом она (а) чрезмерно быстро повышает давление сгорания, газов, что может привести к детонации, (б) приводит к слишком быстрому повышению температуры газа и вызвать перегрев двигателя. Перегрев может привести к повреждению поршней, клапанов и свечей зажигания, причиняющие температуру двигателя может вызвать преждевременное загорание смеси с последующим циклом, что приведет к дальнейшему подъему температуры.

Настройка нового карбюратора является очень сложной задачей, причем гораздо легче попытаться настроить существующий карбюратор при установке его на модифицированный двигатель. Неожиданно, будет ли это карбюратор от аналогичного двигателя или от более мощного (что более предпочтительно), такой карбюратор уже имеет настройку, делающую его работоспособным. Изготовители карбюраторов и топливных жиклеров обычно дают рекомендации по изменению настроек карбюратора в зависимости от мощности, объема и максимальной частоты вращения двигателя. Процедура настройки аналогична для карбюраторов со сложными дросселем и для карбюраторов с простой или скоростью потока и отличается только мелкими деталями.

Основы безопасности

При выполнении работ на стенде строго соблюдайте основы техники безопасности, особенно пожарной безопасности. Не находите в стартере вращающийся датчик стенда. Не оставляйте на мотоцикле или на стенде инструменты или иное не закрепленное оборудование, которое может свалиться и помешать на вращающемся датчике стенда.

Поток бензина тяжелее воздуха и скапливается у пола, поэтому все соединения, разъемы и выхлопные клапаны должны быть тщательно проверены на герметичность. Помещение, где расположено стенд, должно хорошо вентилироваться. Даже малая концентрация кислорода способна вызвать смерть, поскольку при попадании в кровь оно приводит к тому, что кровь теряет способность к переносу кислорода. Побочные продукты сгорания топлива также способны вызвать тяжелые заболевания нервной системы и печени. Некоторые из них являются канцерогенными.

Кроме того, шум, сила которого превышает 90 дБ, может вызвать неслышимые повреждения кожи. Поскольку при испытании мотоцикла уровень шума зачастую превышает 110 дБ, необходимо использовать защитные наушники.

2 Основные установки

Первым делом необходимо установить карбюратор в надежном месте так, чтобы была возможность запускать двигатель и обслуживания его работы во всем диапазоне скоростей и нагрузок. Затем придерживайтесь следующей последовательности действий:

1 Холостой ход — варианты настройки холостого хода не очень много. Следует отрегулировать двигатель так, чтобы он проврал при переходе на режим частичной нагрузки. На первом этапе настройки этого добиться достаточно просто, однако, следует иметь в виду, что при резком запуске дроссельной заслонки на максимальных оборотах двигателя и на постоянной скорости двигателя должен измениться частоту вращения. Эта область работы двигателя обеспечивает жиклером системы холостого хода, поэтому очень важно уметь этого момента самим на члене вращения двигателя, чтобы обеспечить надежность изменения.

2 Следующий шаг — подбор топливного и воздушного жиклеров для режима полной нагрузки. После подбора жиклеров необходимо проверить работу двигателя при частичной нагрузке. Начните проверку при полностью открытой дроссельной заслонке, а затем постепенно закрывайте ее. При необходимости замените главный жиклер в сторону обогащения рабочей смеси. После этого вновь увеличьте частоту вращения двигателя и изменением воздуха его жиклера добейтесь правильного состава рабочей смеси. Если регулировка невозможна или диаметр воздушного жиклера слишком

мал, повторите настройку, установив главный топливный жиклер большего диаметра. Иногда регулировка невозможна. В одном из руководств фирмы Honda по настройке карбюратора указывается воздушный жиклер нулевого диаметра (то есть канал для воздушного жиклера блокируется).

3 Выполните серию испытаний на частичные нагрузки при различной (но постоянной) частоте вращения двигателя и различных углах открытия дроссельной заслонки. Исправьте замеченные недостатки [в соответствии с диаграммами, приведенными на рис. 6.1] в сторону повышения эффективности двигателя. Не старайтесь добиться особой точности.

4 На основании накопленных данных необходимо принять решение о геометрии впускного и выпускного трактов. Может быть даже требуется увеличить диаметр впускного тракта или объема воздухоподборщика? Не является ли конструкция впускной системы виновной в появлении провалов на кривой крутящего момента? Не стоит ли изменить диаметр впускных труб, форму газораспределительных клапанов? Чтобы ответить на эти вопросы, необходимо провести эксперимент. Карбюратором можно скопировать неудачные конструкции впускного и выпускного трактов, однако, это можно сделать только для одной точки. Если у Вас есть возможность изменить геометрию впускного и выпускного трактов, сейчас самое время сделать это.

До начала испытаний надо знать ответы на следующие вопросы: "Что такое богатая смесь? Что такое бедная смесь? Как это измерить?"

С точки зрения химии богатая смесь приводит к появлению углеводородов и оксида углерода в выхлопных газах. Если смесь бедная, в выхлопных газах будет оставаться кислород. Датчики могут определить наличие этих элементов в выхлопных газах. С инженерной точки зрения оптимальной считается смесь, обеспечивающая максимум крутящего момента или топливной экономичности (в зависимости от загрузки двигателя). Для того, чтобы оптимизировать смесь, необходимо испытать двигатель, из-

нания соот рабочей смеси и измерения крутящий момент и потребление топлива. В некоторых мощных двигателях топливо используется для охлаждения: большая часть топлива сгорает в цилиндрах, а часть топлива испаряется, поглощая тепло и, тем самым, охлаждая поршни до безопасной температуры. С точки зрения химии такая смесь будет обогащенной, однако, она позволяет повысить крутящий момент двигателя, по сравнению с корректной рабочей смесью. По этой причине желательно увеличить диаметр главного жиклера (или уменьшить диаметр воздушного жиклера) так, чтобы при максимальной скорости двигателя работал на обогащенной смеси.

6 К этому времени двигатель должен устойчиво работать во всем диапазоне

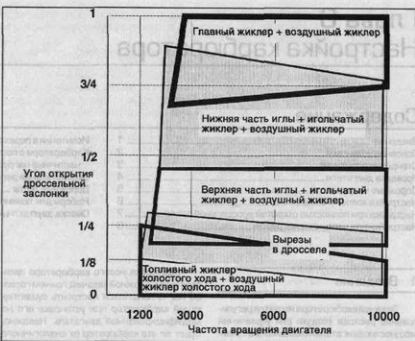


Рис. 6.1. Диапазоны скоростей и нагрузок, в которых преобладают определенные компоненты карбюратора

Этот рисунок представляет собой общий план машины. Некоторые части карбюратора и воздушный жиклер холостого хода являются наизусть, однако, Вы не сможете отрегулировать максимальную мощность двигателя.

скорости. Проведите испытания двигателя при разных углах открытия дроссельной заслонки и определите области, в которых имеются сгустки и провалы крутящего момента. Запишите результаты испытаний для того, чтобы позднее сравнить их с измененными настройками. Если предыдущие настройки были направлены на повышение мощности двигателя, теперь Вы должны сосредоточиться на достижении максимальной экономичности, простоты и плавности работы двигателя [эти параметры сложнее подвергнуть измерению].

7 Для точной настройки существует последовательность действий. Синхронизируйте карбюраторы (см. главу 11). Найдите оптимальную настройку системы холостого хода.

Более детально эти шаги описаны ниже (в зависимости от методов и имеющегося оборудования):

а) Проведите дорожный тест (это следует делать в последнюю очередь, поскольку для этого требуется высокая квалификация водителя)

б) Проведите дорожный тест, установив специальное оборудование (это также очень сложно, поскольку Вы не можете изменять параметры окружающей среды).

Кроме того, очень сложно в этих условиях оценить работу двигателя].

рением расхода топлива и концентрации вредных веществ в выхлопных газах. Это вид испытаний является наилучшим.

Размеры карбюратора

Размер диффузора должен быть достаточным для того, чтобы обеспечить требуемый расход воздуха при максимальной мощности двигателя. С другой стороны, чрезмерное увеличение диаметра приведет к ухудшению работы двигателя при малых скоростях, снижению мощности и ухудшению приемистости двигателя. Оптимальный размер карбюратора является компромиссом по максимуму мощности, приемистости двигателя и плавности его работы.

Мощность, л.с.	Мин. размер карбюратора со скользящим дросселем (1 карбюратор)	Мин. размер карбюратора с постоянной скоростью потока
5	14 мм	
10	22 мм	
15	26 мм	
20	30 мм	34 мм
25	32 мм	36 мм
30	34 мм	38 мм
35	36 мм	40 мм
40	38 мм	
45	40 мм	

ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА МОТОЦИКЛОВ



Рис. 6.2. Типичный стенд для измерения мощности двигателя мотоцикла

Топливный бак можно снять и заменить бак, входящий в состав стенда. Необходимо установить контрольный бак на той же высоте, что и штатный бак. Позади бака виден газонализатор, который позволяет определить концентрацию углеводородов, оксид углерода и углекислого газа.

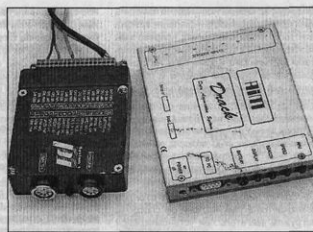


Рис. 8.3. Считыватели данных

На рисунке показаны основные типы считывателей: *Systsem 1* — выпускаемый *Pi Research* (слева) и *Drack*, выпускаемый *Italian AIM* (справа). Оба считывателя производят запись частоты вращения двигателя, скорости вращения колес. Кроме того, считыватель *Drack* позволяет подключить до восьми аналоговых каналов и гироскоп, тогда как считыватель *Pi* позволяет подключить не более шести аналоговых каналов.

3 Стендовые испытания

Если Вы впервые проводите стендовые испытания, Вы увидите, что эти испытания могут дать больше информации, чем дорожные тесты. Есть несколько типов стендов, однако, наиболее широко используются тормозные стенды DynoJet, предназначенные специально для мотоциклов. Этот

стенд кроме тормозов имеет инерционные массы. Имеются подобные стенды Bosch, Factory, Dynapower и Fuchs. Как правило, на этих стендах заднее ведущее колесо мотоцикла разгоняет барабан массой 1/2 или 1 тонна. Данные об ускорении роликов передаются в компьютер. На основании этих данных компьютер вычисляет ускорение и мощность двигателя, а также его скорость.

Примечание 1

Джон Дальтон (1766-1844) установил закон парциальных давлений, который гласит, что в смеси идеальных газов каждый газ имеет такое же давление, как если бы он заполнял всю емкость при той же температуре. Давление смеси равно сумме парциальных давлений всех газов.

Поправочные коэффициенты

Выходная мощность двигателя зависит от плотности воздуха. При увеличении давления и снижении температуры плотность воздуха возрастает, что приводит к некоторому повышению мощности двигателя. Снижение давления или повышение температуры снижают плотность воздуха. Влажность (содержание водяного пара в воздухе) также имеет изменения в работу двигателя. Пары воды имеют свое давление (называемое парциальным (см. примечание 1) и придают дополнительное давление (воздух) и молекулы воды не находятся между молекулами кислорода, снижая плотность кислорода, а не давление воздуха.

Эти изменения не так значительны, как изменения, вызванные настройкой карбюратора, однако, очень важно провести все испытания при одних и тех же внешних условиях, или хотя бы ввести поправку на изменение внешних условий.

Поправочные коэффициенты позволяют учесть изменения внешней среды и привести их к стандартным условиям: стандартной температуре, давлению и влажности на уровне моря. Стандартные условия несколько отличаются друг от друга в зависимости от организации, определяющей эти условия (например, SAE J1349, DIN 70020, EC80/1269 и ISO 1585). Все эти данные имеются в программном обеспечении стандарта Dynocon.

wer. Программное обеспечение Dynojet учитывает только данные SAE и DIN. При сравнении различных мотоциклов обычно руководствуются коэффициентами, установленными SAE, поскольку они дают наиболее реалистичные стандартные условия. В соответствии со стандартом SAE c_f — поправочный коэффициент, p — абсолютное давление сухого воздуха (в дюймах ртутного столба), a — температура воздуха (°F).

$$cf = 1.18 \times \frac{29.92}{p} \times \sqrt{\frac{t+480}{537}} - 0.18$$

SAE - это американская организация, поэтому в качестве единиц измерения температуры принят градус Фаренгейта, однако, как Вы можете увидеть, формула приведена к 29,32 дюймам ртутного столба и 53,79 FABS или 70°F (25°C).

Высота над уровнем моря также вносит поправки. Пусть p_0 - абсолютное давление (дюймов ртутного столба), p_1 - относительное (измеренное) давление (дюймов ртутного столба), а h - высота над уровнем моря (в футах), тогда:

$$\rho_0 = \rho_1 - \frac{h}{1000}$$

Влажность измеряется при помощи влажного и сухого термометров. Влажный термометр обдувается воздухом, который приводит к испарению воды и охлаждению термометра. Разница температур влажного и сухого воздуха показывает относительную влажность воздуха, которую можно перевести в парциальное давление паров воды, используя справочные коэффициенты. Влажность имеет большое значение в тропическом климате, как правило, игнорируется в Европе. В климате Великобритании влажность воздуха приводит к изменению данных испытаний на 3%, тогда как поправка влияние которых не превышает 5% игнорируются.

Крутящий момент и выходная мощность двигателя должны быть умножены на поправочный коэффициент (после этого мощность и момент обычно называют приведенной мощностью и приведенным моментом). **Примечание.** Если момент определяется по приведенной мощности (или обороту), полученные данные необходимо умножить на поправочный коэффициент. Если Вы проводите испытания в течение нескольких дней, убедитесь в том, что результаты испытаний, полученные на вторые и последующие дни, аналогичны результатам, полученным в первый день. Этим Вы подтвердите правильность используемых поправочных коэффициентов.

YOUNG AND CHATTERJEE: MONITORING OF SO₂

Во время испытаний необходимо измерить температуру, влажность и давление воздуха для того, чтобы определить поправочные коэффициенты в соответствии со стандартами SAE или DIN. Кроме того, на стенде измеряются крутящий момент и обороты двигателя. По этим данным можно рассчитать мощность:

$$P = 1000 \frac{\pi}{30} n T, \text{ кВт}$$

где π — частота вращения двигателя, T — крутящий момент двигателя, Н·м. Проблема чисто инерционных стенов заключается в том, что они не способны загнать двигатель при установившейся частоте вращения, что особенно нужно на начальной стадии настройки карбюратора. Для этой цели инженеры используют инерционные или электрические суперфлюиды (производства фирм Froude, Schenck, SuperFlow, Sun et al.), однако, их недостаток заключается в том, что они подвержены загрязнению топливом, либо к шестерне коробки передач, поэтому моторчик необходимо подготавливать к этим испытаниям.

Некоторые стенды объединяют в себе инерционно- и тормозную нагрузку (обычно в качестве тормоза используются электрической генератор) и дают возможность проводить испытания как при постоянной скорости вращения двигателя, так и при его разгоне или торможении. На некоторых стендах инерционные ролики связаны с тормозным генератором. Это значительно снижает расходы. Основной проблемой двигателя является то, что мощность, образующаяся при работе двигателя на постоянных оборотах, в основном, преобразуется в тепло, которое необходимо отвести от стенда. Часто для этой цели применяется жидкост-

ное охлаждение стенда. Стенды с воздушным охлаждением имеют серьезные проблемы, связанные с применением больших вентиляторов и загрязнением.

С другой стороны, инерционные стенды являются наименее удобным оборудованием для изучения плавности перехода двигателя с одного режима работы на другой, в также его преемственности. Если одним большим различием стенов является их реакция на посылку двигателя (разрушение поршней, шатунов и распределительного вала). Стенд с тормозом способен остановить двигатель, в инерционный стенд будет вращать его по инерции, углубляя разрушения. До тех пор, пока оператор не размонтирует сцепление, двигатель будет принудительно вращаться роликами стенда.

Все это крутящий момент приводит к соответствующим рекомендациям SAE J1349. Для частот вращения двигателя. Коэффициенты этого стандарта дают реалистичную картину при настройке двигателя в течение нескольких дней (достаточно долго, чтобы избежать успешного измерения). Будьте очень осторожны с коэффициентами, превышающими 5%.

Крутящий момент больше, чем мощность, измерять сложнее, чем расход топлива. Если крутящий момент падает, это свидетельствует о недостатке воздуха, или о невозможности сгорания в рабочей смеси. Это может быть связано с неправильным расходом топлива, либо с тем, что затрудняющим процесс впуска/сгорания/отвода тепла. Именно эти явления и являются определяющими.

Если у Вас есть возможность измерить расход топлива, в дальнейшем Вам пригодятся эти данные (строго говоря, расход должен быть определен в единицах массы в единицу времени, однако, чаще всего расход определяется в единицах объема в единицу

времени, например, в см³ / мин). На основании этих данных можно определить удельный расход топлива и тормозной удельный расход (он называется так, чтобы показать, что получен во время испытаний на тормозном стенде, хотя нечасто, как такое, можно получить эти данные). Если расход топлива разделить на мощность (чаще всего измеряется в л/кВт), полученное число будет определять эффективность работы двигателя, т.е. то, за что Вы платите деньги на то, что Вы получаете в качестве. Чем меньше это число, тем эффективнее и экономичнее работа двигателя.

Идеальным решением при проектировании нового двигателя является снижение расхода топлива. Однако экономичность существования двигателя имеет известные пределы, так что при настройке такого двигателя надо стремиться попасть в диапазон, реально достижимый другими двигателями. Так, четырехтактные двигатели не имеют удельный расход топлива при максимальной крутящем моменте около 265 см³ / л.с.ч, что означает увеличение приполюшности сгорания. Двухтактные двигатели дорожных мотоциклов имеют удельный расход топлива 350...400 см³ / л.с.ч, в двигателях с турбонаддувом — около 500 см³ / л.с.ч, потому что в этих двигателях часть топлива расходуется на охлаждение двигателя.

Зная эти пределы, возможно рассчитать максимальный расход топлива. Например, для двигателя мощностью 100 л.с. при удельном расходе топлива 265 см³ / л.с.ч расход топлива не должен превышать 26500 см³ / мин, либо начислять расход топлива, способность крана и трубопровода должна быть (с некоторым запасом) не меньше 30 л / ч.

Во время предварительных расчетов имеет смысл дать еще больший запас, поскольку действительности топливной системы, поскольку момент одного двигателя равен 20 Н·м при 3000 об./мин, у другого 20 Н·м при 4000 об./мин, второй двигатель поднимет тот же груз в два раза быстрее. При одинаковом крутящем моменте мощность второго двигателя в два раза больше, чем первого. Эти значения являются усредненными значениями для многоциклового двигателя. Другим путем для исследования является изучение изменения крутящего момента в течение одного цикла двигателя, чтобы понять, как поступление топлива и воздуха влияет на процесс сгорания. Если во впускном тракте имеются ограничения, или работа клапана перемещена, либо клапан сгорания имеет дефекты, все это скажется на снижении крутящего момента. Изменяя эти параметры и измеряя крутящий момент, можно обнаружить эффект этих изменений. Если крутящий момент усредняется в те-

чение одного цикла, то мощность усредняется в течение промежутка времени. Посмотрим теперь на работу двигателя на течение одного цикла, в течение многих циклов (например, за одну секунду или одну минуту). Мы увидим, насколько они различны. Например, измерив дроссельную заслонку на 25% от максимального воздуха и приведя к пропорциональному снижению крутящего момента, поскольку за каждый цикл в процессе сгорания будет принимать участие меньше воздуха. Если теперь мы увеличим число циклов, т.е. увеличим частоту вращения двигателя во столько же раз, момент все равно упадет, но мощность останется прежней.

Крутящий момент очень точно характеризует изменение угла отклонения дроссельной заслонки. Измерив мощность и частоту вращения двигателя, будет меньше информация, особенно в том случае, когда двигатель разогнан и не работает на одной скорости. И мощность и крутящий момент являются средними значениями. Если мы будем рассматривать медленную вращение коленчатого вала, мы увидим, что крутящий момент больше усреднения при сгорании рабочей смеси, когда крутящий момент многократно возрастает. В конце рабочего цикла вал не начнет замедляться, а крутящий момент двигателя становится отрицательным, то есть, двигатель вращается по инерции в течение такта впуска, впуска и сжатия рабочей смеси. Эта инерция замедляет газы, которые являются частью вращения двигателя, которые сойдут с вибраций.

Средний крутящий момент является суммой положительных и отрицательных моментов во время рабочего цикла и отрицательного момента одного цикла, то мощность усредняется в течение промежутка времени. Посмотрим теперь на работу двигателя на течение одного цикла, в течение многих циклов (например, за одну секунду или одну минуту). Мы увидим, насколько они различны. Например, измерив дроссельную заслонку на 25% от максимального воздуха и приведя к пропорциональному снижению крутящего момента, поскольку за каждый цикл в процессе сгорания будет принимать участие меньше воздуха. Если теперь мы увеличим число циклов, т.е. увеличим частоту вращения двигателя во столько же раз, момент все равно упадет, но мощность останется прежней.

Крутящий момент очень точно характеризует изменение угла отклонения дроссельной заслонки. Измерив мощность и частоту вращения двигателя, будет меньше информация, особенно в том случае, когда двигатель разогнан и не работает на одной скорости. И мощность и крутящий момент являются средними значениями. Если мы будем рассматривать медленную вращение коленчатого вала, мы увидим, что крутящий момент больше усреднения при сгорании рабочей смеси, когда крутящий момент многократно возрастает. В конце рабочего цикла вал не начнет замедляться, а крутящий момент двигателя становится отрицательным, то есть, двигатель вращается по инерции в течение такта впуска, впуска и сжатия рабочей смеси. Эта инерция замедляет газы, которые являются частью вращения двигателя, которые сойдут с вибраций.

Средний крутящий момент является суммой положительных и отрицательных моментов во время рабочего цикла и отрицательного момента одного цикла, то мощность усредняется в течение промежутка времени. Посмотрим теперь на работу двигателя на течение одного цикла, в течение многих циклов (например, за одну секунду или одну минуту). Мы увидим, насколько они различны. Например, измерив дроссельную заслонку на 25% от максимального воздуха и приведя к пропорциональному снижению крутящего момента, поскольку за каждый цикл в процессе сгорания будет принимать участие меньше воздуха. Если теперь мы увеличим число циклов, т.е. увеличим частоту вращения двигателя во столько же раз, момент все равно упадет, но мощность останется прежней.

Значения датчика кислорода, датчика температуры свежей заслонки, датчика температуры выхлопных газов, датчика давления, датчика давления и температуры воздуха в воздушной камере. По напряжению на свечах зажигания можно судить о составе рабочей смеси, поскольку обогащенная смесь загорается легче и для зажигания требуется меньше напряжения, тогда как обедненная смесь загорается дольше и для нее требуется большее напряжение.

Потери мощности

Еще один тест (так называемый тест Морзе), в котором измеряются потери на трение и инерцию. Иногда эти данные изменяются так, что различие в работе каждого цилиндра и каждого карбюратора.

Для этого испытания двигатель должен работать с постоянной скоростью и нагрузкой. В процессе испытаний по одному отключаются свечи зажигания. Первая проблема состоит в том, как отключить свечу зажигания, не повредив систему зажигания, либо (в случае попарного подключения свечей) как отключить одну свечу так, чтобы вторая продолжала работать. При полной проверке после отключения свечи нагрузка снижается до тех пор, пока двигатель не восстановит первоначальную частоту вращения, а затем эта нагрузка измеряется. Четырехцилиндровый двигатель, работающий на трехцилиндре, имеет теплоотражающую поверхность, однако, только в трех цилиндрах вырабатывается мощность. Чистая мощность двигателя называется индикаторной и определяется как разность полной мощности и мощности потерь.

Это не совсем строго, поскольку температура в неработающем цилиндре уменьшается, отсутствуют давление и температура в стенке цилиндра, а также не образуются выхлопные газы, что облегчает работу системы впуска. Однако эти испытания дают возможность

сравнить цилиндры двигателя между собой и выявить повреждение одного из них. Если цилиндр индикаторно работает на более высокой или обедненной смеси, и отклонение скажет меньше эффект, чем отклонение цилиндров, работающих на оптимальной смеси.

Для того, чтобы обнаружить эти отклонения, достаточно измерить падение частоты вращения двигателя при поочередном отключении цилиндров. Падение частоты вращения должно быть приблизительно равным для всех цилиндров.

Двигатель не должен работать на максимальной мощности. Необходимо установить дроссельную заслонку в промежуточное положение (или даже на холостой ход) так, чтобы двигатель не остановился при отключении цилиндра.

4. Проверка двигателя

Перед проведением испытаний с изменением установок карбюратора необходимо проверить состояние двигателя. Если Вы используете обычный двигатель, проверка включает в себя:

- Зазоры в клапанах.
- Состояние и зазоры в свечах зажигания.
- Состояние высоковольтных проводов и катушки зажигания.
- Угол опережения зажигания (его необходимо проверить стробоскопом для всего диапазона скоростей работы двигателя).
- Систему впуска и отработавших газов (ее состояние и работа клапанов, изменение зазора клапанов).
- Работу системы впуска воздуха в выхлопную систему.
- Состояние воздушного фильтра.
- Проверка уровня и вязкости моторного масла.
- Измерение компрессии в цилиндрах при прогревом двигателя. Компрессия должна

момента во время остальных тактов. При работе двигателя на высокой частоте эти колебания складываются в постоянную величину.

В выполнении этим колебанием, один цикл двигателя отличается от другого. В основном, это связано с возмущением трубопровода в течение рабочей смеси, а также с изменением друг друга. Эти изменения называются циклическими изменениями. Если двигатель работает нестабильно, это может говорить об клапанной чувствительности карбюратора, который не изменил реакцию; изменением состава рабочей смеси, которое приводит к возмущению циклических колебаний так далее. В этом случае двигатель не так плавно меняет режим работы, или устойчиво работает при определенных скоростях.

Крутящий момент и мощность

Мощность представляет собой произведение крутящего момента на частоту вращения. Если крутящий момент измеряется в Н·м, а частота вращения двигателя в об./мин, то мощность можно вычислить как:

$$P = 1000 \frac{\pi}{30} n T, \text{ кВт}$$

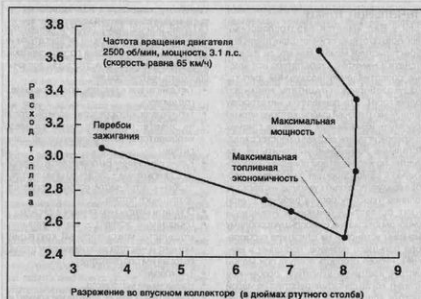
Для получения мощности в лошадиных силах достаточно умножить мощность в кВт на множитель 1,36, т.е.

$$P(\text{л.с.}) = 1,36 P(\text{кВт})$$

При увеличении скорости вращения (и неизменном или малоизмененном крутящем моменте) повышается мощность. Если крутящий момент снижается (и медленнее,

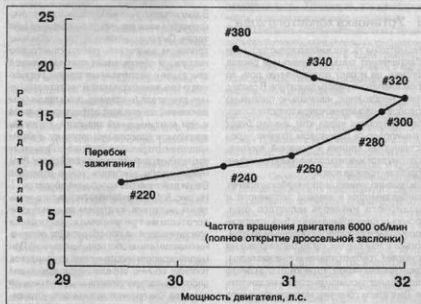
чем увеличивается частота вращения), мощность двигателя может возрасти, или останется на одном уровне. Только в том случае, если крутящий момент будет падать быстрее, чем увеличиваться частота вращения, мощность также будет уменьшаться. В этом заключается причина того, что у большинства двигателей максимальный момент достигается при одной частоте вращения, а мощность достигает максимума при максимальной частоте вращения двигателя. Крутящий момент представляет собой силу, которая приложена к плечу (умноженную на расстояние этого плеча). Например, если рычаг равен 1 м, то на двигатель, крутящий момент равен 20 Н·м, способный развить силу 2000 Н или поднять груз, масса которого равна 200 кг. Вязкость характеризует время, за которое совершается эта работа. Если крутящий

* *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 1999, 38(12):1399-1406.



Дис. 6.4. Кривая расхода рабочей смеси при частичных нагрузках

Выставте моторчик должен работать на установившемся частоте вращения. Снимите показания датчики частоты вращения двигателя и разрежения во впускном коллекторе. Затем «дорожная нагрузка» затем будет воспроизводиться на стенде. Измерение заключается в том, чтобы поддерживать постоянную частоту вращения двигателя, постепенно изменяя нагрузку. Измеряется расход воздуха и наносится на график. В результате получается кривая расхода воздуха в зависимости от частоты вращения. Против соответствующего разрежения во впускном коллекторе. Измерения проводятся в точке с максимальной мощностью и максимальной топливной экономичностью. Это измерение также показывает степень влияния различных компонентов на работу двигателя.



Зис. 6.5. Кривая состава рабочей смеси при максимальном открытии дроссельной заслонки

В этом тесте двигатель должен работать при постоянной частоте вращения и мощности, а расход топлива измеряется при установке главных топливных жиклеров разного диаметра, начиная от самого большого (Ж380) до самого малого (Ж200). В результате испытания получатся характеристики расхода топлива, которая показывает оптимальный диаметр жиклера (в данном примере Ж320 дает максимальную мощность, однако, Ж340 является более безопасным для двигателя)

расход является целью оптимизации, поэтому мы выбираем точку с минимальным расходом топлива. В случае регулировки холостого хода мы могли бы ограничиться этим, хотя впоследствии, нам придется немного обогатить рабочую смесь для обеспечения плавного перехода на частичную нагрузку при медленном открытии дроссельной заслонки. Если при регулировке винтом оптимальная точка не найдена, установите жиклер холостого хода большего диаметра и повторите испытание.

7 Настройка при полностью открытой дроссельной заслонке

После регулировки системы холостого хода, следующим шагом является оптимизация работы двигателя при полностью открытой дроссельной заслонке (т.е. при работе главного топливного и воздушного жиклеров). Эти жиклеры влияют на работу карбюратора почти на всех режимах (игла обеспечивает лишь дополнение к главному жиклеру и обеспечивает подачу топлива при установившейся скорости движения, поэтому ее регулировка описывается ниже).

Для построения кривой состояния рабочей среды полярностью отсчета дроссельной заслонки Вам не нужно определять дроссельную нагрузку. Во время этих испытаний необходимо измерять частоту вращения дроссельной заслонки, регуляторную скорость двигателя, тормозные моменты на валу, температуру и частоту вращения двигателя, стенда. Измерьте мощность двигателя, затем установите главный жиглер на меньший диаметр и повторите испытания. Поскольку работа топливной эжектировки достаточно эффективна, то при уменьшении диаметра жиглера частота вращения двигателя не изменится. Полученные результаты, подобные показанным на рис. 6.5, дают представление, какой жиглер обеспечивает максимальную мощность. Обычно выбирают в такой случай выбирают не один номер больше, чем соответствующий максимальной мощности. Если же при уменьшении диаметра жиглера обор./мин. от минимальной скорости до максимально допустимой. Сочетание всего этого оптимально и Вы получите приращение расхода топлива (рис. 6.6). Обычно получают так, что оптимальные жиглеры для двигателя и максимальных оборотов двигателя. Если же приращение расхода топлива можно корректировать при помощи воздушного жиглера. Если оптимальный жиглер для минимальной частоты вращения двигателя дает обогащенную смесь при максимальной частоте вращения, потребуется жиглер большего диаметра (и наоборот). Не забывайте, что приращение при изменении главного жиглера, полученное при изменении главного жиглера, и воздушного жиглера.

Иногда получается, что диаметр воздушного жиклера становится равным нулю. Это означает, что канал воздушного жиклера нужно просто заткнуть заглушкой (это важно).

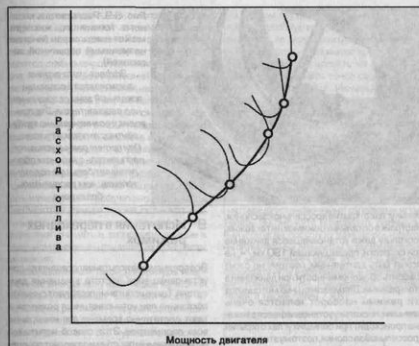


Рис. 6.8. Кривые расхода топлива снимаются через каждые 500 об/мин, а затем точки оптимумов соединяются линией. Эта кривая показывает потребности двигателя для достижения максимальной мощности

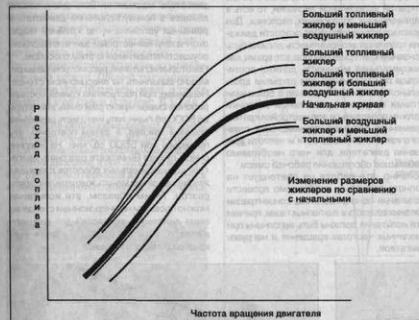


Рис. 6.7. График зависимости расхода топлива от частоты вращения двигателя может не удовлетворять потребности двигателя во всем диапазоне

Эту кривую можно изменить: начавшим построению кривую с имеющимися топливным и воздушным жиклерами. Установка большего жиклера большего диаметра обдвигает смесь в большей скорости вращения, не затрагивая малых оборотов. Установка топливного жиклера большего диаметра просто поднимает кривую вверх, повышая расход на всех оборотах. Установка большего топливного жиклера и меньшего воздушного жиклера поднимает всю кривую, но верхняя часть кривой поднимается больше, чем нижняя. Поднятием или опусканием кривую можно изменить диаметр топливного жиклера, вразвернуть кривую – изменить диаметр воздушного жиклера

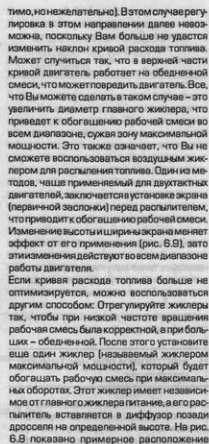


Рис. 6.8. Распылитель ускорительного насоса установлен в диффузоре в положении 5 часов

Аналогичное размещение используется для распылителей полной нагрузки, питающихся из поплавковой камеры и размещенных на определенной высоте. Воздух не проходит мимо этого распылителя до тех пор, пока дроссель не поднимется на определенную высоту.

распылителя, а на рис. 4.13 (см. главу 4) иллюстрируется принцип работы этого распылителя. Система максимальной мощности имеет две регулировки: расход топлива через жиклер и высоту установки распылителя. Топливо не поступает через эту систему до тех пор, пока дроссель не поднимется на определенную высоту, поэтому система не оказывает влияния на работу двигателя при частичных нагрузках. Система максимальной мощности, так же как и главная дозирующая система, работает по принципу «каварда скоросту»: расход топлива увеличивается пропорционально скорости воздуха. Это означает, что при малой скорости воздуха расход топлива через жиклер системы будет незначителен и не окажет влияния на работу двигателя, а при возрастании скорости воздуха, подача топлива будет возрастать постепенно, а не скачком. Система максимальной мощности некорректно может иметь свою смешанную систему с регулируемым воздушным жиклером. Такие системы могут использоваться в широком диапазоне скорости вращения двигателя и работать параллельно с главной дозирующей системой.

8 Настройки при частичных нагрузках

Дорожные тесты, в которых проводится измерение дальности хода, должны быть проведены для всех частичных нагрузок при постоянном изменении одного из параметров: формы дросселя, угла конуса иглы или высоты иглы до тех пор, пока не будут построены кривые расхода топлива при постоянной скорости движения. Эти кривые представляют степень влияния каждого компонента, а также диапозонные влияния. Систематическое исследование проводится в большем, причем для каждого из компонентов таблицы с рекомендациями по выбору углов конуса и высоты, позволяющие выбрать для дальнейших испытаний одну из двух систем (рис. 6.10), у этих игл будет несколько канавок для их фиксации). Фактически, большинство мощных мотоциклов эксплуатируются в режимах от холостого хода до 130 км/ч, то есть они работают при

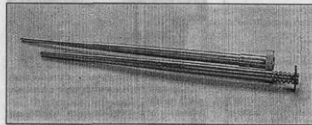


Рис. 6.10.а. Тип иглы

Иглы с канавками и истонченной головкой можно установить в одной из фиксированных положений по высоте для тонкой настройки карбюратора. Иглу с плоской головкой можно регулировать по высоте, подкладывая под головку прокладки нужной толщины.



Рис. 6.9. Распылитель жиклера топливного клапана может иметь экран (иногда называемый первичной заслонкой).

Эффект этого экрана заключается в создании локальной зоны разрежения над распылителем. Это приводит к возмущению турбулентности потока топлива. В прочих равных условиях распылитель с экраном обеспечивает большую подачу топлива, чем распылитель без экрана.

малых углов открытия дроссельной заслонки. Настройка остальных режимов не так важна, поскольку даже установившаяся движению при скорости, превышающей 150 км/ч, не может быть длительным, поэтому не стоит говорить об экономичности при движении в этом режиме. Для маломощных мотоциклов эти режимы наборот являются очень важными, поскольку установившаяся движением происходит при больших углах открытия дроссельной заслонки, поэтому эти режимы должны быть исследованы более тщательно, чем для мощных машин.

Можно выполнять испытания при частичных нагрузках так же, как и для полной скорости, но для открытой дроссельной заслонки, то есть в определенных положениях заслонки. Для режимов установившейся скорости движения топливная экономичность должна быть основным критерием выбора, а во время, как максимальной мощности, должна достигаться при максимальном открытии дроссельной заслонки. Испытания с большими углами открытия дроссельной заслонки должны проводиться для настройки кратковременных режимов, например, плавного изменения мощности и частоты вращения двигателя, для чего необходимо небольшое обогащение рабочей смеси. Конечно, эта работа не претендует на полноту, поскольку необходимо провести испытания по определению концентрации вредных веществ в выхлопных газах, причем эти испытания должны быть выполнены при различных частотах вращения и нагрузке двигателя.

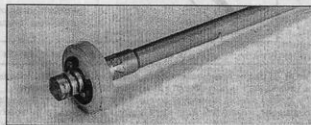


Рис. 6.10.б. Канавки иглы и стопорное кольцо

Верхняя канавка (самая близкая к торцу иглы) имеет номер 1 и удерживает иглу в самом нижнем положении (максимально обогащенная смесь).

9 Испытания в переходных режимах

Вспредупреждающие испытания проводятся при установившейся частоте вращения двигателя. Такие испытания позволяют снимать показания при установившемся режиме и дают достаточно времени для измерения всех параметров. Этот способ испытаний является самым простым и позволяет определить базовые установки, однако, он не полностью отражает действительные условия эксплуатации, в которых работает двигатель мотоцикла. Есть очень много доводов в пользу испытаний двигателя в реальных условиях и, по крайней мере, окончательная настройка двигателя должна осуществляться именно этим способом.

Нестационарные испытания, рассмотренные выше, можно выполнять на инерционном стенде. Например, при построении кривой состава рабочей смеси нужно разогнать двигатель до 5000 об./мин, или шесть раз менять главный жиклер, а затем повторить эту процедуру при 5500 об./мин. На инерционном стенде Вы можете разогнать двигатель до максимальных оборотов с жиклером жиклером, затем менять жиклер и повторить работу. Таким образом, эти испытания можно провести на инерционном стенде во всем диапазоне скоростей для каждого жиклера, а затем сравнить полученные кривые крутящего момента.

Для проведения испытаний с малыми углами открытия дроссельной заслонки инерционный стенд не подходит. Разгон занимает слишком мало времени, за которое не удается стабилизировать поток топлива, а для интерпретации показаний газоанализатора нужна очень высокая квалификация оператора. Однако в случае испытаний, при которых нужна постоянная скорость или постоянный угол открытия дроссельной заслонки, Вы вполне можете получить сопоставимые результаты. Данные, записываемые на стенде Dynojet, включен в себя интервалы между каждой скоростью, поэтому показания датчиков скорости можно брать измеренно или рассчитано. Считыватели данных также получают все большие распространение, поскольку они позволяют снимать и записывать данные в реальном времени и приводить их к скорости движения.

С использованием такой аппаратуры инерционные стенды получают новые качества. Поскольку топливная экономичность на переходных режимах не играет решающей роли, на первый план выходит плавность работы двигателя, его чувствительность к воздействию водителя и способность к быстрому разгону. Все эти качества двигателя можно проверить на инерционном стенде. Вы можете разогнать двигатель мотоцикла с разной интенсивностью на разных передачах, можете изучать зависимость ускорения двигателя от положения ручки управления дроссельной заслонкой, разогнать двигатель на разных передачах.

Настройка карбюратора при этих испытаниях должна быть простой. Обычно регулируется положение иглы (выше или ниже), а также меняется угол конуса иглы (рис. 6.10.а и 6.11).

В случае значительной модификации двигателя может случиться так, что диаметр иглы будет оптимальным только при малой высоте открытия дросселя, а при большой высоте — нет (либо наоборот на переходе между конуса иглы окажется не то место, где дроссель



Рис. 6.11. Если требуется изменение состава рабочей смеси при промежуточных положениях дросселя, необходимо знать, положение дросселя для того, что бы определить, на какой высоте находится игла. Длина иглы и ее диаметр в этой точке определяют состав рабочей смеси.

бы). В этом случае, имея более или менее работоспособную иглу, Вы можете испытать двигатель во всем диапазоне нагрузок и уточнить высоту установки иглы, при которой она наиболее развигривается, на изменение высоты дросселя. Эта точка соответствует выводу иглы из жиклера. Измерьте диаметр иглы в этой точке, а затем измерьте его вновь при другом положении дросселя. Эти данные Вам будут достаточно для расчета высоты начала конуса иглы, которая, как упоминалось выше, работоспособна при малой высоте открытия дросселя (рис. 6.12). Затем отсчитайте конус иглы, меняя высоту установки иглы при таких высотах открытия дросселя, разность которых равна расстоянию между установочными канавками иглы. Теперь Вы сможете определить оптимальный угол иглы, поскольку Вам теперь известны оптимальные диаметры, а также расстояние между ними. После этого Вы можете подобрать иглы в соответствии с таблицами изготовителя (см. Руководство изготовителя, в также главы 7 и 9).

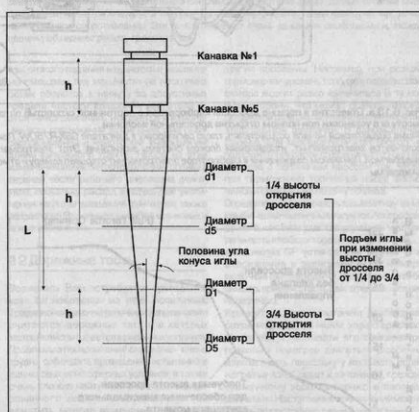


Рис. 6.12. Проектирование новой иглы

Положение иглы в дросселе показано при 1/4 высоты поднятия дросселя. Диаметр иглы обозначен как D1 при 3/4 высоты поднятия дросселя. Диаметр иглы обозначен как D5. При установке стопорного кольца в канавку №1, диаметром присвоен индекс 1, а при установке штифта в канавку №5 — индекс 5. Расстояние L — перемещение дросселя на 1/4, 3/4 своего хода. Угол конуса иглы — d1 — D1/L.

Некоторые изготовители обозначают угол конуса иглы, как 2θ, где $\theta = (d1 - D1)/2L$. Если иглы с установочным фиксатором в канавку №1 пущены при 1/4 открытия дросселя, а в канавку №5 пущены при 3/4 открытия дросселя, то угол конуса должен быть равен $(d1 - D5)/2L$ (который представляет собой тангенс половины угла конуса).

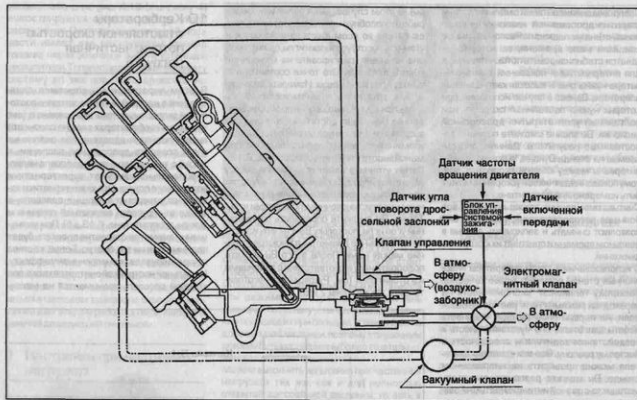


Рис. 6.13.а. Отверстие в поршне дросселя карбюратора с постоянной скоростью потока регулируется для того, чтобы изменить высоту его установки при полном открытии дроссельной заслонки. Фирма Suzuki первой начала осуществлять такую регулировку в двигателе GSX-R750M. При определенной частоте вращения двигателя включается электромагнит, управляемый блоком системы зажигания. Этот электромагнит соединен с поршнем, перемещающим диафрагму. При малом разрежении в карбюраторе электромагнит открывает камеру и атмосферное давление снижает ее, снижая подъемную силу диафрагмы.



Рис. 6.13.б. Высота клапана управления на работу двигателя поднимает дроссель при частоте вращения двигателя 5000–7000 об/мин. Слишком велико. Если опустить дроссель приблизительно на 10 мм при 6000 об/мин, это приведет к повышению крутящего момента.

маленькую высоту при минимальной частоте вращения двигателя, однако при этом колебания дросселя должны быть невелики. Расположение дросселя при частичной нагрузке определяется жесткостью пружины. В некоторых мотоциклах можно снять верхний кожух воздушной камеры и через образовавшееся отверстие наблюдать за перемещением дросселя карбюратора. Однако и в этом случае так можно делать только при малой нагрузке, поскольку при большой нагрузке давление в воздушной камере значительно превышает атмосферное, и отсутствие давления из-за открытой камеры искажает результаты испытаний. Помните, что использование такой высоты хлесткого клапана карбюратора при высоких нагрузках, что означает, что длину конуса L следует уменьшить на x (длина конуса L представляет собой перемещение дросселя при малой и большой нагрузке в зависимости от того, как перемещается скользящий дроссель при работе ручки управления). Вы же знаете, должен ли конус быть меньше или больше (в данном случае больше), а также можете подбирать игу подводящего размера для следующего этапа испытаний.

Автомобильная система зажигания

Топливные системы мотоциклов

Экспорт данных

В случае проведения испытаний на стенде с компьютерным управлением, Вы можете сохранить данные и экспортировать их в виде ASCII-текста, который затем можно прочесть в любом текстовом редакторе, а также построить графики или диаграммы с помощью подходящих программ. Вы можете скопировать этот файл на дискету, которую затем можно переписать на любом компьютере (PC или Apple Mac, у которого есть транслятор PC). Эти данные можно сравнить с другими, а также редактировать. Кроме того, у Вас есть возможность использовать «каналы» данных для создания «виртуальных каналов» (тип данных называется «виртуальными» или «математическими» каналами). Вот простой пример: произведение мощности или крутящего момента и постоянного коэффициента приводит данные к стандартным условиям, произведение мощности в лошадиных силах на число 0,736 дает мощность в кВт. Более сложный пример: если Вы знаете интервал времени между отдельными значениями, Вы можете рассчитать скорость изменения крутящего момента. Для этого нужно учесть разность между соседними значениями крутящего момента и разделить на время. Если Вам известна скорость вращения, Вы можете разделить частоту вращения двигателя на скорость вращения (об/мин / км/ч), определить оптимальное передаточное отношение коробки передач и сравнить его с реальными передатками.

11 Окончательная регулировка

Даже если все испытания проводились в логической последовательности, то есть, сначала заменялись основные компоненты, а затем выполнялись их точная настройка, возможно, понадобится еще целый ряд дополнительных испытаний и настроек (в худшем случае может понадобиться повторение всех испытаний с самого начала). Это происходит из-за перекрытия диапазонов влияния различных компонентов, поэтому поздние изменения компонентов могут влиять на более ранние изменения, что вызывает повторение всех настроек. Вы можете оптимизировать угол опережения зажигания, фазу газораспределения, размеры выпускного тракта и т.д. до начала регулировки карбюратора. В процессе настройки карбюратора Вы можете улучшить его работу, но обнаружит, что предыдущие настройки зажигания и газораспределения стали не оптимальными.

Типичным примером является регулировка верхнего конца кривой крутящего момента при помощи главного топливного и воздушного жиклеров. Для предотвращения сдвиг-

Топливные системы мотоциклов

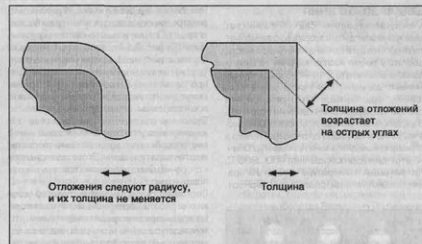


Рис. 6.14. Плотность рабочей смеси

При возникновении отложений на любом объекте, их глубина над острыми ребрами больше. Не имеет значения, является это штатной на стенке, лада на дороге или отложения на электродах свечей. Точка (в переносном смысле), в которой будет самый толстый слой отложений, является местом, в котором попадает искра. Эта точка известна, как точка наименьшего сгорания. Эта точка обладает очень важными свойствами и, между прочим, объясняет работу громотовода.

ком режущего плавания мощности и момента мы смешаем жиг, мощности на несколько сотен оборотов в минуту за допустимые пределы частоты вращения двигателя. В этой точке двигатель нуждается в изменении угла опережения зажигания, фаз газораспределения и некотором уменьшении длины выпускного тракта. Любое из этих изменений влияет на потребление топлива в верхней части рабочего диапазона двигателя, поскольку расход воздуха при увеличении частоты вращения двигателя также увеличивается. Это означает, что с собой все новые и новые изменения.

12 Дорожные тесты

Возможно, Вам потребуется проведение хотя бы некоторых из этих испытаний. Традиционно, окончательными испытаниями считаются дорожные тесты, в которых мотоциклисты испытывают в реальных условиях. Проблемы при испытаниях очевидны — очень трудно соблюдать последовательность испытаний в одинаковых атмосферных условиях, а также очень сложно найти настолько квалифицированного водителя, который смог бы заметить мелкие изменения настройки мотоцикла. Проверка при движении на максимальной скорости еще сложнее, поскольку для нее, во-первых, требуется очень длинная трасса, а, во-вторых, это достаточно опасно для водителя. Подготовка мотоцикла к дорожным испытаниям представляет собой отдельную задачу. Несмотря на то, что карбюратор регулируется и настраивается на оптимальную мощность двигателя, в нем могут возникнуть

другие проблемы. Например, при резком торможении уровень топлива в поплавковой камере может резко измениться (а ту или иную сторону), что может сделать непредсказуемой реакцию мотоцикла при открытии дроссельной заслонки. В одном случае (правда, для карбюратора этот способ не подходит) пришлось соединить стоп-клапан тормоза с топливным насосом так, чтобы при торможении топливный насос выключался и прекращал подачу топлива.

Определенная способность замечать изменения комбинаций частоты вращения / скорости до того, как Вам удастся улучшить чувствительность карбюратора (или улучшить ее... в мотоциклах GP установлены разные виды опережения в зависимости от номера включенной передачи, для того, чтобы снизить чувствительность двигателя к низким передачам). Кроме того, при испытаниях необходимо сохранять постоянными характеристики двигателя, в частности его температуру, поскольку перегрев двигателя (особенно двигателя, поскольку у него есть более высокие температуры) может привести к непредсказуемому возмущению и помехе диагностике. Наступает время, когда можно уже узнать по состоянию свечей зажигания. Стояние электродов и изолятора свечи может многое сказать о состоянии двигателя в условиях его работы. Впрочем, судить об этом можно только зная, что свечи, конечно, если до конца пробег свечи была полностью очищенной. Для того, чтобы «читать» по свечам, необходимо помнить, как она работает (см. список, описано в разделе, приведенном в ней не претендует на полноту).

Свечи зажигания

Мелкая электродная свеча возникает электрический дуг, которая воспламеняет топливо. Это дуг должен иметь мощность, достаточную для воспламенения топлива и должна возникнуть в точно определенный момент времени. Это нужно для двигателя, однако, еще больше это нужно самим свечам. Во-первых, свеча должна сохранять определенную температуру, поскольку самоочищение электродов происходит только в определенной диапазоне температур. Обычно этот диапазон составляет 400...800°C. При меньшей температуре продукты сгорания оседают на электродах и они чернеют.

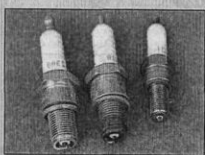


Рис. 6.15. Состояние свечи зажигания после 15 с. Нам не говорят: Свеча NGK B10 (в центре) исполнена серии BV (слева). Присутствие на одной из сторон двигателя, свеча B10 будет черной, возможно на ней будут следы масла, отложения на обеих электродах, тогда как изолятор центрального электрода будет чистым, что говорит о перегреве свечи. Выхлопные газы (сверху) и вода (снизу) не дают никакой пищи для размышлений.

Если дорожные испытания проводятся не только для настройки карбюратора, но и с большим количеством топлива. Нельзя сказать, что это сделать невозможно, однако, имеется столько факторов, работающих против Вас. Главная из них: это недостаток опыта. Много лет назад мы пробовали провести эксперимент по настройке мотоцикла при помощи дорожных испытаний (самого обычного оборудования). Мы работали с двухтактным двухцилиндровым двигателем объемом 250 см³, который был слегка модифицирован для повышения мощности. Мы попытались отрегулировать карбюратор, чтобы оптимизировать его работу у нас был доступ к точной трассе, зависящая от особенностей трассы, поэтому мы хотели совершить поездки с поворотами. Зато нам не нужно было делать полные круги — это давало оптимальное экономное время, и топливо и сохраняли ресурс двигателя (особенно в актуальное время, поскольку изменение погодных условий снижает Ваши испытания несопоставимыми). Мы планировали сделать подготовку мотоцикла в гараже. Нашей задачей было об-

разить более высокой температуре металл электродов свечей и электрода быстро сгорать. Открытые углы становятся сжатыми (не рис. 6.14) поэтому причина важна: острых углов, поэтому увеличиваются, требуется повышенное напряжение для пробоя зазора. В конечном итоге, свеча может так перегреться, что станет причиной преждевременного воспламенения смеси. Это очень опасное явление (оно связано с увеличением угла опережения зажигания), оно способствует дальнейшему возрастанию температуры свечи. Это может привести к такому же эффекту, как перегрев дна поршня (рис. 6.15).

Состояние свечи свидетельствует об условиях работы. Более темный цвет изолятора центрального электрода говорит о том, что температура свечи ниже рабочей, а слишком светлый цвет говорит о том, что она пе-



Рис. 6.16. Этот поршень, двухтактного двигателя подвергся перегреву, особенно в центре (под свечей зажигания). Металл расширился, на нем появились царапины (на метки на боковой стенке поршня). В отпуске из периода сделали детали двигателя черными.

легчить доступ к тем компонентам мотоцикла, которые мы хотели регулировать, нанести метки на ротор системы зажигания и ручку управления дроссельной заслонкой (для того, чтобы отметить время вращений, время испытаний), а также записать сведения зажигания и жиклерами. Мы проводили испытания, проезжая на мотоцикле отмеренное расстояние и засекая время по секундомеру и снимая показания тахометра. Мы работали с датчиками, чтобы сохранить постоянную скорость, положение ручки управления дроссельной заслонкой, свое положение на мотоцикле, а также направление движения, поскольку иначе испытания были бы несопоставимыми. Плавательные испытания позволили нам получить данные об ускорении мотоцикла, его максимальной скорости, а также о разгоне при различных комбинациях ручки управления дроссельной заслонкой и начальной скорости мотоцикла. После этого мы попробовали оптимизировать работу муфты опережения зажигания. С двигателем, на котором предварительно были нанесены метки, эта работа не заняла много времени. Мы обнаружили, что можем измерить незна-

чительные изменения в настройке двигателя. Еще более важным было то, что мы могли отметить выполненные изменения и получить сопоставимые результаты. Это не важно в случае длительных испытаний (за это время может измениться температура воздуха, его влажность, сила и направление ветра и т.д.), поэтому должна быть возможность вернуться назад и заново проводить испытания новых условий. Очень важным также является то, что от водителя не требовалось совершать никаких маневров (например, прохождение поворотов), поскольку с каждым разом он делал бы это лучше.

Во время испытаний мы меняли главный жиклер, а также положение иглы, но в любой момент мы могли вернуться назад и пойти в другом направлении. Эта работа заняла у нас две дня (один день на трассе и один в гараже), кроме того, дорога к трассе и обратно, а также необходимость установки свечей на мотоцикл и оптимизация (сначала для обеспечения лучшего сцепления с трассой). Не ставьте эту работу занею, потому что, в противном случае, вы потратите время на то, чтобы сократить, заменяя одновременно

- Тепловой диапазон свечи (разные свечи сохраняют разное количество тепла). Например, свеча NGK CR9 будет холоднее, чем свеча CR8, а теплее, чем CR10).
- Углы опережения зажигания. Увеличение угла ведет к повышению температуры.
- Выходной мощности. Возрастание мощности ведет к возрастанию теплового потока и росту температуры.
- Моменты затяжки. Слишком малый момент приводит к повреждению шайбы удерживающей свечу с головкой цилиндров, и свеча не вращается сильнее.
- Зазора между электродами. Изменение потребного напряжения за счет изменения зазоров или других причин, ведет к росту температуры.
- Засорения выпускной системы (или других причин, вызывающих повышение температуры в камере сгорания). Это также вызывает рост температуры свечи.
- Состояние рабочей смеси.

Если все остальные факторы находятся в приемлемых диапазонах, состояние свечи определит состав рабочей смеси, которая не может зависеть от надзора и вмешательства в процесс дождливого двигателя.

несколько настроек (например, обогатить рабочую смесь, изменить опережение зажигания и сменить свечу).

На следующий год мы окончательно проверили наши настройки. Они оказались неточными. Скорость мотоцикла возросла, однако, на полную мощность не выходила (шумная вибрация и резкое падение мощности, связанные с детонацией еще до того, как выключил сцепление). Это несколько свело к нулю двигатель прогресса еще поршня — случай необычный, поскольку сначала должен был быть один поршень, а затем другой. В заключение можно сказать, что спальный жиклер и постоянная подача делают возможным проведение таких испытаний, однако, лучше воспользоваться иными методами.

13 Наборы для тюнинга

Такие наборы для тюнинга и тонкой настройки мотоцикла можно приобрести для многих популярных моделей мотоциклов. Тюнинг-наборы выпускаются фирмами Durojet, Dia-Jet, K&N, Cobra и Factory. Эти же фирмы выпускают воздухоочистители и системы выпуска отработавших газов (рис. 6.17).

В большинстве наборов имеются главные жиклеры, воздушные жиклеры, иглы, а также свечки для увеличения диаметра каналов (либо специальные пробки для того, чтобы заглушить эти каналы) в скользящем поршне. В наборах фирм Dia-Jet имеются различные пробки для каждого карбюратора (рис. 6.18). Эти жиклеры работают через

слизную пробку топливной камеры, топливный жиклер и блок смешивания с потоком воздушными каналами и вращающейся камерой. Вращение камеры выравнивает подачу воздуха через каждый из каналов. Отсюда рабочая смесь поступает в распуск карбюратора или в воздушную камеру. При этом происходит некорректное обогащение рабочей смеси при высоких скоростях и нагрузках, однако, не может сделать смесь более бедной (конечно, вы можете установить топливный и воздушный жиклер меньшего диаметра, а затем установить этот комплект для обогащения смеси). Основная проблема всех этих комплектов — сложность настройки конкретного мотоцикла с его трубами и фильтрами. Это не имело бы значения в том случае, если бы жиклеры из этих наборов сохраняли состав рабочей смеси. Состав смеси может сохраниться на верном конном диапазоне, однако, иметь порок в середине. Такой набор можно приписать к конкретному фильтру и/или выпускной системе, но с другой выпускной системой или загрязненным фильтром эта настройка будет некорректной.

Дли того, чтобы выполнить настройку самостоятельно, вы должны быть уверены в том, что такой набор улучшит показатели двигателя и позволит Вам сэкономить деньги. Если Вы планируете купить нечто большее, чем комплект фильтров, начните именно с фильтров. Если несколько простых правил, которые помогут Вам сделать все правильно.

- Жиклеры — Не увеличивайте жиклеры разных типов, даже если эти жиклеры

похожи друг на друга. Выберите диаметр и придерживайтесь его. Жиклер №140 фирмы KYT и жиклер №140 фирмы ABC могут выглядеть похожими друг на друга, но имеют разную производительность (рис. 6.19). Если же они выглядят разными (разный диаметр, разный колесик, разный материал), тем более их производительность будет различной.

- Воздушные жиклеры — Если конструкция предусматривает Вам заглушить отверстие для воздушного жиклера, значит Вы вышли за пределы регулировки карбюратора. Вы можете обеспечить правильный состав рабочей смеси при максимальных оборотах, однако, не сохраните его при средних оборотах. Возможно, Вас интересуют именно максимальные обороты, а может быть, изготовитель рекомендует еще какие-нибудь настройки, которые смогут изменить состав рабочей смеси на средних оборотах.
- Вентиляционные отверстия скользящего поршня — Если оно нуждается в доделке, сделайте эту работу после других. Сначала попробуйте все остальные рекомендации и постепенно сделайте изменения. Имейте в виду, что высверливая отверстие в пластмассовом поршне электрической дрелью, Вы можете сделать отверстие больше, чем высверливая его ручной дрелью.
- Иглы — Рукавные иглы могут быть по полностью совместимы с жиклером, особенно в том случае, если иглы имеют другой тип. Установка антигидравлической жиклер после некорректного прогона (в может быть и после небольшого — если Вы неправильно установите иглу).

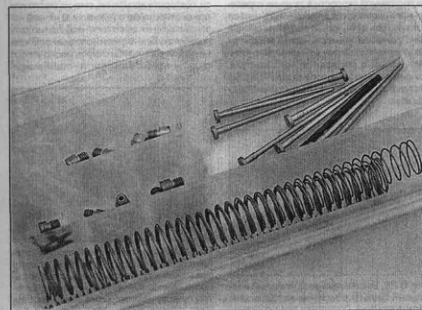


Рис. 6.17. Частичная разборка, поставленная фирмой Durojet. В него входят несколько типовых жиклеров, воздушных жиклеров, новые иглы, новые поршни и пружины, а также сверло для увеличения диаметра отверстия в поршне

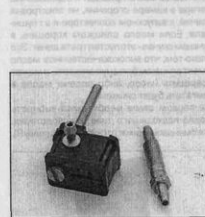


Рис. 6.18. Набор, выпускаемый фирмой Dia-Jet. В него входит жиклер максимальной мощности, который питается через систему от отверстия топливной камеры, а также жиклер топливного жиклера. Топливо подается в камеру смешивания через отверстие для воздушного канала. Из камеры топливо попадает в распылитель, установленный во впускном трубопроводе двигателя



Рис. 6.19. Главные топливные жикеры отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

14 Смазка двухтактных двигателей

Масло в двухтактных двигателях либо впрыскивается впускной трамплином, либо смешивается с топливом. Во время проведения испытаний двухтактных двигателей очень важно обеспечить их смазку, поскольку мощность двухтактных двигателей очень сильно зависит от зазора между поршнем и цилиндром. Этот зазор зависит от температуры цилиндра, которая, в свою очередь, зависит от смазки. Все, что требуется — это достаточное количество качественного масла. Большое количество масла приведет к образованию нагара в камере сгорания, на электродах свечей, в выпускном коллекторе и в глушителе. Если масло слишком хорошее, в лучшем случае, это пустая трата денег. Это плохо тем, что высококачественное масло имеет слишком большую вязкость, и может повредить насос, либо палец масла в двигателе будет слишком.

На первом этапе необходимо выбрать масло подходящего типа, руководствуясь рекомендациями изготовителя (см. главу 9).



Рис. 6.21. В центральное отверстие поршня вставляется игла, а боковое отверстие служит для сообщения с камерой диффракции

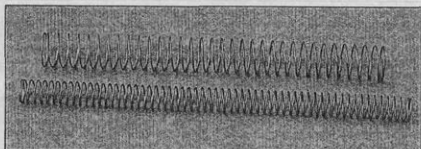


Рис. 6.20. Высота, на которую поднимаются скользящие поршни, определяют крутящий момент двигателя и чувствительность двигателя. Эту высоту можно скорректировать изменением диаметра отверстия в поршне и изменением жесткости возвратных пружин

Далее можно прислушаться к рекомендациям изготовителя насоса, поскольку у масла все время меняются, то в время, как рекомендациям изготовителя мотоцикла относятся ко времени изготвления мотоцикла.

Проверка насосов. Убедитесь в том, что применяемое масло имеет подходящий тип для насосов форсунок, которые обычно рассчитаны на масло с вязкостью SAE30. Проверьте регулировку. Приполноту закрытой дроссельной заслонки ручка управления должна быть в минимальном положении, а вращение ручки должно приводить к плавному перемещению дроссельной заслонки (допустимости открытого положения). Отсоедините трубопровод, ведущий от насоса к двигателю, и опустите его конец в мерную емкость. Запустите двигатель на смеси масла с топливом (обычно 2...3% масла от объема топлива, но лучше уточнить эти цифры в рекомендациях изготовителя). Теперь нужно обеспечить работу двигателя на постоянной скорости в течение определенного промежутка времени. Тага насоса должна быть в полностью открытом состоянии. Производительность насоса зависит от изготовителя, поэтому данные можно уточнить только в руководстве изготовителя. Например, расход насоса Suzuki RGV250 составляет 3.5...4.6 мл на 2 минуты при 2000 об/мин.

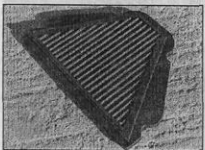


Рис. 6.22. Выхлопной воздушный фильтр обеспечивает большой расход воздуха. Поскольку его сопротивление мало, он создает меньшее падение давления, что приводит к обогащению рабочей смеси

Проверка падения мощности. В процессе модернизации двигателя наступит этап, в который потребуются определить наилучшее место, пригодное для насоса (если он имеется), или оптимальное соотношение масло/топливо. Двигатель должен работать на steady, желательна и сплосованная скорость (в районе пика крутящего момента). Установите температуру под шайбой свечи зажигания для определения температуры. Запишите значения крутящего момента, постепенно закрывая радиатор системы охлаждения от вентилятора, тщательно измеряя температуру. По мере роста температуры крутящий момент должен уменьшаться. Это явление называется падением мощности. Следует избегать слишком высокой температуры падения мощности, поскольку это является свидетельством дросселирования радиатора, который очень быстро может разрушиться. Установите характеристики падением мощности, повторите испытание, сменяя масло или его соотношение с топливом. В начале нового испытания двигатель необходимо дать поработать без нагрузки около 10 минут, прежде чем начать испытание. Если вы хотите, чтобы старое масло успело согреться, в работа двигателя — стабилизировать.

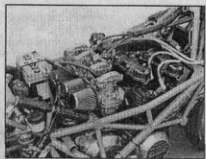


Рис. 6.23. На ранних мотоциклах устанавливались воздушные камеры, от которых впоследствии отказались из-за сложности конструкции. Индивидуальные фильтры лучше, чем открытые воздушозаборники, однако, они создают области с низким давлением, в которых топливо, а также их соотношение, меняется в зависимости от высоты

ваться. Целью этих испытаний является определение сорта масла или его соотношения с топливом, при котором наблюдается наибольшее сопротивление падению мощности. В конечном, в результате этих испытаний Вам удастся получить крутящий момент двигателя, либо сохранить его при

большой частоте вращения двигателя. Вы также сможете обнаружить изменения в процессе сгорания, не в смысле мощности или температуры, а в виде снижения шумности (всплески и гулы) и полной нагрузки для того, чтобы убедиться в пригодности масла для любых условий работы двигателя.

После того, как будет найдена лучшая смазка для самых тяжелых условий работы двигателя, необходимо проверить его при частых нагрузках и полной нагрузке для того, чтобы убедиться в пригодности масла для любых условий работы двигателя.

Содержание

1. Введение

2. Проверка двигателя

3. Проверка насосов

4. Проверка падения мощности

5. Проверка воздушного фильтра

6. Проверка карбюратора

7. Проверка свечей зажигания

8. Проверка клапанов

9. Проверка цепи привода клапанов

10. Проверка подшипников

11. Проверка масла

12. Проверка системы охлаждения

13. Проверка системы зажигания

14. Смазка двухтактных двигателей

15. Проверка системы выхлопа

16. Проверка системы питания

17. Проверка системы смазки

18. Проверка системы охлаждения

19. Проверка системы зажигания

20. Проверка системы питания

21. Проверка системы смазки

22. Проверка системы охлаждения

23. Проверка системы зажигания

24. Проверка системы питания

Модификация Кулина

На рис. 6.19-6.20 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

На рис. 6.21-6.22 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

На рис. 6.23-6.24 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

На рис. 6.25-6.26 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

На рис. 6.27-6.28 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

На рис. 6.29-6.30 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

На рис. 6.31-6.32 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

На рис. 6.33-6.34 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

На рис. 6.35-6.36 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

На рис. 6.37-6.38 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

На рис. 6.39-6.40 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

На рис. 6.41-6.42 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

На рис. 6.43-6.44 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.19-6.20 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.21-6.22 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.23-6.24 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.25-6.26 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.27-6.28 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.29-6.30 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.31-6.32 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.33-6.34 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.35-6.36 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.37-6.38 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.39-6.40 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.41-6.42 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Модификация Кулина. На рис. 6.43-6.44 показаны жикеры, которые отличаются внутренним диаметром, а их тип определяется резьбовой частью и вырезом на головке жикера. Таким образом, жикеры с одинаковым диаметром отверстия могут иметь разную производительность, поэтому необходимо убедиться в том, что замененный жикер имеет тот же тип и диаметр

Правильно настроенный карбюратор обеспечивает оптимальную работу двигателя на всех режимах. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность.

При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность.

1.2. Смазка и регулировка карбюратора

Смазка карбюратора должна быть такой, чтобы не вызвала коррозии и не мешала работе. Смазка карбюратора должна быть такой, чтобы не вызвала коррозии и не мешала работе. Смазка карбюратора должна быть такой, чтобы не вызвала коррозии и не мешала работе.

Смазка карбюратора должна быть такой, чтобы не вызвала коррозии и не мешала работе. Смазка карбюратора должна быть такой, чтобы не вызвала коррозии и не мешала работе. Смазка карбюратора должна быть такой, чтобы не вызвала коррозии и не мешала работе.

При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность.

При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность.

При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность.

При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность.

При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность.

При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность.

При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность. При этом он должен обеспечивать максимальную мощность и экономичность.

Глава 7 Конструкция и регулировка карбюраторов

Keihin и Mikuni

Содержание

Введение	1
Карбюраторы Keihin	2
Карбюраторы Mikuni	3

1 Введение

В этой и следующей главах описаны карбюраторы, карбюраторы установлены на большинстве мотоциклов последнего поколения. В обеих частях устройство карбюраторов сохраняется постоянным. Их компоненты идентичны тем, что указаны в главе 4. Процедура поиска неисправностей и ремонта этих карбюраторов также мало отличается от тех, что описаны в главах 6, 12 и 13. Отличаются карбюраторы лишь в деталях: диаметры жиклеров, внешним видом и номерами деталей по каталогу. В этих главах описана конструкция карбюраторов и даны пояснения к кодировкам производителей.

Для того чтобы описать и дать Вам требуемые следующие размеры: диаметр основной иглы, диаметр углоконуса и место, от которого начинается отсчет для диаметра чашечной иглы, число размеров указывается. Как Keihin, так и Mikuni используют для этих размеров алфавитно-цифровую кодировку, в том числе алфавитно-цифровую кодировку для углов, начиная с A (0° 15' - Mikuni и 0° - Keihin) и далее с шагом 15° до 135° для диаметра чашечной иглы.

При замене иглы и жиклеров карбюратор следует отдавать предпочтение фирменным запасным частям или деталям дилера фирм, но с такой же шкалой калибровки. Тому есть две причины. Первая состоит в том, что детали фирм могут иметь разную калибровку, так что, например, жиклер, имеющий тот же код диаметра, может пропускать иное количество топлива. Вторая причина состоит в том, что не фирменная запасная часть может быть изготовлена из другого материала, не совместимого с деталями фирменного карбюратора, например пары иглы - жиклер.

В приведенных ниже данных знак # используется либо для указания размера (например #130 означает жиклер размера 130) либо для обозначения места (##), если размер содержится в номере детали.

2 Карбюраторы Keihin

На рис. 7.1 - 7.25 показан блок из четырех карбюраторов Keihin, установленный на мотоцикл Kawasaki ZX-9R. Это типичное применение продукции Keihin в качестве основного оборудования, тогда как более поздние модели CRH FCR с более гладкими каналами чаще используются для тюнинга.

В карбюраторах Keihin разных моделей используются главные жиклеры различных типов, поскольку главный жиклер в сочетании с эмulsionной трубкой составляет пару, удовлетворяющую требуемым характеристикам карбюратора, так что подобранный тип также важен, как и правильный размер. Так же важно иметь иглы, которые должны соответствовать ходу, поэтому размер диффузора, диаметров и углов конусности иглы подбираются по взаимным друг к другу.

Главные жиклеры

Жиклеры отличаются общей длиной, размером резьбы и типом головки. По отверстию (плоскую или крестообразную). Основным параметром жиклера является диаметр отверстия (мм) 100 или выше, округленный с шагом 0,025 мм для малых размеров (до #200) и с шагом 0,05 мм для больших размеров. Последняя цифра опускается, так что размеры имеют маркировку 120, 122, 125, 128, 130.

Выпускают карбюраторы следующих типов:

99101-393-##

Называемый также SRS (small, round, slotted)

- Общая длина 8 мм
- Головка круглая, с шлицем под плоскую отвертку
- Резьба 6 x 0,8 мм
- Размеры от #90 до #200 (по данным изготовителя жиклеры этого типа выпускаются в диапазоне размеров от #50 до #250)

Жиклеры этого типа устанавливаются на большинство дорожных мотоциклов Honda моделей VB, VD, VE и некоторых моделей RD и PE, в том числе на модели CV и BVK (Honda и Kawasaki) в качестве главных воздушных жиклеров в карбюраторах FCR с плоским дросселем.

99101-357-##

Называемый также "длинный шестигранный"

- Общая длина 16,5 мм
- Шестигранная головка 6 мм
- Размеры от #80 до #230

Жиклеры этого типа устанавливаются на карбюраторах CR, FCR, PD, PE, PWM и Harley Davidson.

1001-806-##

- Общая длина 9 мм
- Круглая головка с шлицем под плоскую отвертку (диаметр головки меньше диаметра резьбы)
- Резьба 6 x 1,0 мм
- Размеры от #90 до #195

Устанавливаются в карбюраторах Harley Davidson.

N427-27

Внешне похож на жиклер серии 393, только без кольцевой канавки на головке.

- Общая длина 8 мм
- Круглая головка с шлицем под плоскую отвертку
- Размеры от #150 до #220

Устанавливаются в карбюраторах Harley Davidson OE и CV.

Жиклеры холостого хода

Отличаются общей длиной и положением резьбовой части.

N424-21-##

- Общая длина 28 мм, резьба на утопленной части
- Размеры от #35 до #85

Устанавливаются в карбюраторах PJ, PWM, PWM и некоторых карбюраторах с гладкой проточной частью.

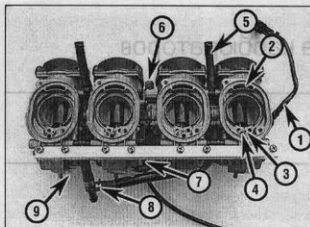


Рис. 7.1. Блок карбюраторов Keihin (вид со стороны воздушного фильтра)

- 1 Электрический разъем датчика положения дросселя
- 2 Канал, соединяющий пространство под диафрагмой с атмосферой или с воздушной камерой
- 3 Главный воздушный жиклер
- 4 Воздушный жиклер системы холодного хода
- 5 Воздушный канал к поплавковой камере (все четыре камеры объединены одним шлангом, который подсоединен к воздушной камере)
- 6 Фиксатор троса управления дроссельными заслонками
- 7 Трос регулировки углов дроссельных заслонок
- 8 Подвод топлива
- 9 Пробка слива отстой из поплавковой камеры с направляющей для отверстия

N424-22-###

- Общая длина 28 мм, резьба на тонкой части
- Размеры от #35 до #80
- Устанавливаются на некоторые карбюраторы PE

N424-24-###

- Общая длина 32 мм, резьба на тонкой части
- Размеры от #35 до #82
- Устанавливаются на некоторые карбюраторы CR



Рис. 7.4. Под дроссельной заслонкой расположено выходное отверстие системы холодного хода (слева в диффузоре) и отверстие для заборника воздуха, управляющего системой обогащения смеси при работе двигателя без нагрузок

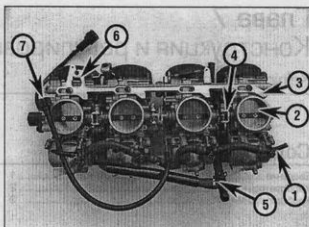


Рис. 7.2. Блок карбюраторов Keihin (вид со стороны двигателя)

- 1 Шланг системы охлаждения двигателя для подогрева карбюратора
- 2 Дроссельная заслонка
- 3 Поплук, управляющий пусковыми клапанами
- 4 Регулятор относительного положения дроссельных заслонок N1 и 2
- 5 Подвод топлива
- 6 Рычаг троса механизма холодного пуска
- 7 Трос регулировки углов дроссельных заслонок

N424-25-###

- Общая длина 15 мм, резьба на упорной части
- Размеры от #35 до #100
- Устанавливаются на некоторые карбюраторы PE

N424-26-###

- Общая длина 23,5 мм, резьба на тонкой части
- Размеры от #35 до #80
- Устанавливаются на некоторые карбюраторы PE

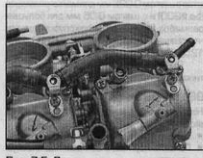


Рис. 7.5. Поплавковые камеры крепятся четырьмя винтами с крестообразными шлицами, одним из которых также закреплен шланг обогрева карбюратора. Винт с простым шлицем в изгибе шланга обогрева предназначен для регулировки холодного хода

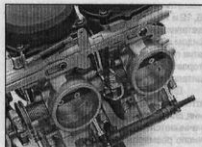


Рис. 7.3. Здесь показан регулировочный винт между осями двух соседних заслонок, которым можно синхронизировать их положение

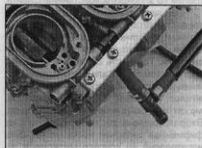


Рис. 7.6. Сверху над диффузором расположены несколько отверстий, в два из них ввернуты латунные жиклеры (главный воздушный жиклер и жиклер холодного хода), три отверстия вокруг пустые, в большое отверстие с резьбой справа вворачивается винт крепления пластмассового рструба

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

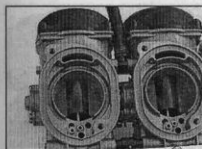


Рис. 7.7. Внутри диффузора виден черный поршень - полпук. Слева на корпусе карбюратора расположена вакуумная камера системы обогащения смеси при малых нагрузках. Поплавковые камеры не соединены непосредственно с атмосферой. Вместо этого отверстия камер объединены одним шлангом, который соединен с воздушной камерой, так что давление в поплавковых камерах всегда равно давлению в воздушной камере. В некоторых модификациях шланг подведен к заслонке, с помощью которой шланг можно подкачивать к разным источникам давления и подстраивать таким образом к различным условиям работы двигателя



Рис. 7.9.5. Теперь отверстия переходной системы полностью открыты. Их число и расположение определено экспериментально при доводке двигателя так, чтобы обеспечивался плавный переход от холодного хода к средним нагрузкам

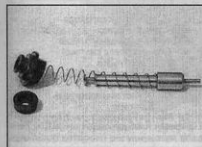


Рис. 7.10.а. На фотографии показан подпружиненный пусковой системы холодного пуска

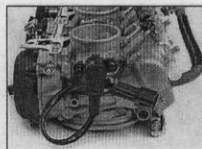


Рис. 7.8. На правой стороне блока установлен потенциометр - датчик положения дроссельных заслонок. В трехпозиционном разьеме датчика один контакт - подвод питания, второй - массой по третьему соимается напряжение с датчика потенциометра на вход блока управления зажиганием. Сигнальный сигнал меняется в пределах от 0,5 В при холостом ходе до 3,5 В при полной нагрузке

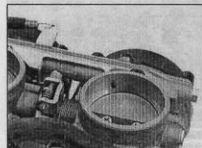


Рис. 7.10.б. Отверстие в конце диффузора под дроссельной заслонкой предназначено для холодного пуска двигателя. Оно соединено внутренними сверлениями через топливный жиклер с поплавковой камерой

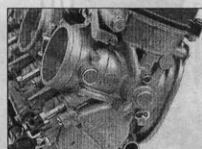


Рис. 7.11. Небольшая вакуумная камера с диафрагмой сбоку карбюратора управляет обогащением смеси при малых нагрузках и высоких оборотах двигателя (при выезде, спуске под уклон и пр.). Если разрежение под заслонкой достаточно велико, оно оттягивает диафрагму в камеру, преодолевая усилие пружины, и открывает еще один подпружиненный клапан внутри карбюратора, который добавляет топливо в систему холодного хода

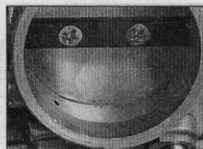


Рис. 7.9.а. Переходная система холодного хода: при небольшом открытии дроссельной заслонки от положения холостого хода открывается ряд отверстий, которые постепенно увеличивают подачу топлива из системы холодного хода до момента вступления в работу главной дозирующей системы

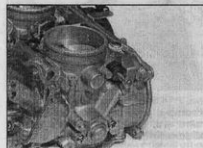


Рис. 7.10.6. Трос подсоса перемещает вдоль всего блока карбюраторов ползун, управляющий пусковыми. Пусковые открывают доступ воздуха из под диафрагмы (из атмосферы или из воздушной камеры) к точке подвода топлива. Эта система работает подобно минитермому карбюратору, который подает добавочное топливо к основной рабочей смеси и обогащает ее во время холодного пуска



Рис. 7.12.а. Подогреватель карбюратора представляет собой латунную трубку с перегородкой внутри, по которой циркулирует охлаждающая жидкость

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

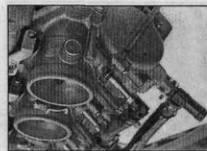


Рис. 7.12.6. Трубка вставлена в корпус карбюратора под диффузор рядом с каналами системы холодного хода, которые быстрее всего замерзают при низкой температуре

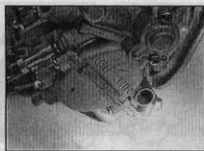


Рис. 7.13. Большинство карбюраторов имеют на корпусе идентификационный номер, который позволяет правильно подобрать размеры жиклеров и прочих заменяемых деталей

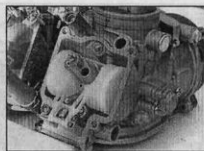


Рис. 7.14.а. Для доступа к поплавку надо отвернуть четыре винта крепления крышки. Поплавок качается на стальной оси (на фотографии внизу слева). Отвернув латунный стопорный винт, можно освободить ось и снять ее вместе с поплавком

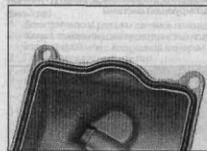


Рис. 7.14.б. Крышка поплавковой камеры уплотнена резиновым жгутом. Не трогайте его, если, конечно, он уже не поврежден

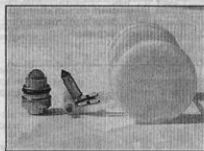


Рис. 7.15. Игла клапана закреплена на рычаге поплавка пружинным фиксатором, так что всю сборку можно без труда снять и установить. Игла входит в латунный корпус с седлом. Корпус вставлен в поплавковую камеру, уплотнен резиновым кольцом и закреплён винтом

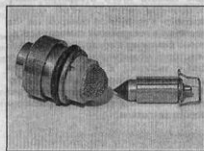


Рис. 7.16. В корпус клапана встроены тонкий сетчатый фильтр, который надо регулярно промывать или продувать в направлении обратного потока топлива. Обрезанный наконечник иглы и его седло в корпусе клапана должны быть совершенно чистыми и не должны иметь никаких дефектов на сопрягаемых поверхностях

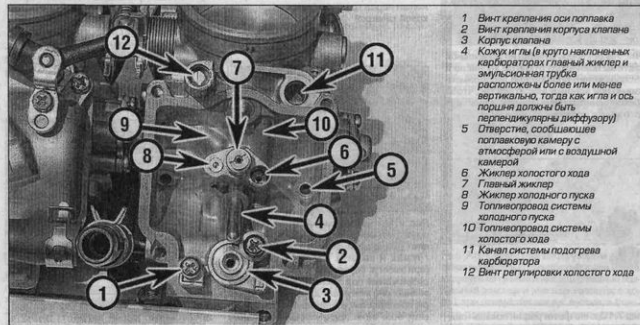


Рис. 7.17. Поплавковая камера

- 1 Винт крепления оси поплавка
- 2 Винт крепления корпуса клапана
- 3 Корпус клапана
- 4 Кожух иглы (в круге наклоненных карбюраторов главный жиклер и импульсная трубка расположены более или менее вертикально, тогда как игла и ось поршня должны быть перпендикулярны диффузору)
- 5 Отверстие, сообщающее поплавковую камеру с атмосферой или с воздушной камерой
- 6 Жиклер холодного хода
- 7 Главный жиклер
- 8 Жиклер холодного пуска
- 9 Топливопровод системы холодного пуска
- 10 Топливопровод системы холодного хода
- 11 Канал системы подогрева карбюратора
- 12 Винт регулировки холодного хода

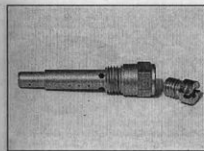


Рис. 7.18. Главный жиклер (деталь меньшего размера) ввернут в импульсную трубку, которая в свою очередь ввернута в корпус карбюратора

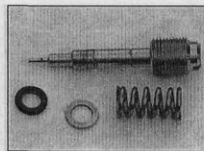


Рис. 7.19. Винт регулировки составов смеси на холодном ходу имеет конус для тонкой регулировки количества топлива, уплотнительное кольцо, пружину для удержания винта в отрегулированном положении и шайбу для защиты уплотнительного кольца от повреждения пружиной



Рис. 7.20. Если отвернуть четыре винта крепления крышки сверху карбюратора, то под ней обнаружится диафрагма камеры поршня и возвратная пружина

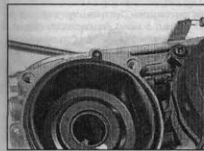


Рис. 7.21.а. Наружная кромка диафрагмы утоплена в кольцевую канавку корпуса карбюратора и имеет небольшой выступ, благодаря которому диафрагму можно установить только в одном положении. В выступе расположен маленький латунный жиклер

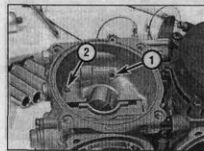


Рис. 7.21.б. Внутри камеры (под диафрагмой) находится чистый воздух из воздушной камеры, который отводится также в систему холодного пуска (1) и в камеру обогащения смеси при малых нагрузках (2)

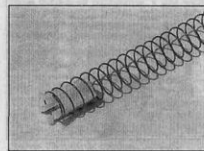


Рис. 7.22. Внутри поршня помещена пружина. В пружину вставлен с одной стороны пластмассовый фиксатор, который центрирует пружину в расточке поршня и прижимает иглу к днищу поршня



Рис. 7.23. На торце поршня имеется криволинейный вырез, с помощью которого регулируется воздушный поток при очень малом открытии дроссельной заслонки. В центральном отверстии расположена игла, а через отверстие меньшего диаметра разрежение в диффузоре передается в пространство над диафрагмой, что заставляет поршень подниматься

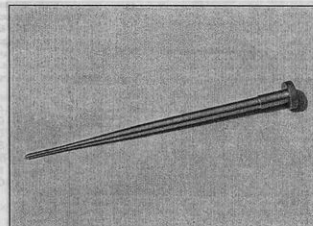


Рис. 7.24. Конусная игла регулирует подачу топлива при частичных нагрузках. Игла находится в поршне и прижата к его днищу пружиной. Регулировка иглы не предусмотрена, хотя ее можно немного поджать, подложив под ее головку шайбу

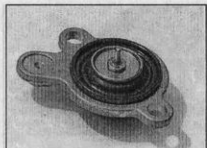


Рис. 7.25а. В млениковой крышке сбоку на стенке карбюратора помещен воздушный глушитель, уплотненный диффрагмой, и предназначенный для обогащения рабочей смеси на малых нагрузках. Воздух из диффузора под дроссельной заслонкой подводится к диффрагме через отверстие в крышке

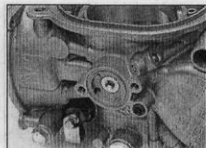


Рис. 7.25б. За патентованной установкой расположен подпружиненный пиллер. Плоско, через отверстие (на фотографии слева) сообщается с камерой под главной диффрагмой, откуда и все подается очищенный воздух из воздушной камеры



Рис. 7.26. Карбюратор Keihin позволяет выключать могут сдвигаться различными креплениями и входными устройствами для различных приложений. На этой фотографии показан входной патрубок с раструбом и отверстием впускной в него втулки

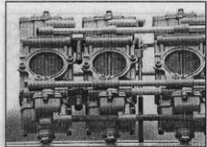


Рис. 7.27. Карбюратор Keihin FCR (вид со стороны впуска воздуха со снятием впускных патрубков). На фотографии хорошо видны воздушные жиклеры - главный и холостого хода. Верхние Т-образные патрубки соединяют поплавковые камеры с воздушной камерой, тогда как нижние патрубки - это подвоз топлива. Нижний шланг распределяет топливо от ускорительного насоса

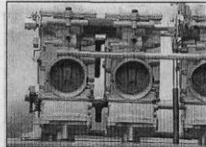


Рис. 7.28. Вид на блок карбюраторов Keihin FCR со стороны двигателя. Шпindel, управляющий дроссельными заслонками с возвратной пружиной расположен в блоке сверху. Привал, в котором расположен ускорительный насос, виден слева внизу. Привод ускорительного насоса соединен с корпусом шпинделя дросельных заслонок

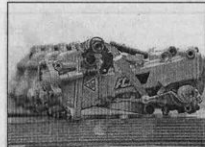


Рис. 7.29. Ускорительный насос с приводом. Один насос обслуживает четыре карбюратора

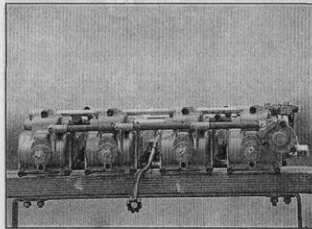


Рис. 7.30. На этой фотографии блок FCR снизу хорошо виден ускорительный насос. Шестигранные и шпательные камеры - это сильные прожиги. Они сделаны достаточно большими для того чтобы удалить из камер всю грязь и воду, а также для доступа к главному жиклеру без разборки карбюратора

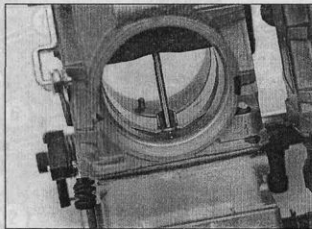


Рис. 7.31. Здесь видна гладкая поверхность диффузора, экран вокруг главного распылителя и (далее по направлению потока воздуха) распылитель ускорительного насоса

Иглы

Наиболее популярны иглы FCR производства Keihin, которые выпускаются в диапазоне от 28 до 33 мм (серия JCS###) и в диапазоне от 35 до 41 мм (серия JCS##). Иглы маркируются номером серии и тремя буквами (например, JCSF5).

- Первая буква (F) обозначает угол конуса (в данном случае 1° 15').
- Вторая буква (S) обозначает длину от верхней регулировочной канавки до точки, где диаметр иглы равен 2,515 мм. Расстояние между отверстиями жиклеров и канавкой (т.е. близкой к конусу). В данном случае это расстояние равно 63,45 мм.
- Третья буква (T) обозначает диаметр цилиндрической части иглы (вспомогательную канавку). Буква T соответствует диаметру 2,775 мм.

Маркировка конуса начинается с буквы A, соответствующей углу 0° и возрастает для каждой последующей буквы с шагом 15° (например, до буквы G - шестой шаг размер будет 6 x 15° = 90° или 1° 30').

Маркировка длины начинается также с буквы A, которая в серии 90 соответствует начальному значению 56,25 мм, в серии 00 - значению 72,2 мм и возрастает для каждой последующей буквы с шагом 0,45 мм. Например буква G (шестой шаг) в серии 90 соответствует длине 6 x 0,45 + 56,25 = 58,95 мм, а в серии 00 6 x 0,45 + 72,2 = 74,9 мм.

Маркировка диаметра цилиндрической части начинается с буквы A - 2,805 мм и возрастает для каждой последующей буквы с шагом 0,01 мм. Например, буква G (шестой шаг) соответствует диаметру 6 x 0,01 + 2,805 = 2,865 мм.

Обычно для настройки карбюратора хватает регулировочных канавок (т.е. игла FCR имеет семь канавок, из которых верхняя (№ 1) соответствует самой бедной смеси, поскольку в этом положении игла глубже всего входит в отверстие жиклера).

Перемещение иглы с увеличением номера канавки обогащает смесь на частицей нагрузки, но наиболее заметным это перемещение становится в диапазоне открытия дроссельной заслонки от 1/4 до 1/2 ее полного хода.

Игла с тем же начальным диаметром, но с меньшим углом конуса (т.е. с буквой маркировки ближе к началу алфавита) не оказывает существенного влияния на состав рабочей смеси при малых углах открытия дроссельной заслонки, но при больших углах открытия значительно обедняет смесь. Игла с большей конусностью (т.е. с буквой маркировки ближе к концу алфавита), наоборот, при больших углах открытия заслонки обогащает смесь.

Для того чтобы обогатить или обеднить смесь при малых отклонениях дросселя, в канавке первого шага можно поднять или опустить иглу. Если этого недостаточно,

установите иглу соответственно меньшего или большего диаметра. Вместе с тем, иглы с одинаковым углом конусности дадут одинаковое изменение состава смеси на всем диапазоне открытия заслонки. Для корректировки этого изменения на полном дросселе, следует изменить конусность иглы. При использовании иглы с меньшим начальным диаметром для обогащения смеси, предотвратить переобогащение смеси на полном нагрузке поможет игла с меньшей конусностью. При использовании иглы с большим начальным диаметром (обеднение смеси), предотвратить обеднение смеси на полном нагрузке позволит игла с большей конусностью.

Значение дроссельной регулировочной иглы (расстояние до места, где диаметр равен 2,515 мм) состоит в том, что Вы можете приблизительно рассчитать компенсационные изменения, о которых говорится в последнем параграфе. Если игла уже установлена на канавку № 1 (или № 1), а смесь требует дальнейшего обогащения (или обогащения), тогда это значение можно использовать для поиска иглы с большим расстоянием до этой точки, что равносильно дальнейшему опусканию иглы для обогащения смеси (или с меньшим расстоянием, что соответствует дальнейшему поднятию иглы для обогащения смеси). Таким образом Вы можете подобрать иглу, которая даст наилучшую смесь на одной из средних канавок, оставив таким образом возможность дальнейших регулировок в обе стороны.

Жиклеры для игл

Выпускаются жиклеры с различными соплами. Сопло оказывает сопротивление истечению топлива, поэтому, чем больше сопло, тем больше топлива из него вытечет.

Высота поплавковой игла

Положение поплавка измеряется от его поверхности до поверхности под прокладку крышки поплавковой камеры. При этом поплавок должен касаться клапана, но не напрягать его пружину.

Некорректные значения этих расстояний для поплавков различных карбюраторов.

FCR	9 мм
CR	14 мм
PWK 28 мм	19 мм
PWK 35 - 39 мм	16 мм
PJ	16 мм
PWM 38	6,5 мм
FE 24 - 28 мм	14 мм
FE 30 - 34 мм	20 мм

Винт холостого хода

В карбюраторе FCR винт холостого хода регулирует подачу топлива. Высыривание винта обогащает смесь, вворачивание - обедняет ее. В карбюраторах других моделей (например, CR) винт холостого хода регулирует воздушный поток.

Ускорительный насос

В приводе ускорительного насоса имеется достаточно большой ход, чтобы насосчитать топливо только в конце хода дроссельной заслонки. Этот ход, от которого зависит количество впрыскиваемого топлива, можно отрегулировать.

Увеличение люфта уменьшает количество впрыскиваемого топлива. Необходимо, в такой регулировке вмешиваться в том случае, если очевидно, что смесь во время работы слишком бедная. Если смесь, наоборот, слишком бедная, то следует уменьшить люфт привода, чтобы насос впрыскивал большее количество топлива.

3 Карбюраторы Mikuni

Mikuni также предлагает широкий выбор фирменных оборудования и карбюраторов последних разработок, в том числе модели VM и BS с круглым ползунком, TM, TMM, RS и HBS и HBS/45 (для мотоциклов Harley Davidson) с плоским ползунком. Конструкция карбюраторов показана на рис. 7.32 - 7.54.

Серии карбюраторов

Ниже приведены номера серий карбюраторов. С этого номера начинаются номера деталей по каталогу.

Серия	Тип карбюратора
159	С плоским ползунком 30 - 38 мм
166	С плоским ползунком 38 мм
169	С малым размером корпуса 28, 30 мм
171	С плоским 30 мм
172	С плоским 28 мм
175	С плоским ползунком 28 мм
176	С плоским ползунком 30 - 38 мм
180	С плоским ползунком 28 мм
182	Kawasaki, с плоским 32 мм
190	С плоским 28 мм
193	С плоским 24 мм
205	С плоским 34 мм
211	Kawasaki KFR250/400/750
224	С плоским ползунком 40 - 44 мм
235	С плоским 30 мм
247	Yamaha YZ250/400, TT400
259	Yamaha TT, SR, XT500, Suzuki DR, SR, GS550, GS750/850, Kawasaki Z550/1000
261	VM28, VM33
389	TM28, 34, 38, 38, 41
430	TM33
568	RS34, 38
568	RS38, 40

Главные жиклеры

Главные жиклеры различаются размерами и типом, головкой - шестигранный или со шлицем под плоскую отвертку.

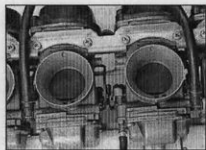


Рис. 7.32. Карбюраторы со скользящей дроссельной заслонкой и с постоянным воздушным потоком устанавливаются как стандартное оборудование на мотоциклы с четырехтактными двигателями. На фотографии виден упор дроссельной заслонки с дистанционной регулировкой холодного хода, Т-образные подводы топлива и отверстия во входных раструбах для воздушных жиклеров. Центральное отверстие в раструбе - для главного воздушного жиклера, отверстие справа - для воздушного жиклера холодного хода

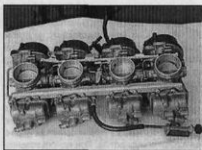


Рис. 7.33. Блок из четырех карбюраторов с поворотными дроссельными заслонками. На фотографии видны регулируемые связи осей заслонок и регулируемый упор заслонки. Поплавковые камеры снабжены коническими сливными пробками

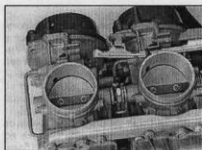


Рис. 7.34. Трубка слева на каждом карбюраторе соединяет жиклер холодного пуска в поплавковой камере с камерой над диффузором. Плуокер, расположенный в этой камере, и управляемый вручную конуской "подсос", открывает или закрывает дополнительный поток топливозадушной смеси, который подается в диффузор через отверстие над дроссельной заслонкой (видно на фотографии)



Рис. 7.35. Вертикальная трубка, проходящая через фланец верхней крышки - это точка отбора вакуума, связанная с системой холодного пуска

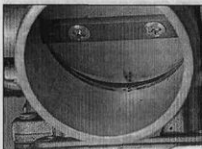


Рис. 7.36. Когда дроссельная заслонка слегка приоткрыта, под ней видны несколько мелких отверстий переходной системы смесеобразования. Обратите внимание на темное кольцо под заслонкой - это отложение, образующиеся при испарении топлива при закрытой заслонке

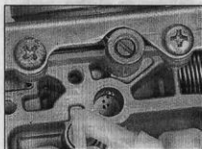


Рис. 7.37. Такие же отверстия видны внутри поплавковой камеры. Их можно перекрыть пробкой, установленной в корпусе. Можно их и увеличить, расширив сверлом большего диаметра, если при переходе от холодного хода к средним нагрузкам двигатель не начинает работать неустойчиво. Но единственный способ добиться оптимальной работы двигателя - это метод проб и ошибок

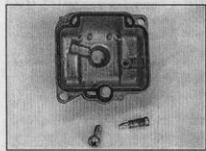


Рис. 7.38. Крышка поплавковой камеры крепится двумя винтами и снабжена конусной пробкой для слива. Проверьте уплотнение крышки, убедитесь в том, что оно заправлено в канавку и не имеет повреждений

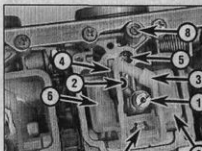


Рис. 7.39. Поплавок качается в пластмассовой рамке, через которую осуществляется также отбор топлива для системы холодного пуска

- 1 Главный жиклер
- 2 Жиклер холодного хода
- 3 Отбор топлива для системы холодного пуска
- 4 Жиклер холодного пуска
- 5 Отбор топлива для переходной системы
- 6 Поплавок
- 7 Рычажок, к которому крепится запорная игла
- 8 Вент. регулировки холодного хода

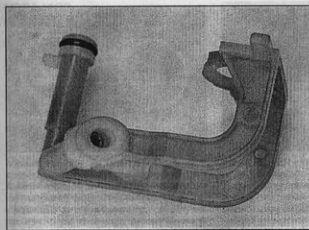


Рис. 7.40. Пластмассовая рамка вставляется в отверстие, в котором расположен жиклер холодного пуска и фиксируется вторым концом в поплавковой камере

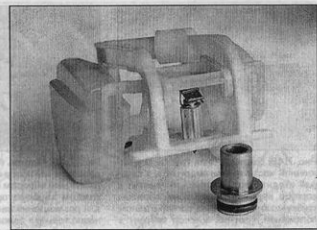


Рис. 7.41. Узел поплавков с иглопальным клапаном в рамке (рамка перевернута). На переднем плане показан корпус иглопального клапана

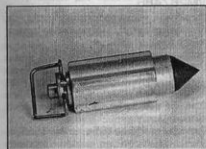


Рис. 7.42. Игла клапана имеет пластмассовый наконечник для лучшего прилегания к седлу. На другом конце иглы провололочная серга, которой игла соединяется с рычажком поплавков. Центральный штифт иглы подпружинен

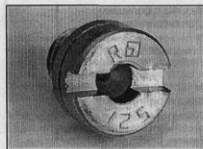


Рис. 7.43. Главный жиклер



Рис. 7.44. Идентификационный номер, нанесенный на корпус карбюратора, опломбирован моделью двигателя, для которого предназначен карбюратор

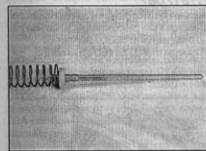


Рис. 7.45. Конечная игла. Обратите внимание на отклонение на цилиндрической части иглы. Это значит, что при работе двигателя на цилиндрической части иглы (примерно четверть от полного дросселя) топливо поднимается по игле и там испаряется, оставляя лаковые отложения. При большем открытии дросселя топливо распыляется или испаряется до того как поднимется по игле, либо перемещением иглы в жиклере очищает ее

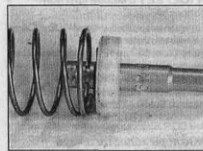


Рис. 7.46. Игла прижимается к дроссельному полузупу пружинной ползуну, которая упирается в пластмассовую шайбу. Под шайбой виден идентификационный код иглы

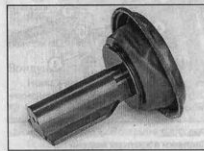


Рис. 7.47. Конструкция ползунцилиндрического дросселя Mikuni. В центральном отверстии ползуна размещается игла, второе отверстие сообщает диффузор с полостью над диффузором. Осмотрите диффузную на наличие повреждений, особенно в месте ее соединения с ползунком

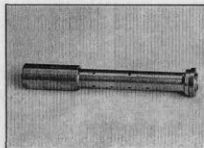


Рис. 7.48. Эмульсионная трубка. В уплотненной части трубки виден паз, в который входит соответствующий выступ в корпусе карбюратора. Таким образом трубку можно установить только в одном положении. Главный жиклер ввернут в основание трубки

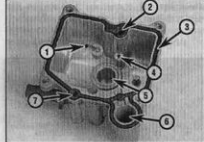


Рис. 7.51. Поплавковая камера модели RS
1 Скорос переполнения
2 Жиклер холодного пуска
3 Уплотнение
4 Питание жиклера холодного пуска
5 Сливное отверстие
6 Камера ускорительного насоса
7 Канал подачи топлива от ускорительного насоса

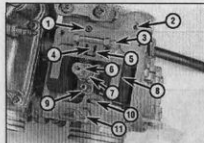


Рис. 7.52. Поплавки и жиклеры модели RS
1 Жиклер ускорительного насоса
2 Отверстие для плунжера ускорительного насоса
3 Ось поплавка
4 Рычажок
5 Игольчатый клапан
6 Главный жиклер
7 Эмульсионная трубка / жиклер игольчатый
8 Поплавок
9 Жиклер холодного пуска
10 Жиклер холодного пуска
11 Вит регулировки холодного хода

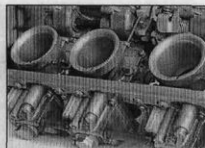


Рис. 7.49. Модель Mikuni RS с плоским дроссельным клапаном оборудован ускорительным насосом плунжерного типа. В каждом карбюраторе имеется прижим для размещения насоса, но установлен насос только в одном из четырех карбюраторов блока. Насос приводится в действие стопором на шпильке дроссельных клапанов, который при необходимости можно отрегулировать, чтобы он начинал приводить в действие насос в нужный момент

4/042 с большим шестигранным

Отличается высоким шестигранным. Размеры от #50 до #200 с шагом 5 и от #200 до #720 с шагом 10.

M10/14 с малым шестигранным

Шестигранный обычно имеет размер головки обычного болта. Размеры от #50 до #200 с шагом 5.

N100/604 с большой круглой головкой

Круглая головка имеет шлиц под плоскую отвертку. Размеры от #50 до #210 с шагом 2,5.

N102/221 с малой круглой головкой

Тот же размер резьбы, что и N100/604, но с меньшей головкой. Размеры от #50 до #200 с шагом 2,5.

N208/093 запорно-вентиль

Без резьбы. Используются на некоторых моделях Ducati и Yamaha. Размеры от #110 до #140 с шагом 2,5.

Жиклеры холодного хода

Отличаются расположением резьбовой части и размерами эмульсионной трубки.

VM22/210

Установлен на большинстве карбюраторов Mikuni. Короткая резьбовая часть. Шлиц под плоскую отвертку. Размеры от #10 до #30 с шагом 2,5 и от #35 до #95 с шагом 5.

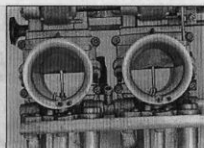


Рис. 7.50. Топливо на ускорительного насоса впрыскивается в диффузор через небольшой распылитель, расположенный перед игой. На фотографии видны также два воздушных жиклера: в центре — главный жиклер, справа от него — жиклер холодного хода

VM28/213

Установлен на Kawasaki Z1 1972 года. Размеры от #15 до #40 с шагом 5.

VM28/486

Резьбовая часть посередине, шлиц под плоскую отвертку, эмульсионная трубка многоголосье резьбы. Установлен на VM28, RS35 и RS38. Размеры от #12,5 до #65 с шагом 2,5.

M28/1001

Длинная резьбовая часть, примерно на половину жиклера. Размеры от #15 до #65 с шагом 2,5.

BS30/96

Фирменное оборудование для карбюраторов с постоянным разрежением. Внешний вид не отличается от VM22/210, но в эмульсионной трубке только два отверстия. Размеры от #30 до #60 с шагом 2,5.

N151/067

Фирменное оборудование для карбюраторов с постоянным разрежением. Внешний вид не отличается от BS30/96. Размеры от #30 до #60 с шагом 2,5.

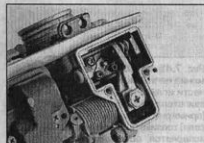


Рис. 7.53. На шпильке привода дросселя закреплен рычажок, для открытия воздушной заслонки при повороте шпильки

Типовые системы мотоциклов

N224/103

Фирменное оборудование для карбюраторов TMX36, установленных на мотоциклах Yamaha YZ. Внешний вид не отличается от BS30/96. Размеры от #35 до #65 с шагом 5.

Воздушные жиклеры

BS30/97

Применяется на карбюраторах с установочным диаметром 26...44 мм. Размеры от #0,5 до #2,0 с шагом 0,1.

BS42/55

С таким же наружным размером, что и BS30/97, но с совершенно другими размерами жиклера. Используются как основное оборудование в качестве главного воздушного жиклера или воздушного жиклера холодного хода в карбюраторах Suzuki. Размеры от #7,0 до #30,0 с шагом 1,0.

Жиклеры, регулируемые игой

У Mikuni две базовые конструкции жиклеров для работы с игой. Одна из них (В) имеет эмульсионную трубку с воздушными отверстиями и плоский распылитель. Вторая (Р) имеет распылителем имеет экран с воздушным отверстием в основании. Некоторые карбюраторы типа RS с плоским дросселем подачей воздуха имеют экран с отверстием самого распылителя.

Жиклер должен соответствовать серии карбюратора как по размеру, так и по типу главного жиклера, так что номер детали (например, 389/P-4P) должен содержать три цифры, определяющие серию карбюратора (для комбинированной 389), затем буквенно-цифровое обозначение (P-4), определяющее размер, и последнее букву, указывающую тип жиклера (В или Р).

Маркировка размеров начинается с буквы N, которой соответствует размер 2,550 мм, и далее для каждой следующей буквы английского алфавита размер увеличивается на 0,05 мм (например, буква Р будет соответствовать размеру 2,650 мм). Цифра, которая стоит после буквы, означает увеличение размера с шагом 0,005 мм (например, P4 имеет размер 2,650 + (4 x 0,005) = 2,670 мм). Обычные коды размеров лежат в пределах от N до R, но для серии 204 сделано исключение: буквенно-маркировка начинается с Z, после чего следуют AA, BB и CC (с шагом 0,005, как и раньше), а цифры могут принимать значения 0 или 5 (с шагом 0,025 мм).

Иглы

Размеры иглы маркируются буквенно-цифровым кодом (например, 60H2). Первая цифра (6) — серия карбюратора (см. ниже).

По коэффициенту толщины иглы буквы A (-15) и увеличиваются по мере движения по шкале с шагом 15° (так, буква D соответствует 1°, а буква H - 2°). Чем меньше конусность иглы, тем ближе код к началу алфавита, тем беднее смесь. Наибольшая

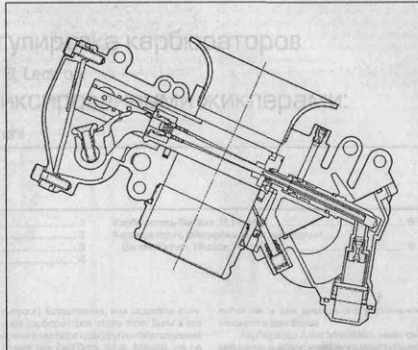


Рис. 7.54. Модель Mikuni TDMR40, поставленная в наборе Suzuki GSX-R750W для гонок. Обратите внимание на наклонную поплавковую камеру и смешанный главный жиклер, что позволяет карбюратору работать при больших углах наклона машины. Для предотвращения заедания воздушной заслонки движется в роликах, направляющих (Suzuki)

Серия (первая цифра)

- 4 Все карбюраторы с фланцем 22 и 24 мм
- 5 С посадочным диаметром 26 - 32 мм или с фланцем 28 - 34 мм
- 6 С установочным диаметром 30 - 38 мм
- 7 С установочным диаметром 40 и 44 мм
- 8 HSR 42 мм
- 9 Карбюраторы RS и HS

Вторая цифра (D) обозначает конусность иглы. Третья позиция в обозначении (если это буква) относится ко второму конусу, дальнему от установочных канавок. Последняя цифра (2) обозначает производителя. Коды игл для моделей позволяют выпускать с плоским дросселем имеют в конце цифровое дополнение, например, .60. Эта цифра обозначает диаметр основания конуса иглы в сотых долях миллиметра сверх 2,00 мм. Так, диаметр иглы с дополнением .60 будет 2,060 мм. Для других игл подобное дополнение в диапазоне от -1 до -5 обозначает номер канавки, от которого должен быть выставлен фиксатор, для конкретной модели карбюратора.

Конусности иглы начинаются с буквы A (-15) и увеличиваются по мере движения по шкале с шагом 15° (так, буква D соответствует 1°, а буква H - 2°). Чем меньше конусность иглы, тем ближе код к началу алфавита, тем беднее смесь. Наибольшая

чувствительность будет при большом открытии дросселя. Игла с большой конусностью будет прогрессивно обогащать смесь. Для образования смеси удовлетворительного состава при малом открытии дросселя иглу необходимо отрегулировать - подуть или опустить (т.е. подобрать момент, когда дроссельная заслонка иглы переходит к конической, либо установить иглу с другим диаметром цилиндрической части, либо установить жиклер другого диаметра).

В руководствах Mikuni содержится таблица соответствия диаметра иглы диаметра заслонки и диаметра дросселя.

Воздушные заслонки (шторки)

Номер шторки обозначает высоту ее нижней кромки относительно основания, т.е. #3 больше, чем #2. Шторка с вырезом большего размера даст более бедную смесь в диапазоне от 0 до 1/8 открытия дросселя. Предлагаются шторки различных сплавов, хромированные, латунные, анодированные алюминий и пластмасса.

Некоторые карбюраторы старых конструкций имеют закрывающий блок, либо пробкой, для наблюдения за щелью. Шторки имеют метки, (обычно небольшое сверление), выровненные, которые можно синхронизировать штифты всех карбюраторов в блоке.

Типовые системы мотоциклов

Топливные системы мотоциклов

Карбюраторы с фиксированными жиклерами:

Содержание

1 Введение

выпуска). Естественно, они задавали стандарт карбюраторов этого типа. Были в это время и карбюраторы других изготовителей (такие как Dell'Orto, Bing, Mikuni), но не совсем ясно, были ли их конструкции разработаны самостоятельно или под влиянием Amal и его предшественников. Так, Mikuni 70-х годов в значительной мере напоминал Amal.

Типаж карбюраторов Amal составляет достаточно длинный список. В 1969 году насчитывалось пять различных типов этих карбюраторов (19, 32, GP2, 379 и 600/000).

Карбюратор GP2 явился развитием ранее выпускавшихся TT и RN и разрабатывался, в основном, для спортивных мотоциклов. Он имел оптимизированную поплавковую камеру, высота которой могла регулироваться для совмещения уровня топлива с меткой, нанесенной на карбюратор. При этом сам карбюратор мог быть установлен под любым углом. Карбюратор имел дроссель плужкового типа, но игла была закреплена на плужковой скобе и перемещалась в своей камере, не влияя отрицательно на диффузию.

Amal заменил карбюраторы WW2 практически на всех мотоциклах британского производства (которые в то время составляли значительную долю мирового

В камере иглы внизу располагался главный жиклер, а сверху - воздушный жиклер. Распылитель впрыскивал топливо из жиклера иглы в диффузор. Распылитель был единственным турбулизатором воздушного потока в диффузоре. Воздушная заслонка шторного типа перемещалась в блоке "подсоса", оставляя небольшую щель в проходном сечении диффузора.

Наружный воздух воздушномуixture поступает через небольшую камеру с плунжером, который управляется тросом. Воитель мог управлять им с помощью рычага на руле - при нажатии на рычаг плунжер опускался и уменьшал подачу воздуха, что приводило к обогащению смеси при проезде двигателя Павла водители, пользова-

Карбюратор Amal Monoblock имел совершенно иной вид и имел уже много общего с современными карбюраторами. Игла располагалась по центру воздушной заслонки, главный жиклер, система воздушного подсоса топлива и система холостого хода расположены в тех же местах, что и в карбюраторах Keihin FCR и Mikuni FSR. Поплавокная камера отлита заодно с корпусом со смещением вправо или влево в зависимости от установки карбюратора на двигатель.

В этом состояли основные отличия последующих моделей. В карбюраторе Concentric поплавковая камера располагалась под блоком жиклеров соосно с ним. В дальнейшем модель Concentric была дополнена полированной проточной частью, напоминающей карбюратор GP для спортивных машин. Последний разработкой явился набор для повышения мощности, в котором конструкция входного раструба была дополнена расшилителем топлива, поступающего через жиклер в поплавковую камеру.

Важнейшей этой семействе карбюраторов является то, что они оказались очень эффективными как для снижения расхода топлива, так и для уменьшения сопротивления проточной части, так и качества распыливания топлива. Для производства двигателя для авиации это было необходимо повысить мощность машины и легкость модернизации карбюратор для дальнейшего его повышения. Последнее оказалось настолько просто, что только Кейнуэлл и его коллеги, набравшись, воздушных жиглеров, доработали эти системы с карбюраторами, которые были разработаны для авиации. Главными жиглерами протарированы в см³ под давлением топлива при постоянных параметрах. Размеры жиглеров от 100 до 400 даже превосходят на порядок диаметры других изобретателей.

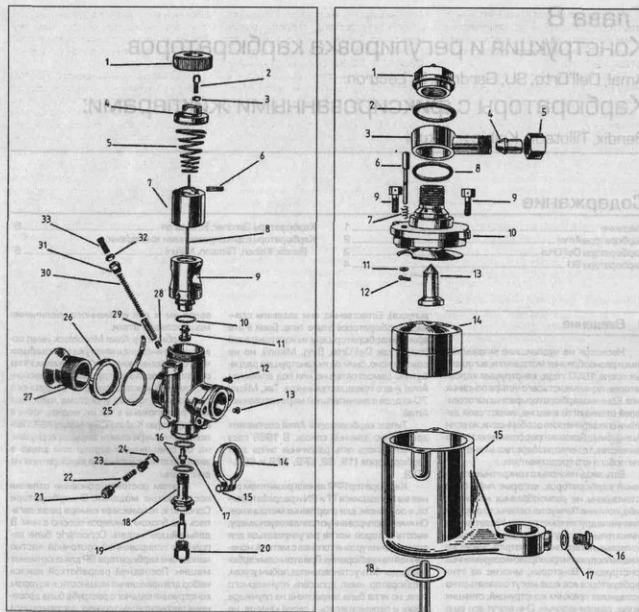


Рис. В.1. Корпус карбюратора Amal TT9

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1 Гайка смесительной камеры | 17 Жиклер, управляемый игой |
| 2 Регулятор троса | 18 Корпус жиклера |
| 3 Дроссельная заслонка | 19 Главный жиклер |
| 4 Крышка смесительной камеры | 20 Пробка |
| 5 Возвратная пружина фиксатора иголки | 21 Иголка системы холостого хода |
| 6 Дроссельная заслонка | 22 Пружина |
| 7 Иголка управляемого жиклера | 23 Жиклер холостого хода |
| 8 Переключатель | 24 Пружинное кольцо |
| 9 Уплотнительное кольцо | 25 Пружинное кольцо |
| 10 Трубка жиклера | 26 Разбное кольцо |
| 11 Стопорный винт переключателя | 27 Воздушный расступ |
| 12 Разбное кольцо | 28 Воздушный жиклер |
| 13 Хвостовик пробки | 29 Воздушный клапан |
| 14 Винт | 30 Пружина |
| 15 Уплотнительное кольцо | 31 Пружина |
| | 32 Контргайка |
| | 33 Переключатель |

Рис. В.2. Поплавок камеры карбюратора Amal TT9

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1 Гайка шпунца | 10 Крышка поплавковой камеры |
| 2 Уплотнительная шайба | 11 Шайба |
| 3 Наконечник трубопровода | 12 Шпунт |
| 4 Ниппель | 13 Иголка запорного клапана |
| 5 Гайка | 14 Поплавок |
| 6 Пробка | 15 Поплавковая камера |
| 7 Пружина | 16 Пробка |
| 8 Уплотнительное кольцо | 17 Уплотнительная шайба |
| 9 Винт | 18 Уплотнительная шайба |
| | 19 Пробка с направляющей |

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

Регулируемые игольчатые жиклеры имеют коды 105, 106, 107 и т.д., означающие диаметр отверстия в тысячных долях дюйма (т.е. код 105 означает диаметр отверстия 0,105" = 2,7 мм).

Вырезы дроссельной заслонки регулируются в десятых долях дюйма от 2 до 5 с шагом 0,5.

Воздушные жиклеры маркируются значением диаметра отверстия в дюймах (например, 0,125).

Карбюраторы Amal обеспечивают уми-

вительно широкий диапазон модификации, оставляя рабочую смесь в пределах воспламеняемости. Так, для примера, карбюратор Amal 40 мм был установлен на мотоцикл Honda XR500 (не слишком мощный и быстрый двигатель, так что скорости потока воздуха не была очень высокой). При скорости двигателя 6000 об./мин карбюратор обеспечивал приготовление смеси от бедной до богатой с помощью жиклеров самых разных размеров без сбоя в работе двигателя. Надо ожидать, что при установке

карбюратора на двигатель, прокачивающий через карбюратор воздух с большей скоростью, качество распыливания топлива станет еще лучше и диапазон устойчивой работы только улучшится.

Проблемы Amal пришли с двух сторон. Дефицитная промышленность, выпускающая мотоциклы, устранила преимущества комплексной разработки силового блока и вытекающей из этого совместимости систем. Кроме того, карбюраторы разрабатывались для одно- или двухцилиндровых двигателей, для которых высота карбюратора не имела принципиального значения. Британская промышленность никогда не выходила за пределы трицилиндровых рядных двигателей, большинство же бытовых мотоциклов — дуцилиндровые. Когда же пришлось приспособить эти карбюраторы к новому поколению четырехцилиндровых рядных двигателей для мотоциклов Honda, Kawasaki и Suzuki, оказалось, что эти карбюраторы невозможно соединить в блок и, более того, невозможно соединить и синхронизировать их дроссельные заслонки.

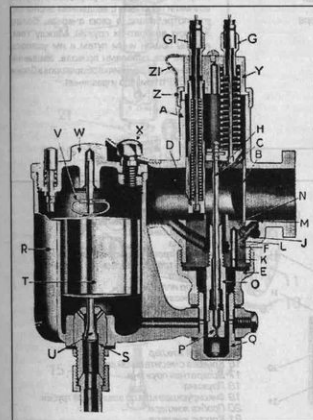


Рис. В.3. Карбюратор Amal 289

Этот карбюратор был популярен многие годы и устанавливался на большинство мотоциклов тех времен. Обратите внимание на сходство этого карбюратора с TT9 для спортивной машины.

- | | |
|---|------------------------------|
| A Смесительная камера | P Главный жиклер |
| B Дроссельная заслонка | Q Болт шпунца |
| C Иголка жиклера и ее фиксатор | R Поплавковая камера |
| D Воздушная заслонка (Падасос) | S Поплавковая камера |
| E Гайка смесительной камеры | T Иголка запорного клапана |
| F Блок жиклеров | U Поплавок |
| G Регулятор тросов | V Игольчатый клапан |
| H Прочная часть | W Крышка поплавковой камеры |
| J Жиклер холостого хода | X Стопорный винт |
| K Толкатель канат системы холостого хода | Y Крышка смесительной камеры |
| L Воздушный жиклер системы холостого хода | Z Разбное кольцо |
| M Выходное отверстие системы холостого хода | 1 Уплотнительная шайба |
| N Обходной канал системы холостого хода | 2 Уплотнительная шайба |
| O Жиклер, управляемый игой | 3 Пробка с направляющей |
| | 4 Уплотнительная шайба |
| | 5 Уплотнительная шайба |
| | 6 Пробка с направляющей |
| | 7 Уплотнительная шайба |
| | 8 Уплотнительная шайба |
| | 9 Пробка с направляющей |
| | 10 Крышка поплавковой камеры |
| | 11 Шайба |
| | 12 Шпунт |
| | 13 Иголка запорного клапана |
| | 14 Поплавок |
| | 15 Поплавковая камера |
| | 16 Пробка |
| | 17 Уплотнительная шайба |
| | 18 Уплотнительная шайба |
| | 19 Пробка с направляющей |

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

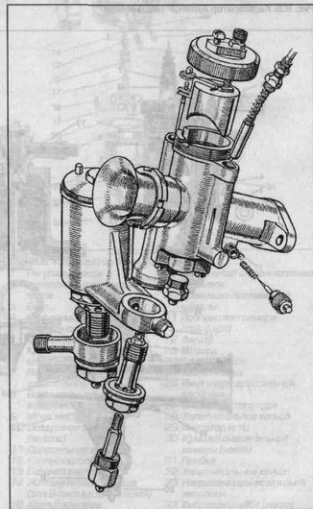
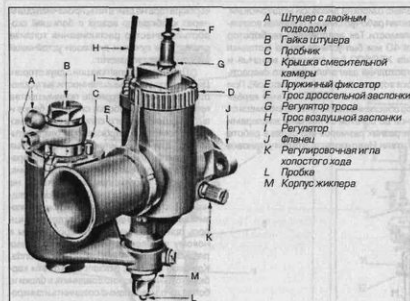


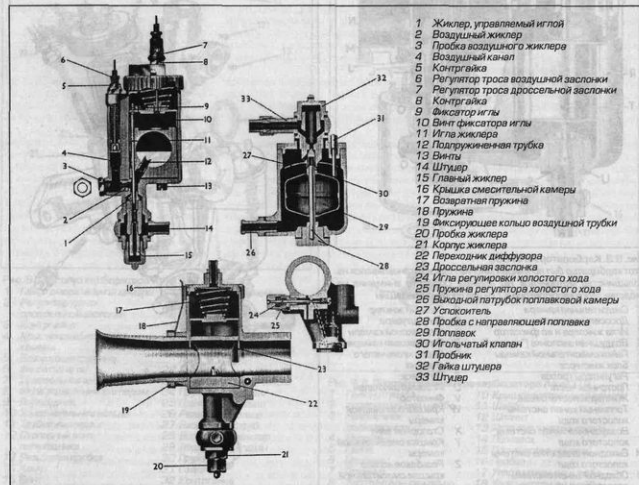
Рис. В.4. Карбюратор Amal RN

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ



- A Штифт с двойным
гайкой
- B Гайка шпильки
- C Прокладка
- D Крышка смесительной
камеры
- E Пружинный фиксатор
- F Гайка дроссельной заслонки
- G Регулятор троса
- H Трос воздушной заслонки
- I Регулятор
- J Шпилька
- K Регулировочная игла
холодного хода
- L Пробка
- M Корпус жиклера

Рис. В.5. Карбюратор Amel GP (общий вид)



- 1 Жиклер, управляемый иглой
- 2 Воздушный жиклер
- 3 Пробка воздушного жиклера
- 4 Воздушный канал
- 5 Контргайка
- 6 Регулятор троса воздушной заслонки
- 7 Регулятор троса дроссельной заслонки
- 8 Контргайка
- 9 Фиксатор иглы
- 10 Винт фиксатора иглы
- 11 Игла жиклера
- 12 Подпружиненная трубка
- 13 Винты
- 14 Шпилька
- 15 Плавающий жиклер
- 16 Крышка смесительной камеры
- 17 Возвратная пружина
- 18 Пружина
- 19 Фиксирующее кольцо воздушной трубки
- 20 Пробка жиклера
- 21 Корпус жиклера
- 22 Переводчик диффузора
- 23 Дроссельная заслонка
- 24 Игла регулировки холостого хода
- 25 Пружина регулятора холостого хода
- 26 Выходная трубка поплавковой камеры
- 27 Успокоитель
- 28 Пробка с направляющим поплавка
- 29 Поплавок
- 30 Игольчатый клапан
- 31 Прокладка
- 32 Гайка шпильки
- 33 Шпилька

Рис. В.6. Карбюратор Amel GP (разрез)

Синхронизировать привод двух карбюраторов был достигнут созданием специальной разветвительной коробки с тросами к карбюраторам и к рукоятке газа. Прокладка этих тросов тоже оказалась не такой простой задачей. Альтернативой было несколько вариантов привода с общим шлицевым и рычажным механизмами (рокерами) и подобие некоторых конструкций Keihin и Mikuni. Но обоим без тросов в этом случае не удавалось, в то же время конструкция была замкнута в корпус карбюратора, то он оказался еще и неприемлемо больших размеров. Полностью исключили проблемы с заеданием заслонок, создавали карбюраторы в блоке и простого привода управления.

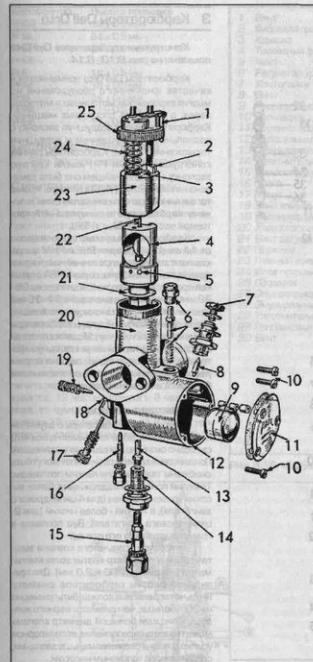


Рис. В.7. Карбюратор Amel Monobloc

- 1 Пружинный фиксатор
- 2 Воздушный жиклер
- 3 Фиксатор иглы
- 4 Блок жиклеров
- 5 Канал холостого хода
- 6 Прокладка
- 7 Болт шпильки
- 8 Игольчатый клапан
- 9 Поплавок
- 10 Винты
- 11 Крышка поплавковой камеры
- 12 Поплавковая камера
- 13 Жиклер, управляемый иглой
- 14 Корпус жиклера
- 15 Главный жиклер
- 16 Жиклер холостого хода
- 17 Винт троса дроссельной заслонки
- 18 Стопорный винт
- 19 Винт регулировки воздушной заслонки
- 20 Корпус карбюратора
- 21 Фибровая прокладка
- 22 Игла жиклера
- 23 Дроссельная заслонка
- 24 Возвратная пружина
- 25 Резьбовое кольцо

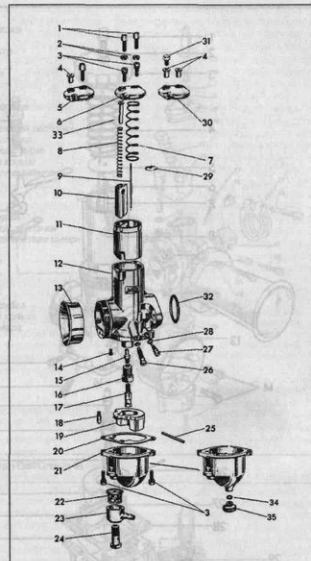


Рис. В.8. Карбюратор Amel Concentric

- 1 Регулятор троса
- 2 Контргайка регулятора троса
- 3 Винт
- 4 Стопорный винт
- 5 Крышка смесительной камеры (заказ)
- 6 Крышка смесительной камеры (стандарт)
- 7 Возвратная пружина дроссельной заслонки
- 8 Базовый тросик воздушной заслонки
- 9 Игла жиклера
- 10 Воздушная заслонка (пластик)
- 11 Дроссельная заслонка
- 12 Корпус карбюратора
- 13 Выходной раструб
- 14 Жиклер холостого хода (для 2-тактных двигателей)
- 15 Корпус жиклера
- 16 Игольчатый клапан поплавка
- 17 Поплавок
- 18 Игольчатый клапан поплавка
- 19 Поплавок
- 20 Прокладка поплавковой камеры
- 21 Поплавковая камера (стандарт)
- 22 Фильтр
- 23 Шпилька
- 24 Болт шпильки
- 25 Ось поплавка
- 26 Винт упора дроссельной заслонки
- 27 Винт холостого хода
- 28 Игольчатый клапан
- 29 Фиксатор иглы
- 30 Крышка смесительной камеры (заказ)
- 31 Пробка
- 32 Игольчатый клапан
- 33 Неприводная воздушная заслонка
- 34 Фибровая шайба (заказ)
- 35 Сменная пробка (заказ)

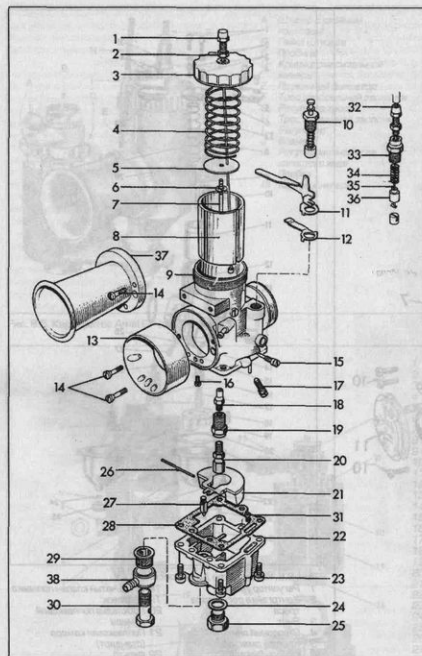


Рис. 8.9. Карбюратор Amal Concentric MK2

- 1 Регулятор троса
- 2 Контргайка
- 3 Крышка смесительной камеры
- 4 Пружина дроссельной заслонки
- 5 Упорный диск иглы
- 6 Игла
- 7 Дроссельная заслонка
- 8 Карбюратор
- 10 Уплотнительное кольцо
- 11 Рычаг холодного пуска
- 12 Пружинный фиксатор холодного пуска
- 13 Переходник входного воздуховода
- 14 Винты (2 не показаны)
- 15 Винт регулировки воздуха
- 16 Жиксер холодного хода
- 17 Упорный винт дроссельной заслонки
- 18 Жиксер, управляемый иглой
- 19 Корпус жиклера
- 20 Главный жиклер
- 21 Поплавок
- 22 Поплавокная камера
- 23 Винты (4 не показаны)
- 24 Уплотнение сливной пробки
- 25 Сливная пробка
- 26 Ос. поплавок
- 27 Игольчатый клапан
- 28 Прокладка поплавковой камеры
- 29 Фильтр
- 30 Болт штуцера
- 31 Заглушка
- 32 Регулятор троса
- 33 Корпус
- 34 Возвратная пружина
- 35 Трос
- 36 Пружкер
- 37 Входной раструб
- 38 Штуцер

3 Карбюраторы Dell'Orto

Конструкция карбюраторов Dell'Orto показана на рис. 8.10-8.14.

Карбюраторы Dell'Orto применяются в качестве фирменного оборудования на многих европейских мотоциклах и моторолерах, а также на спортивных машинах. Карбюраторы имеют воздушную заслонку с радиальным перемещением и воздушное торможение топлива. Карбюраторы равных конструкций (серии PH) имеют круглую заслонку, но в дальнейшем она была заменена на квадратную (VHB) и плоскую. Кроме того в линейку этого семейства были включены карбюраторы с полированной проточной частью (VHSA и VHGB).

Карбюраторы выпускаются в диапазоне от 14 до 41 мм. Серии PHF и PHM выпускаются с диаметром проточной части в диапазоне от 30 до 41 мм, серии VHSA с плоской дроссельной шторкой - в диапазоне 28-32 мм, а серии VHB в диапазоне 34-39 мм (справочные данные). Карбюраторы, установленные в моторы Aprilia, были сделаны карбюраторы с диаметром 42 и 44 мм. Модели плоской дроссельной шторкой имеют овальную проточную часть. В этом случае под диаметром расточки понимают среднее значение из большего и меньшего размеров.

Поплавокная камера

Выпускаются карбюраторы с двумя типами поплавков: (а) качающимся на оси (6) свободно скользящим вдоль вращающейся. Поплавокная камера обоих типов могут быть снабжены токовым или латунным поплавком. Тяжелый поплавок поддерживает более высокий уровень топлива (для 4-цилиндрового двигателя), а легкий - более низкий (для 2-цилиндрового двигателя). Вес поплавка в граммах указан на его стенке.

На корпусе иглы клапана клапана выштампован его диаметр в сотых долях миллиметра (например, 200 = 2.0 мм). Для правильной работы карбюратора диаметр иглы клапана должен быть примерно на 30% больше, чем диаметр главного жиклера. Слишком большой диаметр клапана может вызвать переполнение, а слишком малое усилие клапана окажется меньше давления, создаваемого топливным насосом.

Регулировка высоты поплавка

Для конструкции с качающимся поплавком - держателем корпуса карбюратора, чтобы плоскость, сопряженная с поверхностью поплавковой камеры, была вертикальной. В этом положении измерьте расстояние от "нижней" стенки поплавка до сопряженной поверхности.

Для конструкции со скользящим поплавком - снимите поплавок, проверните карбюратор "вверх ногами" и убедитесь в том, что рычаги поплавков параллельны поверхности под прокладку.

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

Карбюратор	Высота поплавка
PHBG	16 ± 0.5 мм
PHBL	24 ± 0.5 мм
PHBN	24 ± 0.5 мм
PHBE	18 ± 0.5 мм
PHF	18 ± 0.5 мм
PHM	18 ± 0.5 мм
VHB	24 ± 0.5 мм
VHSA	11 ± 0.5 мм
VHGB	11 ± 0.5 мм

Система холодного хода

Есть два типа систем холодного хода.

С винтом регулировки смеси

Винт расположен за дроссельной заслонкой. Он регулирует количество топлива, превращая смещенный с воздухом, который поступает в диффузор при работе двигателя на холодном ходу. Выравнивание винта увеличивает количество топлива-воздушной смеси, поступающей в диффузор, что приводит к обогащению смеси. Рассмотрим пример. Положим, что топливный и воздушный жиклеры системы холодного хода подают в диффузор 6 частей воздуха на 1 часть топлива. Допустим, что через дроссельную заслонку при этом проходит еще 6 частей воздуха. Тогда состав смеси будет иметь соотношение 12:1. Если вдобавок увеличить подачу смеси из системы холодного хода, т.е. 12 частей воздуха и 2 части топлива, то суммарное соотношение станет равным 18 частей воздуха на 2 части топлива, т.е. соотношение станет равным 9:1.

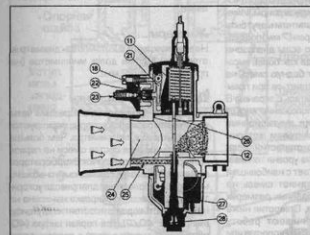


Рис. 8.11. Карбюратор Dell'Orto PHM

При открытии дроссельной заслонки на 3/4 система холодного хода жиклер, управляемый иглой, практически перестает оказывать влияние на состав смеси. Если, как в этом случае, установить укоротительный нос, он дополнит подачу топлива к главному жиклеру. При высокой скорости движения воздуха в диффузоре часть его поступает в воздушную трубку (25) и способствует лучшему испарению топлива. Топливо всасывается главным жиклером (26), проходит через жиклер, управляемый иглой, и расширяется в диффузоре.

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

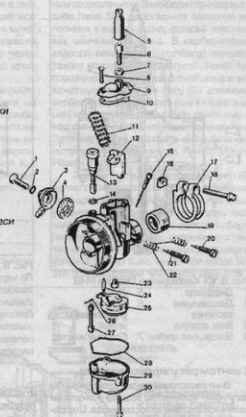


Рис. 8.10. Карбюратор Dell'Orto VHB

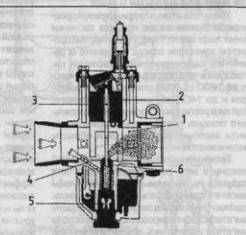


Рис. 8.12. Карбюратор Dell'Orto VHB

В некоторых конструкциях карбюраторов серии VHB установлена воздушная трубка, которая работает в том числе и на полном дросселе

- 1 Диффузор
- 2 Дроссельная заслонка
- 3 Игла жиклера
- 4 Воздушная трубка
- 5 Главный жиклер
- 6 Корпус жиклера, управляемый иглой

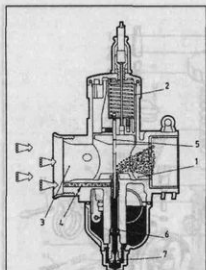


Рис. В.13. Карбюратор Dell'Oto PHB
1 Диффузор 2 Игла
3 Вход заслонки 4 Жиклер
5 Вход воздуха 6 Жиклер
7 Жиклер

С винтом регулировки воздуха

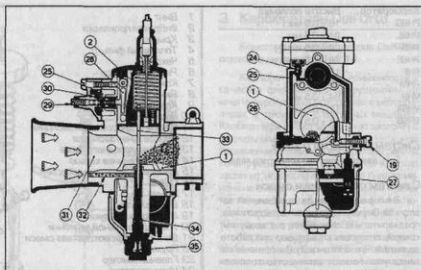
Винт расположен перед дросселем. Он регулирует количество воздуха в эмульсионной топливной смеси холостого хода. Отварачивание винта увеличивает количество смеси и содержание воздуха и обогащает смесь.

Регулировка холостого хода

Убедитесь в том, что при закрытой дроссельной заслонке трос привода заслонки имеет люфт около 1 мм. На полностью прогретом двигателе слегка поверните ограничитель хода дроссельной заслонки так, чтобы увеличился обороты двигателя примерно до 1200 об./мин для 4-тактного двигателя и до 1400 об./мин для 2-тактного. Это винт расположен на основании дроссельного полушара, поэтому при вворачивании винта заслонка поднимается и обороты увеличиваются.

Теперь намотайте более 1/8 оборота) поверните винт регулировки смеси или воздуха в ту или иную сторону так, чтобы двигатель стал работать плавно, без рывков. Подождав несколько секунд, чтобы обороты двигателя стабилизировались, если обороты двигателя увеличились, опустите их винтом ограничителя хода заслонки. Повторяйте эту процедуру пока обороты холостого хода не станут Вас удовлетворять, затем приверните обороты к номинальным винтом ограничителя заслонки.

Проверьте, остался ли люфт в тросе управления заслонкой. Если обороты двигателя становятся неустойчивыми при закрытии/открытии заслонки, то, возможно, надо немного обогатить смесь холостого хода.



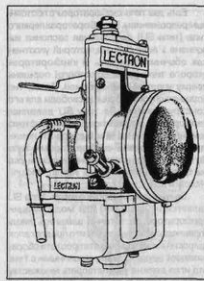


Рис. 8.16. Внешний вид карбюратора Lectron

таким профилем конической части, которая заменяет в нем весь этот набор.

В карбюраторе только один топливный жиклер и нет ни одного воздушного. Диаметр жиклера можно изменить. Жиклер подвешен в основном направлении и его можно поднять или опустить для регулировки холостого хода (при опускании жиклера смесь



Рис. 8.18. Игла карбюратора Lectron

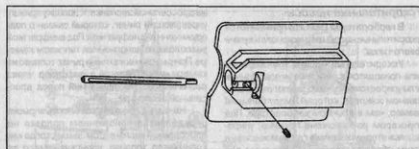


Рис. 8.17. Воздушная заслонка и игла карбюратора Lectron

обогатится и в некоторых карбюраторах имеется рычаг холодного пуска, который опускает жиклер еще ниже). Кроме перемещения жиклера для регулировки холостого хода предусмотрены также еще и винт, ограничивающий минимальное положение дроссельной заслонки (поршня).

После подбора и регулировки жиклера все остальное делуг игла. Для предотвращения вибраций и резких перемещений дроссельного поршня, он снабжен масляным демпфером.

5 Карбюраторы Gardner, El и Lectron

Конструкция карбюраторов показана на рис. 8.16-8.18.

Есть еще один тип карбюраторов с радиально движущейся дроссельной заслонкой, выпущенный сначала Ронгом Гарднером в Кенте примерно в 1970 году, а затем фирмами El и Lectron в США. Этот карбюратор сочетает в себе простоту с чертами высокоэффективных карбюраторов, обозначивших новую полосу — плоская дроссельная заслонка (шторка) с радиальным перемещением, полированная торцевая часть компактных размеров. Стационарные и динамические испытания, выполненные в начале 70-х фирмой Weslake, показали, что в карбюраторе Gardner лучше организован воздушный поток, чем в карбюраторах OE, включая Amal, Solex, и оказался примерно на уровне Amal Os (значительно более громоздкой и дорогой прибор). И по сей день карбюраторы Gardner популярны среди гонок: они являются прекрасной заменой карбюратору GP на мотоциклах вроде Matchless GSO и Mark Norton или их потомков.

Плоская заслонка позволяет до минимума сократить длину диффузора, кроме того, в нем нет главного жиклера и жиклера холостого хода. Дроссельные иглы топлива достигаются только за счет иглы с полным коническим окончанием. Высокой конструкции карбюратора Gardner топливная камера представляет собой отдельную конструкцию и вынесена за пределы карбюратора (что было в то время распространенной практикой среди гонок). В дальнейшем на американских карбюраторах стали все же

поплавковую камеру встраивать в их конструкцию.

Модификация карбюратора возможна только за счет смены иглы и регулировки ее положения. Игла вкручена на резьбе в дроссельную заслонку и фиксируется в ней стопорным винтом.

Карбюратор El выпускается размером от 30 до 40 мм. Для комплектирования карбюраторов изготовитель считает достаточным трех иго (для двухтактных и четырехтактных двигателей) выпускаются разные иглы). Карбюратор имеет воздушный жиклер, который выпускается четырьмя размерами от 0,5 до 2,0 мм.

6 Карбюраторы с фиксированными жиклерами — Bendix, Keihin, Tillotson и Mikuni

В последние десятилетия было выпущено небольшое число мотоциклетных карбюраторов с фиксированными жиклерами (или фиксированным диффузором). Среди них: Harley Davidson, Suzuki с двигателем Ванкеля RE5 и LE Velocette, а также множество их модификаций, особенно для двигателей с наддувом. Были адаптированы мотоциклетные также некоторые автомобильные карбюраторы, в частности, Weber с двумя воздушными заслонками.

Как показывается название, карбюраторы с фиксированными жиклерами представляют собой жесткую конструкцию с минимальным числом движущихся деталей: в основном, это поплавки с иглой и клапаном и дроссельная заслонка. К ним может быть добавлен ускорительный насос и заслонка "подсоса".

В своем простейшем виде карбюратор состоит из диффузора с поворотной дроссельной заслонкой для регулирования воздушного потока. Вал диффузора расположены несколько топливных отверстий, которые вступают в работу по мере открытия дроссельной заслонки.

Каждое отверстие работает в узком диапазоне скорости и загрузки двигателя, поэтому для работы двигателя в режиме больших нагрузок нужны дополнительные отверстия или распылители топлива.

Топливная система мотоцикла

Положение отверстий или распылителей относительно дроссельной заслонки определяет для каждого из них наиболее эффективную область работы. Для расширения диапазона работы карбюратора иногда в его конструкции добавляют еще один диффузор меньшего диаметра, расположенный внутри главного диффузора. Малый диффузор обеспечивает зоны больших расходов воздуха, когда в нем создается разрежение, достаточное для заката дополнительного топлива.

Для эффективной работы карбюратора в режиме плавного и/или быстрого открытия дроссельной заслонки должно быть обеспечено прогрессивное изменение подачи топлива, что возможно за счет увеличения числа отверстий или за счет ускорительного насоса, производительность которого зависит не только от скорости, но и от положения дроссельной заслонки.

Качество работы карбюратора повыша-

ется с увеличением числа топливных отверстий. Большинство этих отверстий являются обычными сверлениями, они не могут быть смещены и их диаметры не могут быть изменены. Очевидно, что это упрощает его конструкцию, но, существенно затрунует модификацию под конкретный двигатель. В нем нет возможности заменить жиклеры и переместить распылители, как в конструкции обычного карбюратора.

Единственным средством регулировки таких карбюраторов является винт состава смеси или настройка ускорительного насоса (если таковой вообще предусмотрен).

Упор дроссельной заслонки и поплавковая камера в таких карбюраторах имеют, как правило, одинаковую конструкцию. Иглы в карбюраторе Tillotson вместо поплавковой камеры используют диффузор меньшего диаметра, который поддерживает постоянный напор топлива.

Для карбюраторов этого типа примени-

мы те же виды обслуживания, что и для простейших типов карбюраторов, но особое внимание следует быть обращено на поддержание чистоты. В этих карбюраторах нет игл и винтов, которые способствовали бы самоочищению жиклеров и проходов отверстий, поэтому грязь, нагар и отложения могут закупорить отверстия и изменить настройку карбюратора. Карбюратор и все его отверстия следует периодически промывать и промывать жидкостью для карбюраторов. Вплотину для двигателя следует доводить до максимума, предназначенные для очистки элементов топливной системы.

Карбюраторы Bendix, Keihin и Tillotson

Уровень поплавка

Bendix. Переверните карбюратор так, чтобы вес поплавка закрыл игольный клапан. В этом положении между корпусом

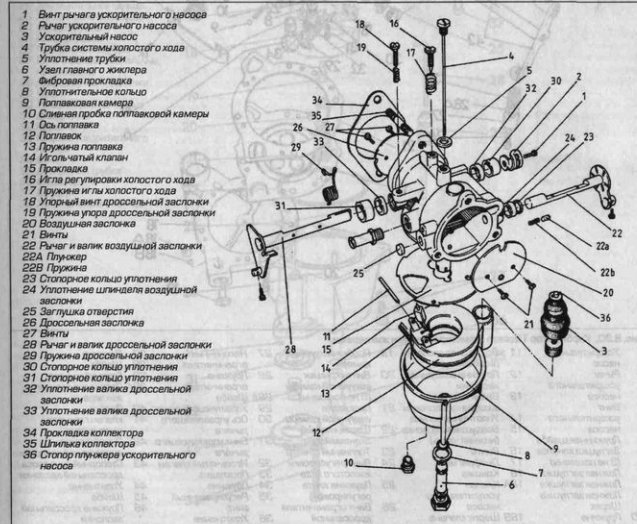


Рис. 8.19. Карбюратор Bendix 16P12 с фиксированными жиклерами

Топливная система мотоцикла

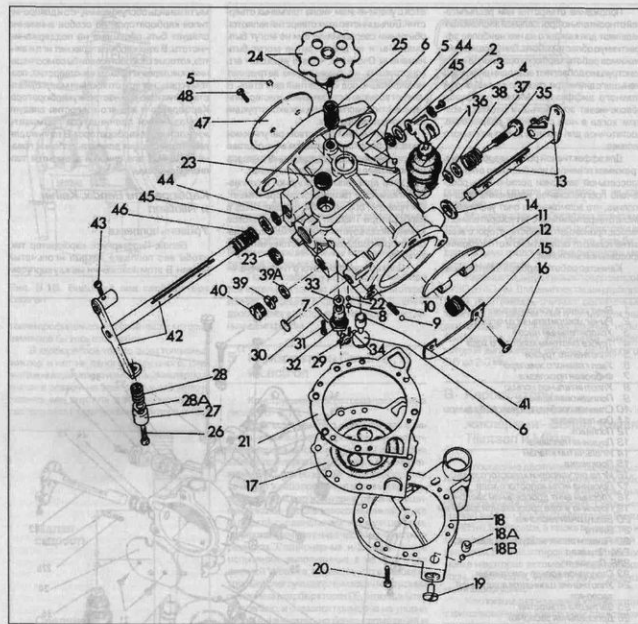


Рис. В.20. Карбюратор Tillotson с фиксированными жиклерами

- | | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|--|
| 1 Ускорительный насос | 11 Воздушная заслонка (верхняя часть) | 19 Пробка вакуумной камеры | 27 Наконечник ограничителя | 37 Пружина |
| 2 Рычаг ускорительного насоса | 12 Пружина воздушной заслонки | 20 Винты крышки вакуумной камеры (5 не показаны) | 28 Пружина ограничителя | 38 Шайба |
| 3 Винт ускорительного насоса | 13 Валяк и рычаг воздушной заслонки | 21 Прокладка вакуумной камеры | 29 Шайба | 39А Прокладка главного жиклера |
| 4 Пружинная шайба | 14 Уплотнение валика | 22 Шарик клапана заслонки | 30 Управляющий рычаг | 40 Пробка клапан главного распылителя |
| 5 Заглушка каналов (2 не показаны) | 15 Воздушная заслонка (нижняя часть) | 23 Толстый фильтр | 31 Винт управляющего рычага | 42 Рычаг и валик дроссельной заслонки |
| 6 Ложная заглушка | 16 Винты | 24 Винт регулировки холостого хода | 32 Игольчатый клапан | 43 Стопорный винт троса дроссельной заслонки |
| 7 Ложная заглушка | 18 Крышка | 25 Пружина винта регулировки | 33 Прокладка | 44 Уплотнение |
| 8 Ложная заглушка | 18А Клапан ускорительного насоса | 26 Винт ограничителя дроссельной заслонки | 34 Пружина | 45 Шайба |
| 9 Шарик | 18В Шарик клапана | | 35 Регулировочный винт | 46 Пружина дроссельной заслонки |
| 10 Пружина | | | 36 Уплотнение регулировочного винта | 47 Дроссельная заслонка |
| | | | | 48 Винты |

Топливные системы мотоциклов

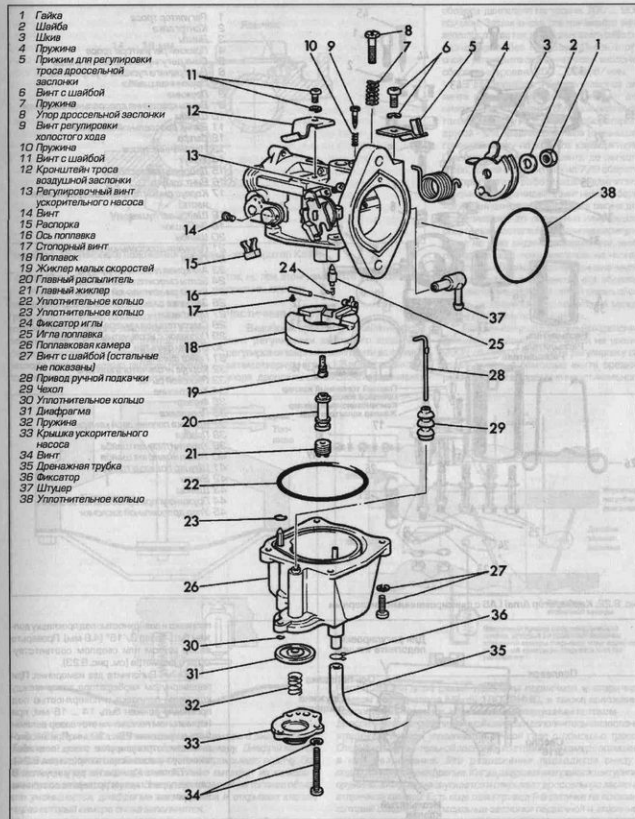


Рис. В.21. Карбюратор Keihin с фиксированными жиклерами

Топливные системы мотоциклов

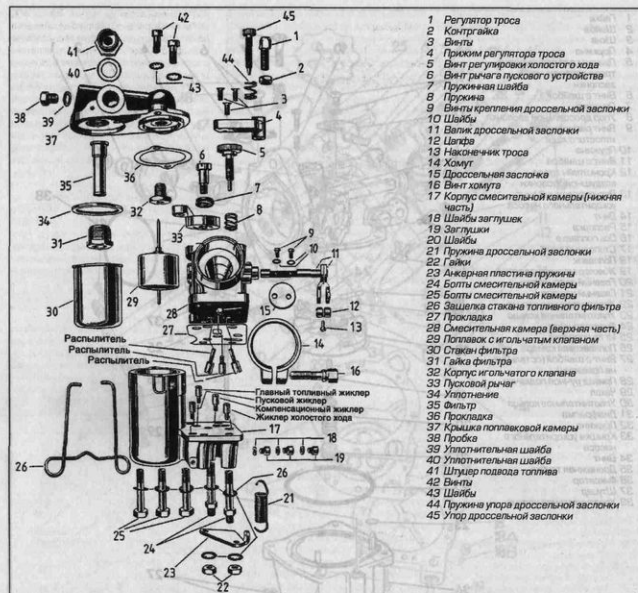


Рис. B.22. Карбюратор Amal LAS с фиксированными жиклерами



Рис. B.23. Регулировка положения поплавка - карбюратор Venturi

- 1 Регулятор троса
- 2 Крепежка
- 3 Винт
- 4 Пружина регулятора троса
- 5 Винт регулировки холостого хода
- 6 Винт рычага пускового устройства
- 7 Пружинная шайба
- 8 Пружина
- 9 Винты крепления дроссельной заслонки
- 10 Шайбы
- 11 Валик дроссельной заслонки
- 12 Шайба
- 13 Наконечник троса
- 14 Хомут
- 15 Дроссельная заслонка
- 16 Винт хомута
- 17 Корпус смесительной камеры (вечная часть)
- 18 Шайбы заглушек
- 19 Заглушки
- 20 Шайбы
- 21 Пружина дроссельной заслонки
- 22 Гайки
- 23 Анкерная пластина пружины
- 24 Боты смесительной камеры
- 25 Боты смесительной камеры
- 26 Зашелка стакана топливного фильтра
- 27 Прокладка
- 28 Смесительная камера (вечная часть)
- 29 Поплавок с игольчатым клапаном
- 30 Стакан фильтра
- 31 Гайка фильтра
- 32 Корпус игольчатого клапана
- 33 Пусковой рычаг
- 34 Уплотнение
- 35 Фильтр
- 36 Прокладка
- 37 Крышка поплавковой камеры
- 38 Пробка
- 39 Уплотнительная шайба
- 40 Уплотнительная шайба
- 41 Штуцер подвода топлива
- 42 Винты
- 43 Шайбы
- 44 Пружина упора дроссельной заслонки
- 45 Упор дроссельной заслонки

поплавок и поверхностью под прокладку должен быть зазор $3/16"$ (4,8 мм). Проверьте зазор шпатель или сверлом соответствующего диаметра (см. рис. B.23).

Keihin. Выполните два измерения. При перевернутом карбюраторе зазор между корпусом поплавка и поверхностью под прокладку должен быть 14 ... 16 мм, при нормальном положении этот зазор должен быть в пределах 28 ... 30 мм. При необходимости, отрегулируйте зазор, подгибая язычок регулировки заслонки (см. рис. B.24).
Tilotsen. Камера не регулируется. В случае переполнения проверьте состояние диафрагмы.

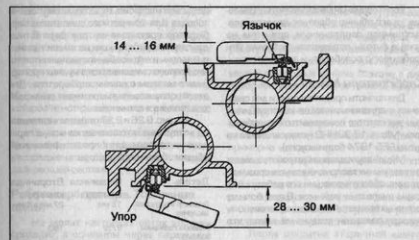


Рис. B.24. Регулировка положения поплавка - карбюратор Keihin

Главный жиклер

Управляет, как и на прочих карбюраторах, дозированием топлива на всех нагрузках. Дозирование топлива определяется комбинацией главного жиклера со всеми остальными топливными отверстиями. Изменяя пропорции смеси на разных оборотах расхода топлива, можно скорректировать подачу топлива от низких до высоких оборотов.

Управляет, как и на прочих карбюраторах, дозированием топлива на всех нагрузках. Дозирование топлива определяется комбинацией главного жиклера со всеми остальными топливными отверстиями. Изменяя пропорции смеси на разных оборотах расхода топлива, можно скорректировать подачу топлива от низких до высоких оборотов.

Частичные нагрузки

В карбюраторе Bengliи Keihin имеется винт регулировки холостого хода. Для регулировки закрутите винт почти до конца, а затем отверните его на 1,5 оборота. Винтом упора дроссельной заслонки установите

обороты двигателя на уровне 700 ... 900 об./мин. Затем снова поворачивайте винт холостого хода так, чтобы двигатель работал равномерно, без перебоев. После этого снова установите отрегулированную заслонку обороты на уровень 700 ... 900 об./мин.

В карбюраторе Tilotsen имеются два винта регулировки смеси: один винт для низких оборотов (винт с большой рифленой головкой сверху на корпусе карбюратора) и другой - для средних режимов (с меньшей головкой сбоку на корпусе карбюратора). Сначала закрутите оба винта до легкого упора, затем отверните их на 7/8 оборота. На прогретом работающем двигателе поочередно закрутите винт низких оборотов, давая двигателю несколько секунд для стабилизации, до получения наибольших оборотов холостого хода. Если такая регулировка не дает видимого результата, выкручивайте винт, пока двигатель не начнет давать сброс. После этого медленно выкручивайте винт, считая его обороты, пока двигатель снова не станет давать сброс. Теперь установите винт посредине между двумя крайними положениями.

Вращая винт упора дроссельной заслонки, установите обороты двигателя на уровне 2000 об./мин и повторите регулировку, ставив смесь с помощью винта средних режимов. После определения оптимального

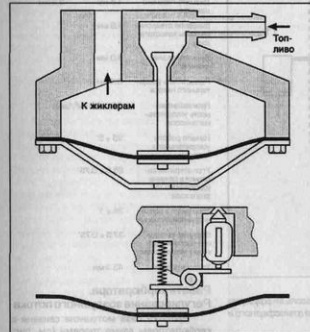


Рис. B.25. Принцип действия топливной камеры с диафрагмой. Топливный насос закачивает топливо в камеру. Диафрагма под давлением топлива опускается и клапан перекачивает подачу. Под действием упругости диафрагмы топливо вытекает из камеры в жиклеры и далее в диффузор. По мере расхода топлива объем его уменьшается, диафрагма поднимается и открывает клапан, через который камера снова заправляется. На нижнем рисунке показана конструкция с диафрагмой и обычным игольчатым клапаном.

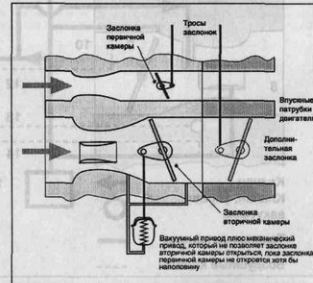


Рис. B.26. На этой схеме показаны первичная и вторичная камеры карбюратора Mikuni 1B032H-ND, а также положение дроссельных заслонок, управляющих воздушным потоком. Дроссельная заслонка первичной камеры и дроссельная заслонка вторичной камеры управляются ручной газом с помощью троса. Открытие дроссельной заслонки вторичной камеры приводит к ней разрежение. Это разрежение подводит снизу к подпружиненной диафрагме. Когда разрежение превосходит упругость пружины, диафрагма опускается и открывает дроссельную заслонку вторичной камеры. Есть еще один привод (на рисунке не показан), который соединяет дроссельную заслонку первичной и вторичной камер, и который не позволяет вторичной заслонке открыться, если первичная не открыта хотя бы на 1/2 своего хода.

положение винта выверните его на 1/8 оборота. Двигайте обороты холостого хода до 1000 об./мин, вращая винт узла дроссельной заслонки. Проверьте, как двигатель набирает обороты при повороте дроссельной заслонки.

Поскольку возможности регулировок так ограничены, ошибиться в чем-то довольно трудно. Кроме засорения топливных отверстий, частой причиной неисправности может быть износ втулок цилиндра дроссельной заслонки, в результате чего образуются утечки воздуха, а также износ механизма привода ускорительного насоса. Износ втулок может вызвать неустойчивость холостого хода и снизить эффективность его регулировки. Износ ускорительного насоса приводит к вклину рычага под нагрузкой.

Если топливный канал меняет направление, то его обычно образуют двумя пересекающимися сверлениями, при этом не нужно выводить заслонку из пробок. Эти пробки могут ослабевать и давать утечки.

Карбюраторы Mikuni

Для полноты представления и для сравнения с описанными выше конструкциями полезно кратко ознакомиться с карбюратором Mikuni 18-32H-ND (установленным на Suzuki RS5 1974 года выпуска).

Mikuni-двухкамерный карбюратор, имеет две воздушных заслонки и две ускорительные вставки, обеспечивающие его работу в широком диапазоне режимов. В нем больше топливных отверстий, чем в топливном жиклере подведен воздушный канал, что

позволяет настроить характеристику подачи топлива для конкретного двигателя. Карбюратор предназначен для двухтактных двигателей, работающих на смеси топлива с маслом, и его особенность заключается в том, что топливо смешивается в нужных пропорциях с маслом в самом карбюраторе. Для этого поплавковая камера имеет две входы: для топлива и для масла.

На рис. 8.26 и 8.27 схематично показаны воздушный и топливный каналы, в перечень установок дает представление об общем облике карбюратора:

Деталь	Первичная камера	Вторичная камера
Диаметр воздушной заслонки	15 мм	27 мм и 8 мм
Главный топливный жиклер	87,5	180
Главный воздушный жиклер	80А	80А
Топливный жиклер холостого хода	45	70
Воздушный жиклер холостого хода	145	140
Угол наклона дроссельной заслонки	#160 (8°)	#120 (12°)
Угол наклона дроссельной заслонки	#150 (15°)	
Диаметр отверстий первичной системы	#1: 0,8 мм #2: 0,6 мм	1,0 мм
Диаметр главного жиклера	1,8 мм	3,5 мм
Выходное отверстие системы холостого хода	1,8 мм	
Диаметр сала клапана	3,0 мм	
Распылитель ускорительного насоса	0,4 мм	
Проницаемость ускорительного насоса	0,5 — 1,0 см ³ /сек	
Начало работы ускорительного насоса	35 ± 5°	
Угол открытия заслонки в режиме ускорения холостого хода	25,5 ± 0,75°	
Угол рычага в дроссельной заслонке	36 ± 1°	
Открытие воздушной заслонки ускорительным устройством	37,5 ± 0,75°	
Уровень поплавка	43,3 мм	

Работа карбюратора.

Регулирование воздушного потока

Рукотка газа мотоцикла связана с карбюратором двумя тросами (см. рис. 8.26). Один из них управляет воздушной в первичной камере, меньшей по размеру. Второй трос управляет дроссельной заслонкой вторичной камеры за диффузором (дополнительная заслонка). Основание дроссельной заслонки управляет вакуумным устройством в зависимости от перепада давлений в диффузоре вторичной камеры. Таким образом, вторичная камера открывается

в тех случаях, когда от двигателя требуется мощность выше, чем для обычной езды.

В карбюраторе имеются устройство холостого пуска, которое блокирует при пуске заслонку первичной камеры. Для ускорения холостого хода это устройство немного осваивает первичную заслонку. Имеется вакуумное пусковое устройство, которое приоткрывает заслонку, как только двигатель заработал.

Внутри вторичной камеры есть еще один диффузор малого диаметра, в котором расположено еще один распылитель главной дозирующей системы.

Работа карбюратора. Топливные линии

На малых нагрузках поток воздуха проходит, в основном, через первичную камеру. При закрытой заслонке топливо-воздушная смесь подается в диффузор через отверстие системы холостого хода. При больших сечениях этого отверстия регулируется вентилем холостого хода с иглой. По мере открытия дроссельной заслонки система

тема холостого хода постепенно утрачивает свою значимость, поток воздуха через диффузор первичной камеры возрастает и в работу вступает главная дозирующая система. Ко всем топливным жиклерам подведены воздушные каналы, поэтому в диффузоре присутствует не чистое топливо, а эмульсия.

Дроссельная заслонка вторичной камеры остается закрытой до тех пор, пока заслонка первичной камеры не откроется примерно наполовину. В этот момент заслонка вторичной камеры начинает открываться с помощью вакуумного устройства, работающего на перепадах давлений во вторичном диффузоре. При этом в дополнение к первичной камере вступает в работу система холостого хода вторичной камеры.

После открытия вторичной камеры основной поток воздуха начинает работать в главную дозирующую систему. Главная дозирующая система вторичной камеры имеет обычный воздушный жиклер, а также клапан управления вакуумом вторичного диффузора. Когда вакуум здесь достигает

наперед заданного уровня, клапан поднимается, сжимая возвратную пружину, и открывает в дополнение к основному воздушному жиклеру еще один воздушный канал, который не дает рабочей смеси переобогащаться.

Наконец, за дроссельной заслонкой вторичной камеры имеется распылитель, соединенный с ускорительным насосом и поплавковой камерой. При открытии заслонки топливо из поплавковой камеры впрыскивается через распылитель в диффузор.

Такова логика карбюратора с фиксированными жиклерами, которые в значительной мере напоминают карбюраторы автомобилей. При той же площади сечения диффузоров и впускают меньше воздуха, чем карбюраторы с радиальными перепадами заслонки или с постоянным разрежением. Больше число топливных и воздушных отверстий, а также необходимость иметь довольно сложную и дорогую привода повышают вероятность засорения каналов грязью или водой из топлива в утрате карбюратора, а также дорожной пылью и грязью снаружи.

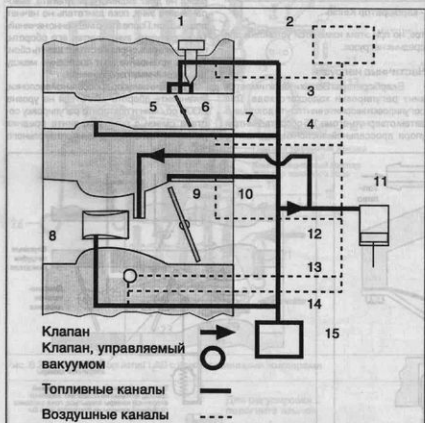


Рис. 8.27. Схема топливновоздушной системы карбюратора Mikuni 18-32H-ND. Топливо может двигаться по топливновоздушной системе только в том случае, если дроссельная заслонка открыта. В этом случае давление в диффузоре становится ниже атмосферного и топливо подается в диффузор через жиклеры.

- 1 Вентиль холостого хода
- 2 Воздушный фильтр
- 3 Жиклер холостого хода
- 4 Воздушный жиклер первичной камеры
- 5 Отверстия переходной системы
- 6 Канал холостого хода
- 7 Главный жиклер первичной камеры
- 8 Главный жиклер вторичной камеры
- 9 Канал переходной системы вторичной камеры
- 10 Жиклер холостого хода вторичной камеры
- 11 Ускорительный насос
- 12 Воздушный жиклер холостого хода
- 13, 14 Воздушные жиклеры вторичной камеры
- 15 Поплавковая камера

Содержание

Введение	1	Устройства, управляемые вакуумом	11
Бак	2	Системы гашения воздуха и управления составом выхода	12
Шланги	3	Датчики	13
Топливные краны	4	Воздушный фильтр	14
Топливные фильтры	5	Выхлопная система	15
Топливные насосы	6	Устройство	
Регуляторы давления	7	Установка	
Электрические цепи	8	Катализический нейтрализатор	
Реле	9	Смазка двухтактных двигателей	16
Управляющие токи	10		

Детали, связывающие между собой элементы топливной системы, обычно представляют собой пассивное оборудование вроде топливopроводов и фильтров, которые могут выходить из строя только по причине старения, загрязнения и плохой сборки. Вместе с тем, дополнительному оборудованию относятся и некоторые активные элементы, такие как топливные насосы. Чаще всего это не ремонтируемые агрегаты и при отказе их приходится заменять.

Бак может быть простой емкостью для топлива, которая в простейшем случае оборудована пробкой для заправки, клапаном и вентиляционным каналом для воздуха. Вместе с тем, в некоторых случаях баки могут иметь в своем составе и более сложное оборудование, такое как топливный насос, дополнительные вентиляционные каналы для отвода паров топлива, датчик уровня, сетчатый фильтр, успокоитель и пр.

На большинстве моделей мотоциклов бак установлен спереди и крепится к раме либо болтами, либо какого-нибудь рода хомутами. Бак может располагаться сбоку, обычно на раме под сиденьем. Иногда бак крепится на цепляки и может быть поднят вверх для обслуживания без необходимости отсоединять от него шланги и электрические разъемы (рис. 9.1). В таких случаях бак снабжен подложкой, которая расположена либо под баком, либо в ящике для инстру-

Для снятия бака его надо немного приподнять, чтобы отсоединить от него шланги и электрические соединения. Для того чтобы при этом обе руки были свободны, подложите под бак пару деревянных брусьев.



Рис. 9.1. Honda CBR600 ранних выпусков была одной из первых машин, на которой топливный бак с подлоркой позволял выполнять обслуживание без отсоединения шлангов и снятия бака

В некоторых случаях топливopовод может иметь встраиваемое соединение. Иногда для их разъединения надо просто потянуть половинки разъема в разные стороны, иногда надо нажать наконечник-фиксатор или стопорное кольцо, а затем разъединить половинки разъема, иногда надо отпнуть рычаг, которым фиксируется соединение.

На некоторых мотоциклах три дросельных клапана расположены под баком рамы, для снятия бака, возможно, потребуется сначала снять этот кран.

Перед установкой нового бака его надо тщательно промыть. Лучше всего сделать это с помощью шланга большого диаметра воды под напором. Затем бак надо хорошо просушить. Вы просто удивитесь, сколько в новом баке может быть грязи всякого разного происхождения. Если бак не промыть, то вся эта грязь окажется в карбюраторе, а тот вряд ли после этого заведет работать.

3 Шланги

Топливopоводы низкого давления и шланги имеют один общий недостаток — уплотнители, которые просто надевы на патрубок и закреплены на нем проволоочным

завжимом. Шланги высокого давления, как правило, крепятся штуцерами или фирменными хомутами. Со временем шланги и стареют и трескаются, что может привести к образованию трещин. Повреждение шлангов может быть вызвано перегревом при контакте с горячими частями двигателя или выхлопной системы, попаданием на шланг масла или топлива, неправильной сборкой прокладочного шланга, их зажатием, скручиванием, образованием заломов. Тщательное проверьте прокладку соединения шлангов, особенно после снятия и установки бака.

4 Топливные краны

На большинстве мотоциклов кран привинчен снизу к баку и имеет три положения: ОТКРЫТ — ЗАКРЫТ — РЕЗЕРВ (рис. 9.2). Часть крана, которая расположена внутри бака, снабжена сетчатым фильтром и соединена с заборными трубками разной высоты: для обычной работы и для резервного запаса топлива.

Краны современных мотоциклов имеют вакуумный привод. Вакуум отбирается из впускной газовой трубки двигателя перед двигателем и подводится к вакуумной камере позади крана (рис. 9.3). Диффрагма ваку-

умной камеры управляет плунжером, который может перекрывать или открывать топливopовод. Когда двигатель не работает, плунжер перекрывает подачу топлива и шланг можно отсоединить от бака, не рискуя пролить все топливо на землю. При работающем двигателе диффрагма поднимается и плунжер открывает топливopовод. Однако при неработающем двигателе топливо в нем не подается, а следовательно, его невозможно запустить, особенно если мотоцикл долгое время использовался в его поплавковой камере нет ни капли топлива. Поэтому в кранах этого типа вместо положения ОТКРЫТ есть положение ЗАПЛОТНЕНИЕ, в котором открывается канал в обход плунжера.

При обычной работе мотоцикла режим ЗАПЛОТНЕНИЕ использовать не рекомендуется, поскольку проходное сечение этого канала могут оказаться недостаточными для подачи топлива в режиме максимальной мощности. Можно воспользоваться этим положением временно в случае отказа вакуумного привода, но при этом следует избегать режима максимальной оборотов и максимальной мощности.

Другая проблема с вакуумным краном может возникнуть в случае, когда в баке была какой-то степенью модифицирован. Дело в том, что вакуумный кран должен преодолеть

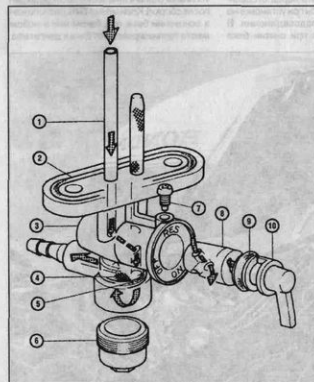


Рис. 9.2. Топливный кран с самотеком
1 Входная трубка крана 4 Сетчатый
2 Уплотнительное фильтр
3 Корпус крана 5 Уплотнительное
6 Станок фильтра кольцо между краном и баком
7 Вит 8 Пробка крана
9 Уплотнительное кольцо 10 Рукоятка

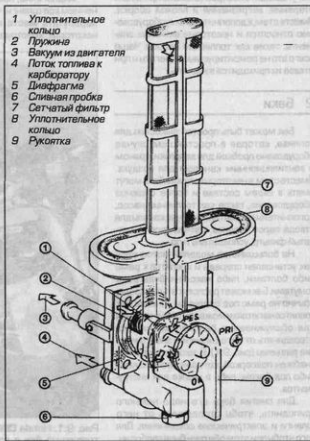


Рис. 9.3. Топливный кран с вакуумным управлением

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

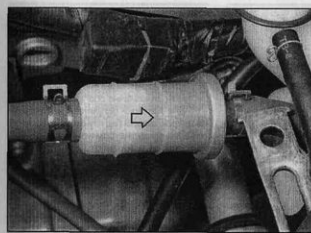


Рис. 9.4. Линейный топливный фильтр. Обычно на корпусе имеется стрелка, показывающая направление потока

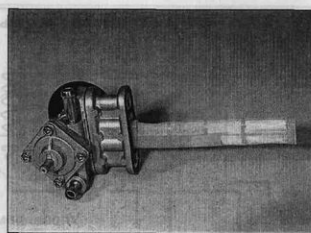


Рис. 9.5. Сетчатый фильтр на приемной трубе крана

услуги всередине корпуса. Кран рассчитан для стандартной конструкции двигателя, но если в нем выполнить какие-то изменения, хотя бы заменить стандартный воздушный фильтр на фильтр с меньшим сопротивлением, то разрежения на входе в двигатель может и не хватить для работы крана. Следует иметь это обстоятельство в виду при модификации двигателя и, при необходимости, заменить вакуумный кран на обычный, с ручным управлением.

Некоторые краны имеют топливopовод. Во всяком случае, можно заменить пробку крана, прочистить каналы и заменить уплотнители. Но на некоторых кранах единственные доступные детали — это болты, которыми кран прикреплен к баку.

5 Топливные фильтры

Топливный фильтр может быть установлен в любом месте топливopовода от бака до карбюратора (рис. 9.4). При наличии топливного насоса он обычно установлен сразу за ним. Фильтр необходимо осма-

тривать и чистить через определенные интервалы работы. В случае очевидного засорения фильтр следует заменить. Кроме фильтра на линии, как правило, в топливной системе может быть еще несколько фильтров. Один из них (сетчатый) расположен в баке перед краном или перед насосом, а еще в входе в топливную систему. Если один фильтр установлен, как правило, и на входе в карбюратор (рис. 9.5, 9.6). Эти фильтры также требуют регулярного обслуживания: их надо промывать и продувать воздухом в направлении обратного потока топлива.

6 Топливные насосы

Для топливных систем с карбюратором, как правило, применяются топливные насосы низкого давления (0.1 ... 0.2 бар), тогда как инжекторные системы работают при давлении 2 ... 4 бар. Последние оборудованы также регулятором давления и возвратным трубопроводом, отводящим избыток топлива назад в бак.

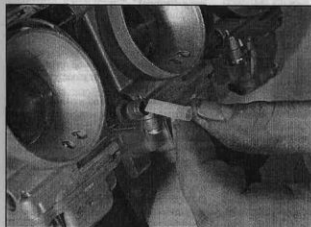


Рис. 9.6. Сетчатый фильтр во входном штуцере карбюратора

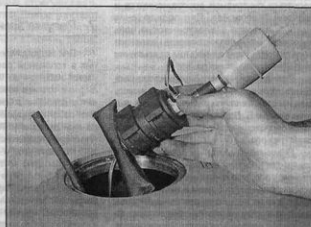


Рис. 9.7. Насос, погруженный в топливо — Ducati 900SS

Насосы имеют электрический привод. Насосы низкого давления обычно приводятся в действие электромагнитом. С одного конца к якорю электромагнита прикреплена диффрагма. При подаче напряжения на обмотку электромагнита якорь тянет диффрагму, которая всасывает топливо из бака в камеру через впускной клапан. На другом конце якоря имеется электрический контакт, который размыкается, когда якорь достигает полного хода. Ток в электромагните прерывается и под действием пружины якорь возвращается в исходное положение, выталкивая топливо из камеры диффрагмы через нагнетательный клапан. В конце хода снова замыкается электрический контакт, на обмотку электромагнита подается напряжение и цикл повторяется.

Насосы высокого давления или полностью погружены в топливо (рис. 9.7) или приводятся электрическим мотором, который омывается топливом для охлаждения. Применяются насосы роликового (6 и больше бар), шестеренчатого (до 4 бар) и шибберного типа (1 ... 3 бар) (см рис. 5.6 и 5.7 в главе 5).

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

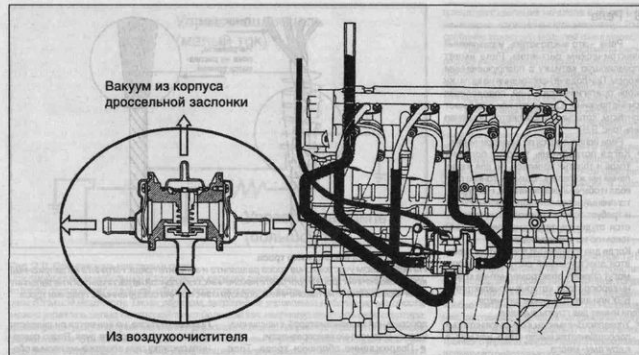


Рис. 9.10. Вакуум из впускного коллектора используется для многих целей

На Suzuki Hayabusa импульсы разрежения на входе приводят в действие этот пускатор, который вдувает чистый воздух в выхлопные камеры головки для окисления не сгоревших углеводородов и оксида углерода. Подобная конструкция с пускатором и диафрагмой используется в топливных кранах, а также в приводе клапанов и заслонок впускной и выпускной систем с переменной конфигурацией (Suzuki)

11 Устройства, управляемые вакуумом

Кроме топливного крана вакуумные приводы могут управлять и другими элементами топливной системы (рис. 9.10-9.12). На мотоциклах Suzuki в воздушной камере имеется заслонка, управляемая вакуумным дополнительным механизмом, которая регулирует скорость и давление воздуха на входе в двигатель. Во впускной системе отбора воздуха может быть выполнен либо как средство для определения нагрузки двигателя, либо для определения разности давлений между точками впускного тракта.

Продуйте вакуумные шланги, чтобы убедиться в отсутствии их закрутки. Запните один конец шланга и попытайтесь проуть его через второй конец. Шланг. Вы проверите шланг на отсутствие утечек. Если проверятся датчик, то убедиться в том, что к нему подводится напряжение питания и что второй конец провода надежно заземлен. Проверьте выходящий сигнал датчика (обычно он находится в диапазоне от 0,5 до 3,5 В). Для этого подсоедините к датчику шланг и всосите через него воздух. Подробнее об испытаниях датчиков см. Руководство по эксплуатации мотоцикла.

Другие устройства, кроме насосов (рис. 9.13), обычно имеют в своем составе диафрагму и клапан. В таких устройствах слабое звено - диафрагма. Проверьте, не

повреждена ли она, хорошо ли поджата, не пропускает ли она воздух или топливо. Проверьте клапаны - они должны легко пропускать топливо в одном направлении и надежно закрывать канал в обратном направлении.

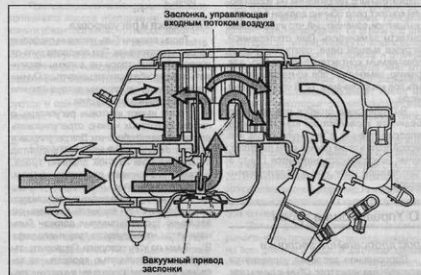


Рис. 9.11.а. На некоторых мотоциклах установлена впускная система с переменной конфигурацией, которая позволяет использовать резонансные явления для повышения мощности двигателя как в низком, так и в среднем диапазоне оборотов. Такая система используется на мотоциклах Suzuki разных моделей (показана модель GSX-R750W). Центральная заслонка на входе в воздухоочиститель полностью открыта на больших оборотах, и закрывается вакуумным приводом, когда скорость падает ниже половины диапазона оборотов двигателя

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

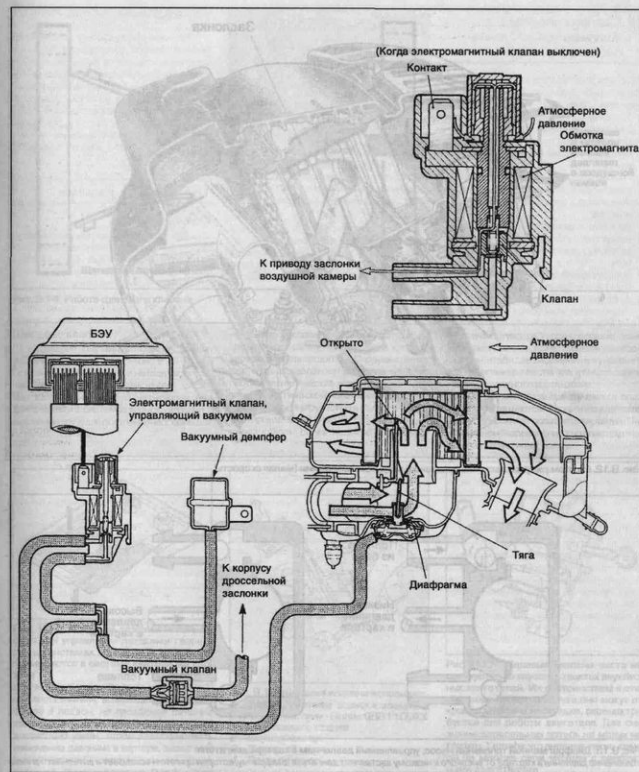


Рис. 9.11.б. Здесь показан механизм управления впускным трактом переменной конфигурации. Когда частота вращения двигателя достигает вперед заданного значения, БЗУ посылает управляющий сигнал на электромагнитный клапан, который посылает вакуум под диафрагму вакуумного привода воздушной камеры. Диафрагма соединяет тягу с заслонкой, которая переключает часть воздушного потока. Вакуумный демпфер - это небольшая камера, предназначенная для сглаживания импульсов, которые могут вызвать колебания привода заслонки (Suzuki)

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

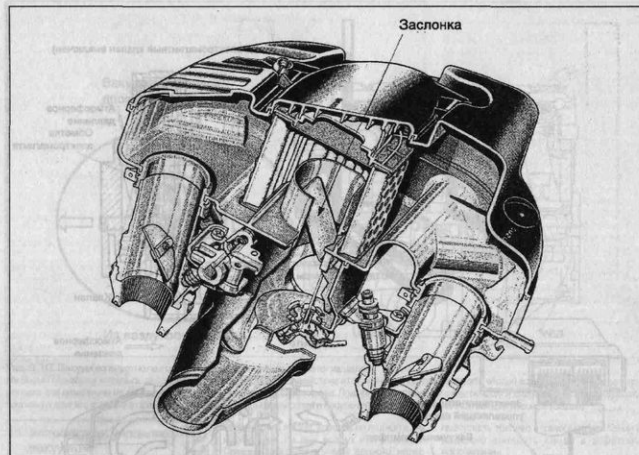


Рис. 9.12. На этом рисунке заслонка показана в открытом положении (малая скорость)

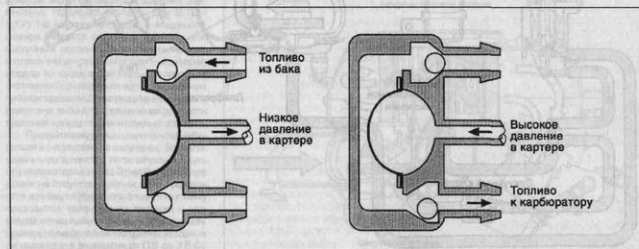


Рис. 9.13. Диафрагменный топливный насос, управляемый давлением в камере двигателя

Изменение давления в камере от высокого к низкому заставляет двигаться диафрагму, которая при этом всасывает и вытесняет топливо через впускной и выпускной клапаны. Эта конструкция имеет ограниченное применение и годится, в основном, для одноцилиндровых двухтактных двигателей. Вместе с тем, такой насос имеет и ряд преимуществ: он всегда заполняет камеру независимо от положения над уровнем моря или расположения топливного бака, он проще насоса с электроприводом. Использовался на ряде опытных машин. На некоторых машинах топливный бак может быть расположен ниже уровня карбюратора. В этом случае при таком насосе карбюратор может иметь очень простую камеру, в которой уровень топлива поддерживается простым переливом в бак. Отпадает необходимость в разных сложностях вроде поплавка и иглы-четкого клапана.

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

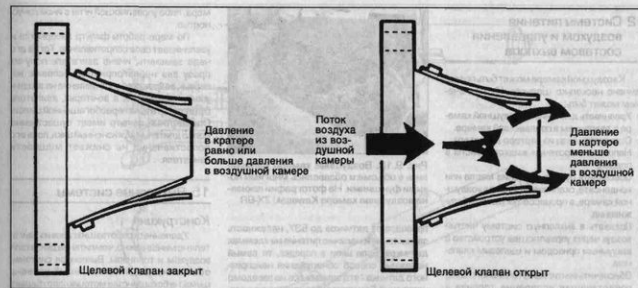


Рис. 9.14. Работа щелевого клапана

Щелевые клапаны

Щелевые клапаны используются для управления потоками газов (рис. 9.14-9.17). Основное применение они находят во впускных трактах двухтактных двигателей, системах вентиляции картера четырехтактных двигателей и в системах впрыска воздуха в выпускную трубу для окисления несгоревших остатков топлива.

Обычно клапан представляет собой трехгранную рамку, сужающуюся к концу, через которую проходит газ. С наружи к рамке со стороны входа потока прикреплены тонкие гибкие металлические или бумажные пластики. В статическом положении пластики прижаты своей упругостью к рамке и закрывают проходные отверстия. Газ, проходящий через клапан слева направо поднимает

пластики до уровня. Упоры сформированы в соответствии с соответствием изгибам пластики, чтобы свести к минимуму напряжение в клапанных пластиках и предотвратить их усталостное разрушение.

Когда поток газа прекращается, пластики возвращаются в статическое положение и, если газ попытается пройти в «неправильном» направлении, он только плотнее прижмет пластики к рамке.

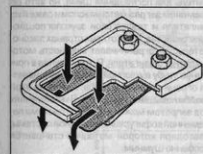


Рис. 9.15. Щелевые клапаны используются для управления потоками газов в разных системах. На Suzuki TL1000GS они применяются в системе вентиляции картера

Обычно вентиляция картера начинается с маслоотделителя, возвращающего капли масла в поддон, но проходное сечение вентиляционного канала должно быть достаточно узким, чтобы сдвигать изменение давления в камере, вызванное значительным перемещением двух поршней. Вместо этого на Suzuki канал вентиляции выполнен достаточно большого сечения, на закрыт щелевым клапаном. При падении давления в камере клапан открывается и быстро возвращает в камеру масло.

ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

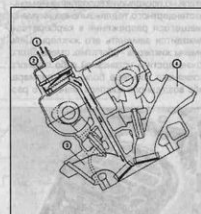


Рис. 9.16. Щелевые клапаны используются также в системах впрыска воздуха в выпускную систему - Honda GBR1100XX

- 1 Вход свежего воздуха
- 2 Щелевой клапан
- 3 Впускной канал
- 4 Впускной канал

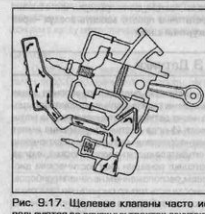


Рис. 9.17. Щелевые клапаны часто используются во впускных трактах двухтактных двигателей. Их достоинством в этих системах является то, что они могут открываться ровно настолько, сколько требуется для работы двигателя. Для снижения аэродинамической потери на малых нагрузках Yamaha установила такие камеры на многие свои модели с двухтактными двигателями

12 Системы питания воздуха и управления составом выхлопа

Козушная камера может быть подсоединена к нескольким шлангам. Их назначением может быть:

- Уравновешивать давление в воздушной камере с давлением в полковой камере.
- Отсасывать газы из картера двигателя.
- Направлять протечки жидкого масла в поддон.
- Обеспечить ручное удаление масла или конденсата, скапливающегося в воздушной камере, в процессе текущего обслуживания.

- Подать в выхлопную систему чистый воздух через управляемое устройство с вакуумным приводом и шлангами клапаном.
- Обеспечить вентилирование топливного бака, предотвращая испарение топлива в атмосферу.

Нужно четко разграничивать чистоту, что, и следить за тем, чтобы шланги были подсоединены туда, куда надо. В остальных проверках шлангов обычно они не должны иметь разрывов и трещин, не должны быть засорены. Шланги должны быть правильно проложены, не иметь крутых перегибов и заломов, не должны зацеплять горячие поверхности двигателя.

Некоторые системы управления составом выхлопа gases также могут иметь соединения с системой смазки. Эти системы обычно работают при небольшом разрежении, поэтому проверка чистоты бывает достаточно просто всосать воздух через вакуумный шланг.

13 Датчики

Цифровые системы управления зажигания и впрыском топлива требуют большого числа датчиков, установленных на мотоцикле. Иногда система управления имеет диагностический разъем для подсоединения считывателя кодов неисправностей, иногда мотоцикл оснащен диагностическим дисплеем, расположенным на панели приборов, а иногда есть только сигнальная лампочка, которая сообщает о неисправности, но не сообщает, что именно произошло.

Безоточных приборов и тех же специалистов из Руководства по эксплуатации квалифицированно проверить работоспособность датчиков невозможно. Некоторые пользователи датчиков, вроде портативного анализатора выхлопных газов, могут проверить промывкой расходометром или тестером.

Наиболее полную информацию об исправности всех элементов системы управления дает считыватель кодов неисправностей. При отсутствии такого прибора придется ограничиться проверкой целостности



Рис. 9.18. Воздушные камеры увеличены в объеме и оборудованы многими новыми функциями. На фотографии показана воздушная камера Kawasaki ZX-9R

проводов от датчиков до БЭУ, надежности заземления и наличия питания на клеммах датчиков. Если есть в парке, то самый надежный способ обслуживания: нерегулярного датчика - это замена его на заведомо исправный. Если такая проверка показывает, что датчик исправен, то причиной может быть неисправность БЭУ или его разъемов.

14 Воздушный фильтр

См. также главу 13 "Ремонт"

В соответствии с рекомендациями изготовителя некоторые воздушные фильтры можно очистить, другие не обслуживаются и подлежат замене (рис. 9.18, 9.19). Фильтры последних выпусков имеют минимальное сопротивление и позволяют повысить мощность двигателя, но, поскольку сопротивление меньшего стандартного, то для компенсации уменьшающегося разрежения в карбюраторе приходится заменять его жиклерами. Цель замены жиклера - обогатить смесь. Этого можно достичь установкой более главного топливного жиклера большего размера, либо воздушного жиклера меньшего раз-

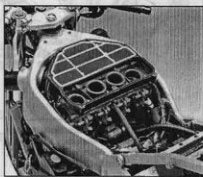


Рис. 9.19. Очистка воздушной камеры Kawasaki позволяет разместить в ней воздушный фильтр

Обратите внимание на то, что два свайных воздушных датчика выше крайних. Это позволяет воздушным стокам резонировать при разных скоростях двигателя и расширить диапазон мощности

мера, либо управляющей иглы с иной конусностью.

По мере работы фильтр засоряется и увеличивает свое сопротивление. Тогда его надо заменить, иначе двигатель получит сразу два неблагоприятных условия: во первых, возрастет сопротивление на входе и упадет мощность, а во-вторых, двигатель будет работать на перепереобогащенной смеси. Стандартный фильтр имеет существенно более длительный жизненный цикл, пока его сопротивление не снизит мощности двигателя.

15 Выхлопные системы

Конструкция

Удаление отработавших газов из двигателя менее важно, чем питание двигателя воздухом и топливом. Выхлопная система, обеспечивающая приемлемый уровень шума, не боится истребителей отбрасывать у двигателя большую часть мощности. Не стандартные выхлопные системы могут быть сконструированы с уменьшенным сопротивлением, но они издают больше шума.

Двухтактные двигатели обычно состоят из выхлопной системы с индивидуальной выхлопной трубой и глушителя на каждой цилиндре. Выхлопная система крепится болтами к цилиндру и имеет один или два поддерживающих кронштейна, закрепленных на раме мотоцикла. Некоторые выхлопные системы допускают обслуживание, которое сводится к замене минеральной ваты в глушителе. Минеральной вату заполняют глушитель для поглощения шума, но вата со временем загрязняется маслом и сажей из двигателя и теряет свои звукопоглощающие свойства. В некоторых странах законодательство ограничивает мощность мотоциклетного двигателя. В этом случае в приемную трубу выхлопной системы вваривается ограничительная шайба. Удаление этой шайбы повысит мощность. В иных случаях за запретом может оказаться система перемной конфигурации выхлопной системы, благодаря которой мотоцикл становится особенно шумным.

Четырехцилиндровые двигатели имеют, как правило, по трубе на цилиндр, но со своим общим глушителем, который находится вверху. Например, концы труб расширяются на две, каждая из которых заканчивается своим глушителем. В некоторых конструкциях приемные трубы соединяются между собой с помощью соединительных трубок (рис. 9.20, 9.21).

Снятие и установка

Детали выхлопной системы соединяются между собой прикручивая или болтовыми зажимами. Приемные трубы обычно крепятся к цилиндрам болтами на фланцах. Между головкой цилиндров и фланцем приемной трубы, как правило, установлена медная прокладка. Для снятия гнущихся

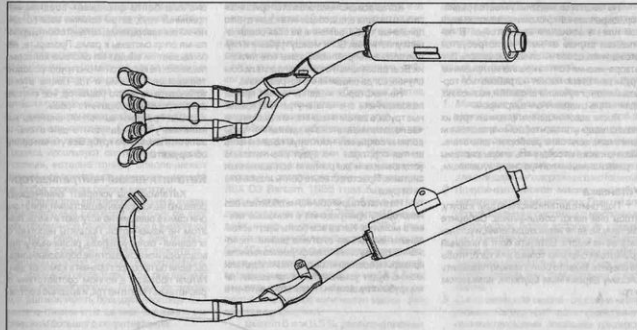


Рис. 9.20. Настройка выхлопной системы в резонанс с работой двигателя позволяет увеличить мощность двигателя. В то же время выхлопная система должна гасить шум, не создавая излишнего сопротивления на выходящим газам. Здесь показана выхлопная система 4-2-1 мотоцикла Suzuki GSXR750W. Приемные трубы имеют одинаковую длину, оптимально подобранную для получения максимальной мощности. Приемные трубы № 1 и 2, так же как № 3 и 4 объединены в две вторичные трубы, которые, в свою очередь, также объединены в одну выхлопную трубу с глушителем. Приемные трубы № 2 и 3 соединены короткой трубой, которая гасит определенные звуковые частоты, помогая снизить шум

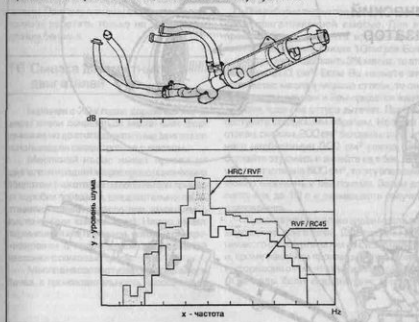


Рис. 9.21. Совершенствование конструкции глушителя начинается с изучения звукового спектра - зависимости уровня шума (в децибеллах) от частоты (в герцах). Обычная последовательность перегородок уменьшает шум на всех частотах примерно одинаково, в том числе и на тех режимах, на которых двигатель почти не производит шума. Глушители такого типа не вполне эффективны с точки зрения снижения шума. Более эффективная конструкция состоит из камер с трубами, настроенными на гашение тех частот, на которых двигатель издает наибольший шум. На графике показано сравнение серийного глушителя RAC45 с версией HRC для спортивных мотоциклов (Honda)

закжмов лучше воспользоваться специальным инструментом, состоящим из крючка с Т-образной рукояткой (рис. 9.22). За ним, конечно, такого инструмента его трудно изготовить, приварив прутки с загнутым концом к куску металлического стержня.

Снятие

Отсоедините все зажимы, не снимая систему с рамы. Отсоедините от нее трубы, регулирующие конфигурацию системы (например, на мотоцикле Yamaha EXUP), запомнив, куда эти трубы подсоединены. Отсоедините приемные трубы - для этого, возможно, придется предварительно снять некоторые детали рамы и радиатор (если он есть).

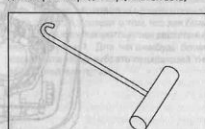


Рис. 9.22. Детали выхлопной системы часто крепятся друг к другу прикручивая болтами. Для снятия и установки таких фиксаторов удобнее всего воспользоваться таким простым инструментом, состоящим из крючка с рукояткой

На некоторых моделях имеется радиатор, закрепленный крохом и резиновой трубкой или на откидном кронштейне. В последнем случае от него не потребуются отсоединять штанги и смазывать маслом. Для отворачивания болтов крепления приемных труб к двигателю может потребоваться торцовый ключ с глубокой головкой, а возможно, удлинитель с карданом шарниром.

После обслуживания приемных труб их можно опровернуть так, чтобы они закрепились на двигателе, если цель разборки — двигатель. Можно также отсоединить опоры системы от рамы с помощью выключенной системы.

Установка

Подготовьте детали системы для кату, чтобы они легко соединились. Собирайте систему на заглавном соединении, установите ее на место. Вставьте болт в опорный кронштейн системы только для того, чтобы ее опираться. Вместо болта можно подпереть систему деревянным бруском, дождитесь итер.

Когда вся система окажется приблизительно на месте, подсовывайте к двигателю приемные трубы, заменяя во всех соединениях уплотнения. Если между трубками и корпусом двигателя есть прокладка, замените таковой их. Всегда замените эти прокладки любым случае, когда соединение потрещало.

На некоторых моделях бывает проще подсовывать сначала внутреннюю приемную трубу, а затем внешнюю, а в любом случае на заглавном конце их крепления — трубы должны сохранить некоторую подвижность до тех пор, пока не будет окончательно установлена и закреплена вся выхлопная система. Просто вставьте болты и зажмите их от кату.

На этой стадии обычно не обойтись без некоторого прижимания с помощью мягкого молотка. Когда все болты будут установлены и выхлопная система займет положение, соответствующее форме мотоцикла, проверьте, все ли системы и детали плотно можно будет установить, не повредив ли им трубы и гашитель. После этого зажмите

сначала болты фланцевых соединений приемных труб, затем зажмите всех соединений, а в завершение, зажмите болты крепления опор системы к раме. Проверьте, не повредит ли выхлопная система колесам, подвеске, не касаются ли она тормозов тормозной системы и т.д. После этого установите на место радиатор, все снятые детали рамы, подсовывайте тросы.

Для проверки выхлопной системы на наличие утечек запустите двигатель и зажмите выхлопную трубу. Все утечки сразу обнаружатся.

Каталитический нейтрализатор

Катализаторы ускоряют химическую реакцию между дымовыми газами, при этом они сами в реакцию не вступают и не иск при этом не изменяются. Продукты неполного сгорания — окись углерода, различные углеводороды и окислы азота не образуются бы, если бы процесс сгорания в камерах двигателя проходил в полном соответствии с расчетами. Но это не так, и вредные состав-

ляющие выхлопных газов все же присутствуют. Проходя через каталитический нейтрализатор, они образуют безвредные вещества.

Катализатор может выполнять свою функцию лишь в том случае, когда исходные вещества находятся на определенном балансе. Топливо-воздушная смесь должна находиться в стехиометрическом соотношении. Катализатор не может добавлять или убавлять топлива или кислорода. По этой причине в машинах с каталитическими нейтрализаторами используют системы с впрыском топлива, которые точнее обеспечивают правильное соотношение топлива и воздуха на любых режимах работы двигателя.

Для работы катализатора очень важен температурный диапазон, поэтому он должен правильно располагаться в выхлопной системе: слишком близко к двигателю — перегрев, слишком далеко от двигателя — слишком холодно. Мерзота катализатор пропустит все масла газа, и при этом они должны успеть прореагировать. Поэтому катализатор должен иметь большую площадь контакта с газами и не должен оказывать им слишком большого сопротивления.

Для эффективной работы катализатора он должен контактировать с газами всей своей поверхностью, поэтому так важно чистота этой поверхности. Вредом № 1 для катализатора является свинец, который оседает на внешних поверхности катализатора и изолирует их от контакта с газами. Поэтому машины с катализатором должны работать только на неэтилированном бензине.

16 Смазка двухтактных двигателей

Начиная с 70-х годов дорожные мотоциклы стали оснащаться масляными форсунками, но до этого двухтактные двигатели использовали смесь топлива с маслом.

Масляный насос имеет привод от двигателя и подает маломасштабное количество оборотам (некоторые насосы имеют привод от коробки передач и, следовательно, переключают подавать масло при движении с выключенным сцеплением). Насос имеет переменный ход плунжера, который синхронизирован с положением дроссельной заслонки с помощью троса.

Масло не поступает из отдельного бака, в производственной насоса меня-

ется в зависимости от скорости, так и от нагрузки. Насос обычно регулируется так, чтобы его привод имел определенную подвижность в момент, когда дроссельная заслонка занимает определенное положение — либо когда она полностью открыта, либо когда метанол совпадает со скрученным отверстием в корпусе карбюратора. Метод регулировки конкретного карбюратора указан в Руководстве по настройке.

Мотоцикли, работающие на смеси топлива с маслом, иногда оборудованы измерительными устройствами для обеспечения нужных пропорций. Так, в крышку заливной горловины топливного бака на мотоцикле BSA D3 Вэланта 1955 год был установлен мерный стакан для масла. Добавление двух частей мерного (3,785 литра) бензина дает смесь в соотношении 20:1 (при использовании объема моторного масла SAE40). Если для смеси используется специальное масло для двухтактных двигателей, то рекомендуемое соотношение 16:1. Если емкость топливного бака известна, то рассчитать нужное количество масла — это простая арифметика.

Вместо 5 или 5,5 %, рекомендованных в 50-е годы, современное масло для двухтактных двигателей позволяет уменьшить его содержание до 2 или 3 % (т.е. до соотношения 50:1 или 33:1). Для спортивных мотоциклов содержание масла должно быть выше, для моторов обычного соотношения 50:1.

Для работы следует пользоваться только свежеспритомленной смесью. Для ее приготовления отмерьте определенное количество бензина, скажем, 10 литров. Если нужно, добавьте 3% масла, то это составит 300 см³ масла. Если вы нальете это количество масла в мерный стакан, то оно прилипнет к стенкам и Вам придется ждать до ночи, пока оно отстает от стенок. Поэтому поступите следующим образом. Налейте в стакан, скажем, 200 см³ бензина и влейте в него необходимое 300 см³ масла. Разболтайте эту смесь и вылейте ее в бак. Если у Вас нет стакана 500 см³, то эту операцию можно выполнить в два приема. Затем долейте бак до 10 л и размешайте получившуюся смесь.

Существует несколько видов масла для двухтактных двигателей. До середины 80-х никакого стандарта на них не существовало и, кроме наклеек производителя, никакой информации о том, что Вы купили, не было. В 80-е годы были введены два японских

стандарты (JASO), но они, в основном, были ориентированы на ограничение состава выхлопных газов коммерческих машин в густонаселенных городах. Эти стандарты могут служить мерой определенности качества масел для самих двигателей.

Мы можем разделить масла для двухтактных двигателей на четыре группы.

1 **Масла для обычной езды** — такое масло можно купить практически на любой заправке. Оно не дорогое, годится для использования в системах с масляными форсунками. Разработано для коммерческого транспорта, но годится также и для стандартного дорожного мотоцикла.

2 **Полусинтетические масла** — способны выдерживать нагрузку. Годится для использования в системах с масляными форсунками. Более дорогое по сравнению с нефтяными маслами и продается чаще всего в специализированных магазинах для мотоциклов. Может быть также использовано для смешивания с топливом.

3 **Синтетические масла** — способны выдерживать высокие нагрузки, обладают свойствами, препятствующими заеданию трущихся поверхностей. Может содержать антикорректирующие присадки. Некоторые сорта таких масел непригодны для масляных форсунок — ознакомьтесь с инструкцией изготовителя. Рекомендуется к использованию в спортивной и глубоко модифицированных мотоциклах. Масло дорогое.

4 **Масла для спортивных мотоциклов** — могут быть изготовлены на основе растительных масел. Их нельзя смешивать с нефтяными маслами, они могут создавать отложения в двигателе. Они имеют веской для масляных форсунок. Дороже синтетических.

Есть еще пятая группа, основанная на мошенничестве, ставшим возможным благодаря недостаткам стандартов для масел двухтактных двигателей. Это масла на уровне самых дешевых сортов групп 2 или даже 1, но продаваемые по ценам лучших сортов групп 3 или 4. Можно лишь порекомендовать покупать масла известных производителей, которым Вы можете доверять. Поэтому, что касается масел, заслуживает спросом, говорит о том, что для большинства дорожных мотоциклов достаточно масел группы 1. Для чего-нибудь более серьезного надо выбрать подходящий тип масла опытным путем.

Каталитический нейтрализатор

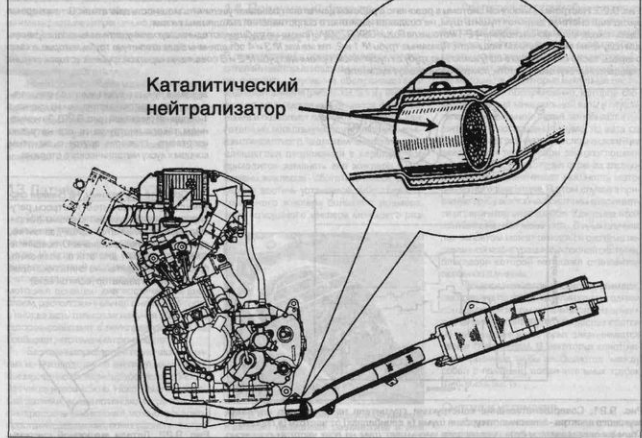


Рис. 9.23. Установка каталитического нейтрализатора повышает сопротивление выводу газов и может ухудшить мощностные характеристики двигателя. Сложность задачи состоит в том, чтобы удовлетворить экологическим требованиям ценой минимальной потери мощности. Здесь устанавливается каталитический нейтрализатор в выхлопную трубу вторичного этапа после объединения приемных труб. На этом же рисунке видно, какую часть объема сложной установки занимает впускная и выпускная системы двигателя

Глава 10

Впрыск топлива: установки и регулировки

Содержание

Введение	1	Система Denso	5
Система Bosch	2	Система Sagem	6
Система Marelli IAW	3	Тонкоголовые системы	7
Система Honda PCM FI	4	Прямой впрыск	8

1 Введение

На мотоциклах обычно применяются системы впрыска топлива типа λ - n. Это означает, что расход воздуха, подаваемого в двигатель, определяется положением или углом поворота дроссельной заслонки (D) и частотой вращения двигателя (n). Системы ранней конструкции использовали разные способы измерения воздушного потока, но развитие цифровых методов позволило разработать алгоритм расчетного определения расхода воздуха по двум параметрам: положению заслонки и оборотам двигателя. Рассчитанное таким образом базовое значение расхода затем корректируется в зависимости от показаний различных датчиков, обычно показывающих плотность воздуха и температуру двигателя.

Блокэлектронного управления двигателем (ECU) включает в себя обычно три системы, которые могут находиться в общем блоке. Первая система - это центральный процессор - компьютер, содержащий программу вычисления, по которой он определяет, в какой последовательности и сколько топлива надо подать в двигатель в данный момент. Следующая система ECU - память (микропамять), в которой сохранены данные, в том числе карты управления. Зная по показаниям датчиков текущий режим работы двигателя, ECU по этим картам определяет оптимальное значение цикловой дозы топлива. ECU может записывать в память текущую информацию, например, кодированный номер двигателя, который указывает на тип двигателя, его характеристики и т.д. Третья система ECU - модуль ввода-вывода, который обеспечивает считывание показаний датчиков, преобразование этой информации в форму, понятную компьютеру, получение инструкций от ECU, их преобразование в сигналы, которыми управляют исполнительными устройствами двигателя - форсунками, зажиганием, прибором и пр.

Вместо механического впрыска топлива подаваемого топлива определяется длительностью электрического импульса от ECU на форсунку. Давление топлива перед форсунками поддерживается постоянным. Насос подает топливо под давлением примерно 5 бар, тогда как регулятор давления ограничивает его на уровне 3 - 4 бар. При постоянном давлении, температуре и плотности топлива его количество, подаваемое в двигатель, зависит только от длительности открытого состояния форсунки.

Небольшие вариации в подаче топлива могут иметь место только за счет переходных процессов, когда игла форсунки открывается или закрывается. Эти вариации зависят от конструкции иглы и распылителя форсунки, а также от напряжения аккумулятора, сопротивления цепи и сопротивления. Подойти к ECU можно с помощью контроллера напряжения аккумулятора и внести необходимые коррективы в продолжительность управляющего импульса. Разница во времени между подачей электрического импульса и действительным моментом его открытия невелика, поэтому ее можно не учитывать. Подойти к ECU при вычислении длительности импульса.

Остальные коррективы связаны с потоком воздуха и рассчитываются ECU на основании информации о датчиках плотности воздуха (или датчике температуры и давления двигателя), температуры воздуха (с помощью датчика), положения дроссельной заслонки, температуры и т.д.

Форсунку могут работать в последовательном циклическом режиме, т.е. впрыскивать топливо в соответствующий цилиндр во время такта всасывания. Обычно такой режим характерен для малых скоростей работы двигателя. При высоких оборотах действует асинхронный режим, при котором впрыск может начаться в любой момент во время рабочего хода или такта выпуска, но важно, чтобы он закончился к такту всасывания.

Если режим работы двигателя требует

большой подачи топлива, то форсунку приходится открывать задолго до момента открытия выпускных клапанов. При этом термостойкость топлива становится важной. По существу, поскольку двигатель проходит все такты (впрыск - сжатие - рабочий ход - выпуск) очень быстро, не так уж важно, когда форсунка впрыскивает топливо в воздушный поток. Поэтому некоторые системы работают в режиме одновременного впрыска, при котором впрыск во всех форсунках происходит одновременно. В системах с современными микропроцессорными впрысками топливо дается раз за каждый оборот двигателя. Импульсы заканчиваются за 60 - 90° до ВМТ в цилиндре №1 (для 4-цилиндрового рядного двигателя) и за 90° до ВМТ в цилиндре №4 (для 4-цилиндрового V-образного двигателя). В 2-х и 3-х цилиндрах по фазе на 180°, получат импульсы форсунки топлива во время такта выпуска и во время рабочего хода.

Между одновременным и последовательным впрысками есть промежуточный вариант, называемый групповым впрыском. В рядном 4-цилиндровом двигателе форсунки сгруппированы парами (работают вместе) на два оборота двигателя. Форсунки №1 и 2 впрыскивают топливо одновременно (если порядок работы двигателя 1-2-4-3). Впрыск привнесен такту выпуска в цилиндре №1. В 2-х цилиндрах №2 это время такта такт выпуска и в нем вскоре также начнется такт выпуска.

То же происходит и в паре цилиндров №3 и 4. Расположение форсунок ближе к выпускным клапанам уменьшает запаздывание реакции двигателя на изменение подачи топлива, делает его более чувствительным к управлению водителем. Зато наличие форсунок отдаленно способствует лучшему омыванию стенок и повышает максимальную мощность двигателя. Положение форсунок во впускном тракте имеет даже большее значение, чем момент начала выпуска и увеличения расхода воздуха форсунка все больше остается открытой. В пределах она

может постоянно оставаться открытой - это преврат работу системы.

Изменить количественно впрыск топлива можно несколькими способами.

- 1) Перепрограммировать карты впрыска, хранящиеся в памяти БЗУ, если в) это возможно и б) для этого имеется соответствующее оборудование и программное обеспечение.
- 2) Заменить чип памяти на другой с новой информацией.
- 3) Внести в программу БЗУ алгоритм обработки карт впрыска, хранящиеся в исходной памяти. Обычно это бывает возможно в пределах $\pm 10\%$ для каждой пары значений скорости-нагрузки.
- 4) Модифицировать устройство ввода-вывода БЗУ с целью уменьшить (увеличить) подачу топлива. Для этого существуют приставки, подключаемые к БЗУ.
- 5) Обмануть БЗУ, перенеся входной сигнал с одного из датчиков (чаще всего - датчика температуры двигателя). Если БЗУ "думает", что двигатель холодный, он будет обогащать смесь.
- 6) Установить управляемый регулятор давления топлива и с его помощью починить или повысить давление. Имейте при этом в виду, что повышение давления может привести к перегреву топливного насоса.

Быть осторожным! При работе с топливными форсунками помните о том, что топливная рама находится под давлением около 3 бар (3 атм), и все трубопроводы от насоса до рамы и форсунок находятся под таким же давлением, даже

когда двигатель не работает. При отсоединении какого-нибудь топливного шланга топливо из него потечет более интенсивно, чем обычно. Это не так опасно, как кажется, потому что топливо, как и все жидкости, несжимаемо. При отсоединении шланга в первое же вытекание из системы капли топлива снижат давление в системе до атмосферного (при условии, конечно, что двигатель в это время не работает). Для снижения риска отсоединения питания топливного насоса и проверки двигателя стартером на несколько оборотов. Личные выводы вытекут из форсунок и давления в топливной системе не будет выше атмосферного. Топливный насос должен быть всегда отключен, если на топливной системе выполняются какие-то ремонтные работы.

2 Система Bosch

Системы Bosch прошли долгий путь развития от механических систем K-Jetronic с центральным впрыском, до электронных систем KE-Jetronic с обратной связью по составу выхлопных газов и разрозненными управляющими функциями (рис. 10.1, 10.2).

Системы L- и LE-Jetronic и более поздняя версия Motronic осуществляют электронное управление расходом топлива и опережением зажигания (Motronic).

Давление топлива в рампе поддерживается на уровне 3 бар. Топливный насос, обычно ролпного типа, может быть погружен в бак, либо располагаться снаружи.

Система управления зажиганием Motronic может содержать одну катушку и распределитель, но может и иметь высокие напряжения на каждой свече, либо по катушке на две свечи. Первичная цепь зажигания имеет электронное управление с усилителем (электронным ключом). БЗУ вычисляет необходимый интервал времени включения-выключения первичной обмотки катушки (время нарастания тока в первичной обмотке). Так и индуктивность определяет энергию, запасенную катушкой, которую она может передать на свечу. Этой энергии должно быть достаточно, чтобы обеспечить надежное воспламенение смеси, но в то же время избыток энергии может повредить изоляцию вторичной, высоковольтной, обмотки. Момент включения-выключения обмотки по отношению к ВМТ блок управления определяет по картам, хранящимся в его памяти в зависимости от скорости и нагрузки двигателя. Учитываются при этом также и напряжение аккумулятора.

Вторичное напряжение определяет скорость уменьшения тока в первичной обмотке в момент разрыва, а также отношение числа витков в обмотках. Переопроектирование цепи блока определяет БЗУ в зависимости от скорости и нагрузки двигателя.

Привключении ко вторичной обмотке, во вторичной обмотке индуцируется напряжение, которое в некоторых случаях может вызвать искру в свече и поджечь смесь. На двигателях с распределителем зажигания или одной катушкой на две свечи этого напряжения недостаточно для активизации свечи, но в системах с индивидуальными катушками каждая свеча получает свою порцию искры. Во избежание нежелательного зажигания в цепь вторичной обмотки включается диод.

Система имеет бортовую диагностику, которая постоянно держит под контролем все датчики системы. При неисправности какого-либо датчика система заменяет его сигнал постоянным числом, хранящимся в этом случае в памяти БЗУ. Дополнительно в память заносится код, неисправности и обстоятельства, при которых она произошла. Эту информацию можно извлечь из БЗУ с помощью специального тестера Bosch.

Версия Bosch/BMW

В ранних версиях (начиная с M42.4) предусмотрен режим прогрета холодного двигателя с электронным управлением, которое также обеспечивает исправную работу и холодного двигателя. При прогреве холодного двигателя система повышает его холостые обороты путем переуставки сигнала поточечному дроссельной заслонки или изменением положения ее упора.

- Для управления двигателем БЗУ использует сигналы следующих датчиков:
- скорости двигателя и положения ВМТ (датчик Холла на носке коленчатого вала);

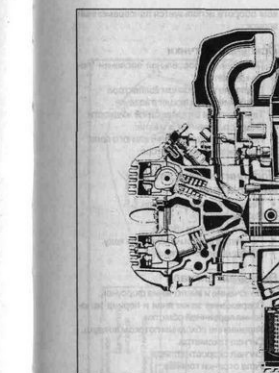


Рис. 10.2. Разрез двигателя BMW K100, показывающий впускной тракт и примерный вид струи форсунок

- положения дроссельной заслонки (потенциометр);
- температуры охлаждающей жидкости (термистор с отрицательной характеристикой);
- температуры воздуха на входе (термистор с отрицательной характеристикой);
- давления атмосферного воздуха;
- содержания кислорода в выхлопных газах (датчик кислорода в приемной трубе выхлопной системы).

По той информации БЗУ вычисляет оптимальные параметры управления двигателем и выдает следующие управляющие сигналы:

- управляет катушками зажигания (на 4-цилиндровых двигателях импульсы зажигания во вторичных обмотках инициируются с частотой около 10 кГц, затем, через 180° - на свечах № 2 и 3);
- открывает клапаны форсунок при каждом обороте коленчатого вала. Половину нужного количества топлива форсунки впрыскивают при первом обороте, остальное - при втором. Управляющие форсунки впрыскивают топливо два раза за оборот;
- управляет дроссельной заслонкой при прогреве двигателя на холостом ходу (совместно с червячной передачей, который поворачивает нужным образом дроссельную заслонку). Управляющие сигналы на окружающий датчик в зависимости от скорости и температуры двигателя, а открытие дроссельной заслонки контролируется по положению

3 Система Marelli IAW

Устанавливается как стандартное оборудование на мотоциклы Ducati. Это тип системы типа α - п с последовательным впрыском (четыре блока на 996/976 и два на 748/918). Фазы чашечки впрыска хранятся в памяти БЗУ в виде карт, а длительность впрыска вычисляется БЗУ в зависимости от работы двигателя.

Для проверки систем, электрических цепей и регулировок стабильности обслуживания Ducati пользуются фирменным тестером MATHESIS.

Датчики

- Абсолютного давления в воздухе.
- Температуры воздуха на входе.
- Температуры охлаждающей жидкости.
- Скорости вращения и положения коленчатого вала.
- Напряжения аккумулятора.
- Положения дроссельной заслонки.

Замена блока памяти

Не пользуйтесь никакими металлическими предметами при работе внутри БЗУ. После выключения зажигания и отключения БЗУ подождите минимум 15 секунд.

Процессор 1.6M. Удалите наклейку с блока процессора (после завершения работы закройте наглухо крышку, после чего герметизируйте процессор). Под наклейкой Вы обнаружите резиновую прокладку-уплотнитель. Выньте память, потянув ее за шпатель. Установите на место старую или новую память так, чтобы торцевые края ее не были обращены в сторону коммутационной панели.

Процессор PB. Снимите блок вкл. с рамы. Выбейте четыре винта крепления нижней крышки и снимите ее. Замените блок так же, как в процессоре 1.6M.

В процессорах имеется триггер - регулировочный винт, который расположен на боковой стороне блока памяти процессора 1.6M или на передней наружной стороне процессора PB под резиновой пробкой. Триггер предназначен для регулировки содержания CO в выхлопных газах. Вращать его надо пластмассовой отверткой.

Диагностика регулировочный триггер в процессоре 1.6M от 0 до 5 В при повороте на 270°, в процессоре PB - 4 оборота. В среднем положение напряжения 2.5 В. При повороте триггера от упора до упора напряжение не выйдет за пределы 0...5.8 В. После поворота триггера в положение, при котором силы могут заставить полой.

Топливный насос и регулятор давления

Насос коленчатого типа, погруженный в бак. Насос снабжен запорным клапаном, не допускающим вытекания топлива из топливной системы при остановке насоса, а также

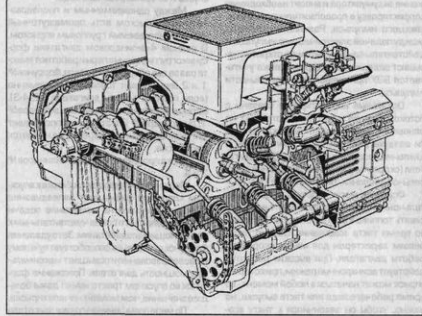


Рис. 10.1. Общее устройство двигателя BMW серии K с двумя клапанами. На рисунке видна топливная рама, корпус дроссельной заслонки и положение форсунок

предохранительным клапаном, отрегулированным на давление 5 бар, защищающим насос от перегрева и перегара. Регулятор давления топлива в топливной раме установлен на 3 бар.

Корпус дроссельной заслонки

Возможны три регулировки, которые должны выполняться совместно, поскольку каждая из них влияет на остальные. В обход дроссельной заслонки проложены две воздушных канала, прохождение сечения которых регулируется винтами с конусной иглой. Этими винтами, а также упорами дроссельной заслонки можно отрегулировать состав смеси и баланс воздушных потоков (т.е. синхронизацию дроссельных заслонок). Одновременно надо отрегулировать датчик положения заслонки, чтобы БЭУ мог правильно выполнять расчеты.

Из-за взаимного влияния установок не всегда легко уловить отрегулированную наилучшую обход холостого хода, содержание СО и синхронизацию дроссельных заслонок, так что нужно выбрать наиболее важную из этих параметров.

Для полной настройки нужен тестер MATHESIS, газонализатор и ртутный манометр. Ниже приводится процедура регулировки на примере модели 74B/916. Возможности регулировки других моделей см. в Руководстве изготовителя.

- 1 Прогреть двигатель.
- 2 Подключите к рамы бак, снимите впускные воздуховоды и воздушную камеру.
- 3 Ослабьте или отсоедините тросы дроссельной заслонки и ускоренного холостого хода.

4 Откройте винт упора дроссельной заслонки на горизонтальном цилиндре, чтобы образовался видимый зазор.

5 Вращайте механику-конус на приводе дроссельной заслонки пока полностью не закроется главная заслонка (со стороны датчика положения заслонки).

6 Подсоедините кабель питания прибора MATHESIS к аккумулятору мотоцикла и к трехпроводной кабелей-подсистемы.

7 Подсоедините прибор MATHESIS к диагностическому разъему БЭУ.

8 Соедините кабелем потенциометр дроссельной заслонки с портом COM2 тестера.

9 Вставьте в тестер карту памяти: тестер должен показывать напряжение в пределах 150 ± 15 мВ. Если нет, ослабьте винты крепления потенциометра, придержите главную дроссельную заслонку и сдвиньте потенциометр до получения требуемого результата.

10 Закрепите потенциометр. Отсоедините от потенциометра кабель тестера и подключите общую проводку.

11 Отрегулируйте трос дроссельной заслонки.

12 Вытащите пробой отверстия дилатора вакуума и подсоедините к ним манометр.

13 Перекройте винтами обходные воздушные каналы в обход дроссельной заслонки.

14 Запустите двигатель и дайте ему поработать на оборотах чуть выше холостых.

15 С помощью манометра на трубе между дроссельными заслонками сбалансируйте показания манометра.

16 Снова подключите к тестеру потенциометр дроссельной заслонки, как указано выше.

17 Поверните регулятор главной заслонки для получения показания 300 ± 15 мВ.

18 Переключите потенциометр снова на БЭУ.

19 Отрегулируйте винты обходных воздушных каналов дроссельной заслонки так, чтобы установились обороты холостого хода на уровне 1000 ... 1100 об./мин.

20 Возьмитесь газонализатором и проверьте содержание СО в обход цилиндров. Если содержание СО находится за пределами допустимого уровня (от 1,5% для дорожных мотоциклов до 6% для спортивных), тогда воспользуйтесь для регулировки триммером (описан выше). Поворот триммера по часовой стрелке обогащает смесь и увеличивает одновременно на все цилиндры, так что, если есть разница между цилиндрами, нужно или отрегулировать их на среднее значение, или повторить регулировку обходных воздушных каналов.

21 Напомните о вакуумном регуляторе холостого хода под ручкой газа и отрегулируйте тросы так, чтобы двигатель работал при 1500 ... 1600 об./мин.

4 Система Honda PGM-FI

Система Honda PGM-FI описана применительно к моделям VFR800 и RVF/RC45. Это система типа «с-п» при больших углах открытия дроссельной заслонки. Для управления малыми углами открытия заслонки используется вакуумный привод.

На 4-цилиндровых двигателях передний и задний блоки цилиндров управляются раздельно по своим картам фаз впрыска, чтобы удовлетворить различным условиям работы блока (впрыск, температурный). На некоторых моделях карты впрыска могут быть даже отдельными для каждого цилиндра.

Базовое значение цикловой подачи топлива заканчивается исходя из оборотов двигателя и открытия дроссельной заслонки, после чего оно корректируется по следующим параметрам:

- Температура и давление воздуха на входе.
- Напряжение аккумулятора.
- Температура охлаждающей жидкости.
- Ускорение (скорости открытия дроссельной заслонки).
- Установками холостого хода.

Импульсы генератора на входе распределительного вала позволяют БЭУ следить за положением поршня в каждом цилиндре для последовательного впрыска, фазы которого определяются длиной каждого цилиндра в отдельности. При пуске двигателя на пер-

вом обороте используется одновременный впрыск.

Основные датчики

- Положение дроссельной заслонки (потенциометр).
- Давление во впускном коллекторе
- Давление окружающего воздуха.
- Температура охлаждающей жидкости.
- Скорость коленчатого вала.
- Положение распределительного вала.
- Напряжение аккумулятора.

Дополнительные датчики/выключатели

- Реле остановки двигателя.
- Датчик крене.
- Датчик скорости колеса.
- Регулятор смеси на холостом ходу.
- Выключатель стартера.

Выходные сигналы

- Включение и выключение форсунок.
- Сигналы зажигания и период включения парной обмотки.
- Управление обходными потоками воздуха.
- Сигнал тахометра.
- Сигнал скорости колеса.
- Реле отсечки топлива.
- Управление переменной конфигурацией впускного тракта.
- Сигнальные индикаторы.

Датчики давления воздуха на входе установлены в воздушной камере: в отбор воздуха производится за дроссельными заслонками. Выходное напряжение датчика линейно изменяется от 0,5 В (низкое давление) до 5 В (высокое давление). Напряжение на выходе потенциометра дроссельной заслонки составляет от 0,5 В (низкой код) до 4,5 В (полная мощность).

Частота вращения двигателя измеряется индукционным датчиком, ротор которого закреплен на правом конце коленчатого вала, индуктор — под крышкой картера. Датчик выполняет также роль задающего генератора для системы зажигания и роль датчика тахометра.

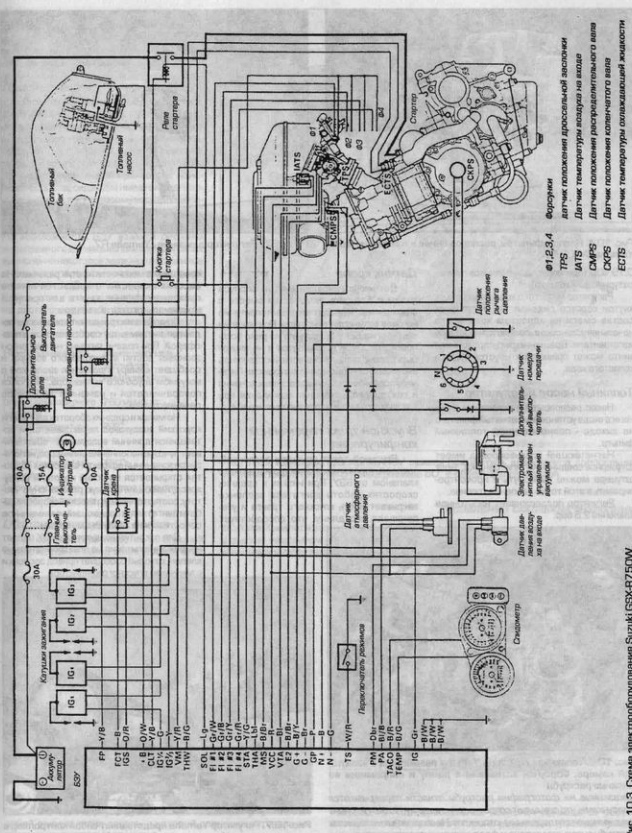
Еще один генератор импульсов расположен на впускном распределительном валу заднего блока с индуктором в головке цилиндра.

Атмосферное давление измеряется датчиком, расположенным в корпусе сиденья, и имеющим линейный выход в диапазоне от 0,5 В (низкое давление) до 5 В (высокое давление).

Температура охлаждающей жидкости измеряется термистором в водной рубашке переднего блока.

Температура воздуха также измеряется термистором с левой стороны в воздушной камере.

Скоростной термистор зависит от температуры подшипника. При 0°C сопротивление датчика составляет около 5 кОм, при 40°C — около 1 кОм и при 100°C — около



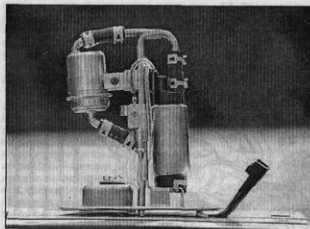


Рис. 10.4. Насос и фильтр, расположенные в топливном баке-Уматха DM20 R7

0,15 кОм (одиноково для датчиков температуры воды и воздуха).

Регулятор холостого хода расположен внутри корпуса сиденья. Он регулирует состав смеси на холостом ходу, а его начальная установка выполняется на заводе-изготовителе. Брашение регулировочного винта может привести к неустойчивости холостого хода.

Топливный насос и регулятор

Насос расположен в топливном баке. На его входе установлен сетчатый фильтр, а на выходе — полноотсечный топливный фильтр.

Нагнетающий топливopовод имеет шпунтовое соединение типа "бандаж". Болт шпунтера можно вывернуть и проконтролировать в этой точке давление топлива.

Регулятор поддерживает избыточное давление 2,5 бар.

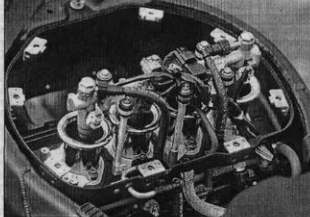


Рис. 10.6. Топливная рамка на Уматха размещена в воздушной камере. Форсунки вставлены в рамку и направлены во впускные раструбы. Показанные на фотографии раструбы отчасти перекрываются форсунками, что повышает сопротивление воздуху. Но этот вариант предназначен для дорожных мотоциклов. На спортивных мотоциклах раструбы выполнены короче и форсунками не перекрываются

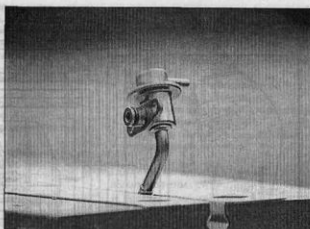


Рис. 10.5. Регулятор давления - Yamaha R7

Датчик крена

Датчик установлен внутри корпуса сиденья. Его цель — включиться вместе с зажиганием. Через датчик подается питание на реле остановки двигателя. При наклоне машины на $60 \pm 5^\circ$ питание на реле остановки двигателя прерывается и не может быть подано вновь, даже если восстановить вертикальное положение мотоцикла. Питание выключается только после выключения и повторного включения зажигания при условии, что мотоцикл стоит вертикально.

Впускной тракт переменной конфигурации

Впускной тракт оснащен заслонкой, которая управляется электромагнитным клапаном от БЗУ. При низких и средних скоростях работы двигателя заслонка закрывает часть впускного тракта и увеличивает его длину, что способствует

повышению мощности на этих режимах. На высоких скоростях открывается полное проходное сечение тракта для пропуск максимума потока воздуха.

Пока на электромагнит клапана не подается питание, он сообщается с атмосферой. При подаче питания на клапан он закрывает доступ атмосферного воздуха и сообщает камеру управления заслонкой с вакуумом впускного коллектора. Заслонка поворачивается и изменяет проходное сечение тракта.

На малых и средних оборотах двигателя короткий воздушный переключатель и оставшийся длинный воздушный, обеспечивает лучшее наполнение цилиндров, используя резонансный эффект. На высоких оборотах открывается широкий короткий воздушный канал, имеющий высокую резонансную частоту, соответствующую высокой скорости работы двигателя, и создающий минимальное сопротивление воздушному потоку.

Для открытия воздушного БЗУ подает напряжение питания на электромагнитный клапан, который сообщает привод заслонки с вакуумом впускного коллектора.



Рис. 10.7. Регулятор Yamaha представляет собой контроллер с тремя кнопками. Установки отображаются на шкале тахометра

Топливные системы мотоциклов

В выключенном состоянии электромагнитный клапан сообщает камеру управления механизма заслонки с атмосферой и заслонка устанавливается в открытое положение (высокая скорость).

Диагностика

При обнаружении неисправности в системе входа/выхода (т.е. в датчиках или в исполнительных устройствах) БЗУ сообщает об этом водителю лампочкой наличия неисправности на приборной панели. Лампочка мигает и по числу ее вспышек можно определить, в каком месте произошла неисправность. Под сиденьем имеется диагностический разъем, к которому можно подключить специальный диагностический тестер, который покажет конкретную неисправность. По возможности БЗУ изменит сигнала неисправного датчика и использует для своих вычислений некоторое заданное постоянное значение, которое хранится на такой случай в его памяти. Двигатель продолжает работать, хотя и с меньшей эффективностью, но достаточно, чтобы доехать до гаража или до станции обслуживания. Для подстановки используются следующие значения:

Неисправная цепь	Замещающее значение
Датчик давления воздуха на входе	Имитация карты
Датчик атмосферного давления	760 мм рт. ст.
Датчик температуры охлаждающей жидкости	80°C
Датчик температуры воздуха	20°C
Датчик положения дроссельной заслонки	Нулевое открытое положение

Обходной воздушный канал

В карбюраторе имеется воздушный канал, идущий в обход обеих дроссельных

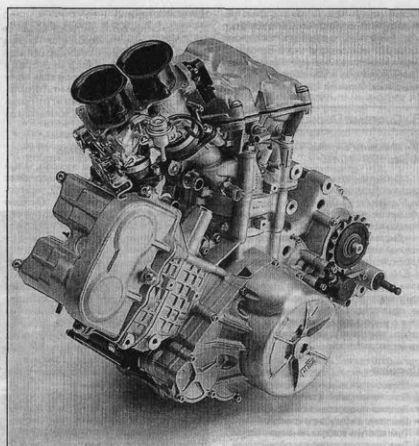


Рис. 10.8. Конструкторы Aprilia RSV сумели разместить два корпуса дроссельных заслонок диаметром по 51 мм в развале 60° V-образного двигателя

заслонок. Канал оснащен клапаном, который управляет воздушным потоком при пуске и холостом ходе двигателя по командам БЗУ.

Управление составом выхлопных газов

Некоторые модели оснащены системой, которая добавляет к выхлопным газам

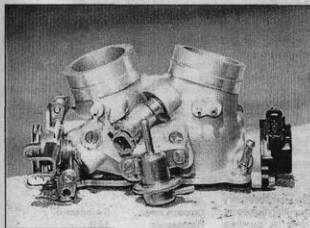


Рис. 10.9. Два корпуса дроссельных заслонок представляют собой единую литую деталь, в которой размещены топливные каналы и регулятор давления

Топливные системы мотоциклов

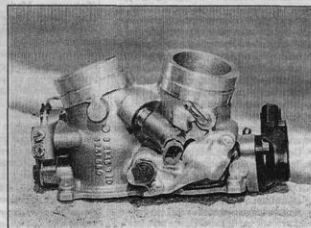


Рис. 10.10. Обе дроссельные заслонки приводятся общим шпинделем. С одной его стороны размещен тросовый привод, с другой - датчик положения

чистый воздух из воздушного фильтра. Поданная воздуха управляет БЗУ с помощью электромагнитного клапана в тех случаях, когда БЗУ находится в его основном положении. Газовый клапан впускной системы через шланги, клапаны, что выхлопные газы не попадают во впускной тракт.

5 Система Denso

Элементы системы Denso показаны на рис. 10.3-10.12.

Система устанавливается как стандартное оборудование на мотоциклах Yamaha, Suzuki и Aprilia. Примечание. Никогда не обходите систему без особой осторожности, имевшиеся на конкретные модели.

Система предусматривает дополнительный впрыск. На режимах больших нагрузок система работает по типу управления α -п. На малых нагрузках базовым управляющим параметром является давление во впускном тракте. Рассчитанные на его основе управленческие воздействия корректируются с учетом внешних условий и режима работы двигателя, а также с учетом напряжения аккумулятора.

Датчики

- Частота вращения коленчатого вала
- Положение коленчатого вала
- Положение дроссельной заслонки
- Давление в воздушной камере
- Температура воздуха на входе
- Температура охлаждающей жидкости
- Давление воздуха на входе
- Сигнал "стартер включен"
- Номер передачи
- Напряжение аккумулятора
- Датчик крена.

Выходные данные

Использование второго компьютера, установленного в приборной панели, позволяет выводить на дисплей в реальном времени и сохранять не только сигналы БЗУ, но также обороты двигателя, скорости холостого, ускорения, топлива, температуры двигателя, дроссельной заслонки. Данные могут быть сохранены и просмотрены - можно назначить несколько мерных участков и определить для них средний расход топлива, среднюю и максимальную скорость.

На дисплее можно просмотреть:

- Время включения форсунок.
- Период включения первичной обмотки и переключения зажигания.
- Сигнал тахометра.
- Температуру охлаждающей жидкости.
- Количество израсходованного топлива.
- Предупреждение о превышении оборотов двигателя.
- Коды неисправности.

Форсунок

На двигатели устанавливаются шифрованные форсунок.

Диагностика

Неисправности в системе управления двигателем водителя извещают сигнальные лампы (температура охлаждающей жидкости и масла отображаются на дисплее в натуральном виде). Для точной диагностики необходимо соединить переплетитель режимной с разъемом в жгуте проводов. Лампочка начнет мигать, показывая код неисправности.

Перепрограммирование

В чип памяти можно записать новые управленческие карты. В соответствии с вариантами мотоциклов, таких как Yamaha R7, перепрограммирование выполняется с помощью простого ручного переключателя, с помощью которого выбирается режим программирования, а затем эти же переключателем можно увеличить или уменьшить значения, записанные в памяти, т.е. обогатить или обеднить смесь. Для ограничения изменений в памяти существует доплетер Yoshimura. Так, состав смеси на холостом ходу может быть изменен в пределах не более $\pm 10\%$. Перепрограммирование следует выполнять на динамическом стенде, на котором легко оптимизировать крутящий момент при любой скорости, зафиксировать изменения и перейти к следующему значению скорости.

На некоторых мотоциклах, таких как Aprilia RSV и Yamaha YZF-R7, установлены приборные панели с аналоговыми тахометром, снабженным шаговым мотором, в котором с помощью индукционного датчика, на котором отображается температура, время и т.д. Приборная панель является составной частью системы управления двигателем и может быть использована для изменения карты управления или как средство диагностики.

Набор R7 для спортивных мотоциклов имеет иную конфигурацию. В его состав входит контроллер БЗУ с опциональным переключателем (рис. 10.7), кнопки которого имеют обозначения Mode (режим), Up (вверх) и Down (вниз). Различные сочетания этих кнопок позволяют изменять карты управления или проверить датчики. Во время этих операций тахометр превращается в вольтметр и помогает выполнять настройки, соответствующие положению контроллера.

Постройте устройство контроллера, имеющего всего три кнопки, собирающиеся сложностью управления, требующего комбинаций кнопок для выбора режима (установка параметров управления двигателем, диагностика и тестирование). Для этого нужно нажать последовательность кнопок три или четыре раза в определенном порядке. Затем появляется двухзначный код, показывающий параметр, подлежащий регулировке или обнулению неисправности. Код отображается на тахометре, при нажатии кнопок сначала на две секунды появляется число 10000, затем высвечивается код, например код 15 отображается следую-

щим образом: на тахометре на одну секунду появляется число 1000 (что означает 1), затем еще раз 10000 на 0.5 секунды 5000 (что означает 5) на одну секунду.

В режиме управления параметрами двигателя всего 18 кодов. Впрыск топлива можно регулировать для каждого отдельного цилиндра. Впрыск на обороты холостого можно регулировать в четырех диапазонах: малая скорость/малая нагрузка, малая скорость/большая нагрузка, большая скорость/малая нагрузка, большая скорость/большая нагрузка. "Малая" означает около 800 об/мин или 20% открытия дроссельной заслонки, "большая" значит свыше 800 об/мин или 65% открытия заслонки. В промежуток между этими управленческими программами меняет впрыск пропорционально, но можно отрегулировать промежуточные режимы так, чтобы смесь была богаче или беднее и оптимизировать разную характеристику двигателя.

Остальные коды позволяют регулировать, отсечение зажигания при разных скоростях и нагрузках холостого, перестраивать настройки БЗУ на заводском, устанавливать ограничение оборотов, отображать индикацию передач, переключать дисплей на температуру двигателя или на тахометр.

После выбора режима установка производится нажатием кнопки Up и Down, что подтверждается миганием лампочки на панели тахометра.

При обнаружении неисправности начинает мигать индикаторная лампочка. Если остановить двигатель, но не выключить зажигание, то тахометр будет отображать коды неисправностей так же как при отображении кодов установки.

В случае неисправности какого-либо датчика БЗУ заменит его показания наперед заданное число, чтобы двигатель мог продолжать работу.

Для подстановки используются следующие значения:

Неисправная часть	Замещающее значение
Датчик коленчатого вала	БЗУ объединяет и тахометры 1, 4 и 2, 3 в 760 мм рт. ст.
Датчик давления воздуха на входе	Полное открытие заслонки
Датчик положения дроссельной заслонки	80°C
Температура охлаждающей жидкости	40°C
Температура воздуха на входе	760 мм рт. ст.
Атмосферное давление	6-я передача
Скорость колес	12 В
Напряжение аккумулятора	Устанавливаются стандартные карты
Память ROM	

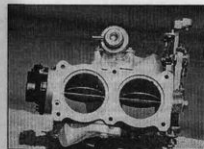


Рис. 10.11. В этом клапанном устройстве есть все, кроме топливного насоса

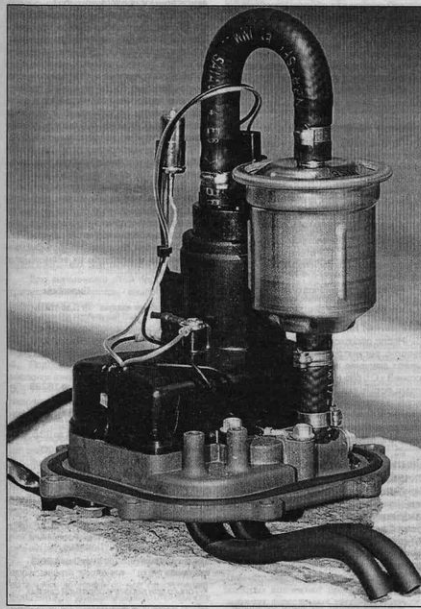


Рис. 10.12. Это топливный насос, установленный на опорной плите, которая крепится снизу к топливному баку

В режиме проверки с помощью различных кодов можно выбрать для проверки нужные датчики. Тахометр в режиме вольтметра показывает напряжение в 500 мВ (например, 6000 означает 12 В, 4000 означает 8 В и т.д.). Можно проверить следующие датчики:

- Напряжение аккумулятора.
- Атмосферное давление (760 мм рт. ст. отображается числом 1000).
- Атмосферное давление минус давление во впускном коллекторе (1100 мм рт. ст. отображается числом 1000).
- Положение дроссельной заслонки (закрыта: 1300 или 0.89 В, полностью открыта: 7400 или 3.72 В).

- Температура воздуха на входе (20°C отображается числом 4800, 30°C - числом 5700).
- Температура охлаждающей жидкости (на входе БЗУ отображается числом 4900, 100°C - числом 9200).
- Скорость колес (показания датчика начинают выводиться на дисплей при вращении заднего колеса).
- Выключатель зажигания (включен = 10000, выключен = 0).
- Состояние датчика крена (нормальное состояние = 8000, мотоцикл упал и датчик не переуставлен = 0).
- Система также контролирует первичную и вторичную обмотки катушки зажигания. Если система исправна, лампочка мигнет 5 раз в секунду.

6 Система Sagem

Установлена в качестве стандартного оборудования на моделях Triumph.

Система имеет α -п. работает без обратной связи. Датчик положения дроссельной заслонки работает по всем диапазонам угла ее открытия. Рассчитанное базовое значение впрыска корректируется с учетом показаний других датчиков. На некоторых системах, включенных каталитический нейтрализатор, установлен датчик кислорода в одной из примыкающих к впускной системе, в этом случае система управления двигателем включает в себя обратную связь по составу выхлопных газов.

Большинство сигналов во индикаторы приборной панели и датчиков сигналов систем преобразования и безопасности проходит через БЗУ. Исключение составляют сигналы сцепления и предельно допустимого давления масла.

Датчики

- Частота вращения коленчатого вала. Ротор имеет 21 зуб, а датчик выдает широту импульсов для определения положения коленчатого вала.
- Датчик положения дроссельной заслонки. При полностью закрытой заслонке на выходе 0 В, при полностью открытой - 5 В.
- Скорректированное значение положения заслонки - измеряется в прошах по отношению к полностью открытой заслонке.
- Датчик состояния виллатора системы охлаждения - включен/выключен.
- Датчик кислорода (2-датчик). Установлен только на моделях с каталитическим нейтрализатором.
- Датчик нейтрального положения коробки передач.
- Выключатель зажигания включен/выключен.
- Датчик сцепления (включен/выключен). При включении зажигания сигнал на БЗУ прерывается при любой включенной передаче и не прерывается, если сцепление выжато.

- Напряжение аккумулятора.
- Температура охлаждающей жидкости.
- Температура воздуха на входе (измеряется в воздушной камере).
- Давление воздуха на входе (измеряется в воздушной камере).
- Датчик положения распределительного вала (определяет, в каком такте находится клапан).
- Датчик ускорения топлива.

Форсунки

Каждый цилиндр имеет свою форсунку. Форсунки установлены вплотную к впускным клапанам, структура форсунок нацелена на тарелку клапана.

Подача топлива дозируется индивидуально для каждой форсунки в зависимости от ее угла.

Осторожно! Топливо в рампе находится под давлением 3 бар. Перед рассоединением любого топливпровода это давление надо сбросить. Для этого отсоедините левую от топливной рампы и несколько раз проведите двигателем стартером.

Форсунки вставлены в корпус дроссельных заслонок с резиновыми уплотнительными кольцами. Борозни, возникающие в сборе с течением времени. Заменить корпус можно извлечь на рампу, однако не на фидератор.

Проверьте состояние уплотнительных колец.

Датчик положения дроссельных заслонок

Датчик представляет собой вращающийся потенциометр, расположенный на торце блока дроссельных заслонок. Выходное напряжение потенциометра должно изменяться от 0 до 5 В за полный ход, т.е. от закрытого хода до полностью открытого положения. Если это так, то потенциометр можно считать для проверки, устранения неисправности или замены. В противном случае, если потенциометр был сломан, то после установки его надо окрасить в защитном положении заслонок на специальном оборудовании. Осторожно! Причиной неисправности потенциометра (за исключением аварий!): лягут грязь и коррозионные факторы. Последние можно проверить и не снимая потенциометр с места.

Управление холостым ходом

Для управления холостым ходом имеется воздушный клапан, положение которого регулируется шлангом мотора. Клапан, расположенный в воздушной камере, пропускает заданное количество воздуха за дроссельную заслонку. При работе двигателя и во время холостого хода, когда заслонка, как правило, закрыта, клапан дозирует воздух таким образом, чтобы поддерживать требуемое соотношение топлива-воздушной смеси, соответствующее темпе-

ратуре двигателя, а также температуре и давлению воздуха на входе.

Управляя положением клапана, БЭУ поддерживает заданное значение оборотов холостого хода.

Клапан также контролирует изменения атмосферного давления, а также увеличивает поступление воздуха в двигатель при выборе для предотвращения загорания на сгоревшем топливе в выхлопной системе.

Клапан можно проверить только на специальном диагностическом оборудовании.

Катушки зажигания

Катушки установлены непосредственно на свечи зажигания. Период включенного состояния первичной обмотки и переключения зажигания контролирует БЭУ. При нормальной работе системы управления свечи срабатывают только в конце такта сжатия соответствующего цилиндра. Но при неисправности датчика положения распределительного вала искра все равно будет возникать при каждом обороте двигателя (в конце такта сжатия, так и такта выпуска).

Главное реле системы

Питание БЭУ подается через главное реле системы. Реле срабатывает при включении зажигания. При выключении зажигания главное реле отсоединяет питание от выключенных, пока в БЭУ происходит цикл выключения. В это время БЭУ записывает в память последнюю информацию, проверяет положение клапана холостого хода, запускает вентилятор системы охлаждения, пока температура двигателя не опустится до заданного значения, и только после этого выключает реле.

Реле расположено под сиденьем, рядом с БЭУ.

Топливный насос

Насос расположен в топливном баке. Насос с регулятором давления обеспечивает давление в топливной системе на уровне 3 ± 0,5 бар. Насос работает короткое время после включения зажигания для заполнения топливной системы и создания топливного режима работы двигателя. После пуска двигателя насос работает постоянно. Насос управляет БЭУ через реле.

Вентилятор системы охлаждения

Вентилятор управляет БЭУ через реле по сигналу датчика температуры охлаждающей жидкости. Вентилятор включается и выключается при достижении температурной установочных значений. Питание вентилятора зависит от положения ключа зажигания.

Диагностика

Система имеет функцию самодиагностики, а также средство для регулировки и калибровки действующих установок. Для

использования этих средств необходимо диагностическое оборудование Triphr, которое подключается к диагностическому разъему БЭУ.

Прибор проверяет неисправности системы зажигания и в начале отсчитывает число циклов, на протяжении которых существует эта неисправность. Когда число циклов достигнет наперед заданного значения, система переводит код неисправности в долговременную память, а на приборной панели загорается предупредительный сигнал.

По возможности БЭУ заменяет сигнал неисправного датчика постоянным значением, хранящимся в памяти БЭУ, чтобы двигатель мог продолжать работу.

После появления неисправности системы отсчитывает число циклов работы двигателя (каждый цикл предусматривает прогрев после пуска на 23°C или не менее чем на 72°C. Если неисправности исчезли и не появляются на протяжении заданного числа циклов (обычно 3), то лампочка гаснет. Система продолжает отсчет циклов и, если неисправность не появилась в течение последующих (обычно 40) циклов, то код неисправности удаляется из памяти БЭУ.

В случае неисправности прибора или датчика уровень топлива лампочка не загорается.

С помощью специализированной диагностической аппаратуры можно прочесть текущую информацию о состоянии двигателя, а также информацию о всех неисправностях, коды которых хранятся в памяти БЭУ. Ниже приведен перечень контролируемых параметров и диапазонов их возможного изменения.

Параметр	Диапазон
Расчетный объем воздуха за цикл	От 0 до 100%
Температура охлаждающей жидкости	От -40 до 215°C
Пределы регулировки подачи топлива на холостом ходу	От -100 до 99,2%
Скорость двигателя	От 0 до 16393 об/мин
Температура воздуха на входе	От -40 до 215°C
Определение зажигания	От -64 до 63,8° BMT
Положение дроссельной заслонки	От 0 до 100%
Давление воздуха на входе	От 0 до 993 мм рт.ст.
Пределы регулировки подачи топлива по сигналу датчика кислорода	От -100 до 99%
Состояние системы *	Без обратной связи или с обратной
Сигнал датчика кислорода *	От 0 до 1,25 В
* Только при работе с обратной связью.	

С помощью диагностического аппарата можно проверить каждый датчик,

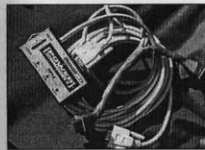


Рис. 10.13.А. Тонниговский набор Dynojet Power Commander II

просмотреть заводские установки, дату последней проверки БЭУ и данные о дилере, выполнявшем эту проверку.

Регулировка

С помощью диагностической аппаратуры можно настроить установку холостого хода:

- Напряжение на выходе датчика положения дроссельной заслонки при закрытой заслонке.
- Подачу топлива за цикл на холостом ходу (при работе без обратной связи).
- Начальное положение шагового электропривода воздушной заслонки.
- Длительный впрыск топлива (при работе с обратной связью).

Взброс Triphr можно вводить, который позволяет изменять данные в системе управления двигателем при различных его модификациях.

Процедура балансировки дроссельных заслонок

Для выполнения этой процедуры потребуются вакууметры - аналоговые, цифровые или ручные.

1. Снимите топливный бак.
2. Снимите воздушную камеру.
3. Отсоедините от корпуса дроссельных заслонок воздушные шланги холостого хода.
4. Подсоедините к корпусам дроссельных заслонок вакуумметры.
5. Установите на место топливный бак, подсоедините шланги и разъем топливного насоса или запусните двигатель от постороннего газа. Triphr предлагает для этой цели специальный набор соединительных деталей.
6. Запустите двигатель (если работа выполняется в помещении, то выведите выхлоп наружу). С помощью рукоятки газа подержите скорость на уровне 1200 об/мин (отсоединение воздушных шлангов делает невозможным автоматическое поддержание холостых оборотов, поэтому требуется ручная регулировка).
7. Ориентируясь на чтение регулятора дроссельной заслонки - отрегулируйте остальные заслонки по его разрежению. Вращайте регулятор по часовой стрелке и дайте двигателю время выйти в стационарный режим.

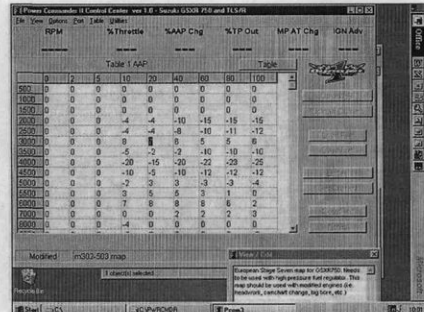


Рис. 10.13.Б. Программное обеспечение Dynojet Power Commander имеет в своем составе экраный редактор, на котором видны все изменения в картах топливонабора. Данные можно изменить, сохранить и установить в модуль мотоцикла

8. Добейтесь, во всех случаях одинакового разрежения. Поскольку регулировка каждого дросселя будет сказываться на работе остальных, выполните регулировку последовательно на всех заслонках. Не пытайтесь отрегулировать полностью одну заслонку и после этого переходить к следующей.

9. Остановите двигатель.
10. Отсоедините топливную воронку от бака и снимите бак.
11. Отсоедините вакуумметры.
12. Подсоедините воздушные шланги.
13. Установите воздушную камеру и топливный бак.
14. Поверьте обороты холостого хода. Если они не падают в допустимый предел (обычно 1150 - 1250 об/мин), то придется выполнить калибровку дроссельных заслонок в закрытом состоянии и использовать новое специальное диагностическое оборудование.

7 Тонниговские системы

Описываемые ниже системы устанавливаются как основное оборудование на модели выпуска до 1989 года, хотя системы относятся к более поздним выпускам (до конца 80-х годов, откровенно говоря, такие системы мотоциклах применялись в последние годы раннего десятилетия. Практически они использовались только там, где очевидна их необходимость - это крутые дуги в горах и Восточная Африка, там, где мотоцикл возматывает подъемы в разряженном дроссельных заслонок большого диаметра или с охлаждением двигателя. К концу 90-х годов только BMW и Triumph - производители моделей малого класса - приняли решение о преимущественном оснащении своих мотоциклов системой впрыска топлива (кроме представителей Triumph). Другие, более мелкие производители, такие как Aprilia, Benelli, Laverda, Guzzi, последовали их примеру. Из крупных производителей с широким рядом моделей больше всего производителей Suzuki переклонились на производство моделей с впрыском после того как производство был отключено новыми, более мощными двигателями Honda выпущенными мотоциклами на рынок только после тщательной доводки Yamaha и Kawasaki были еще более осознательны.

С точки зрения эксплуатации системы стали толще, лучше (меньше по габаритам, дешевле, умнее, быстрее, с большей памятью). По мере уменьшения недостатков и увеличения производительности, несомненно, производители стали в сторону системы впрыска. Это привнесло к созданию систем с возможностями перепрограммирования, поскольку спортивные мотоциклы требуют оптимизации топливной системы, которая бы удовлетворяла потребности модифицированных двигателей. Даже изданным дозволительным мотоциклам, решившим заменить выхлопную систему или изменить воздушный фильтр, может потребоваться точный подбор электронного управления топливом Dynojet [рис. 10.13.А, Б]. С другой стороны, производители основной продукции связаны нормативами по охране окружающей среды, которые включают в себя и ограничения по перепрограммированию бортовых компьютеров, естественно, возражает против любых

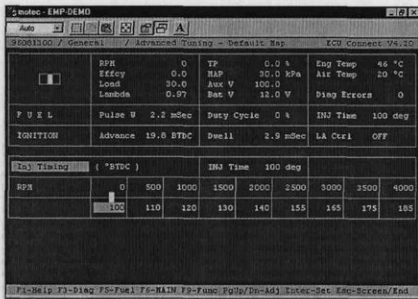


Рис. 10.14.4. Австралийская система управления двигателем Motec имеет развитое программное обеспечение, которое позволяет полностью отредактировать практически все функции управления двигателем

модификации точечков. Из этого следует, что стандартное оборудование, скорее всего, будет лишено возможностей перестройки, да к тому же, возможно, будет просто опечатано. Очевидно также, что любое творение в конструкции двигателя, автомобильской наддувочной системы,

Тем не менее, возрастательский спрос немедленно повышает предложение и на рынке будет во все большем количестве появляться всевозможное оборудование для модификации - блоки электронного управления, всевозможные датчики, форсунки и корпуса дроссельных заслонок для подготовки моторов к соревнованиям.

Этот уже происходит в мире автомобильной гонки, как самое дешевое решение,

можно приобрести установку простой чип-картами управления для замены, или более радикальное - заменить весь блок электронного управления или вообще установить новый спортивный блок.

Автомобильные системы управления предлагают и возможности для повышения производительности двигателя, например, путем повышения частоты оборотов или ограничения скорости или иным способом, т.е. совсем не то, что нужно спортивному мотору, например, фиксации очеревого круга и времени его прохождения. Сейчас во всем мире дорожные службы работают над созданием "умных" автострад, которые могут вступать во взаимодействие с системой управления автомобилем. Они

могут снимать деньги со счета автомобиля за пользование платными дорожками без остановки у пропускных пунктов, могут предупреждать об опасности на дороге об ограничении скорости, о том, что водитель движется слишком быстро и т.д. Технологии такого общения уже существуют в той или иной форме и со временем все это будет сведено в единый удобный пакет.

Примечательно к мотористам существует лишь несколько автомобильных систем управления, которые можно приспособить к работе на моторе. Теоретически приспособить можно все и ко всему. Но на практике могут возникнуть трудности, например, крутильный момент управления или как заставить его работать с двигателем, развивающим 14000 об/мин, тогда как блок рассчитан только на 7000 об/мин.

Есть также как политические, так и финансовые проблемы. Многие крупные производители микроэлектронного оборудования обеспечивают и готовы пойти на все, чтобы для его защиты. В результате лицензионное программное обеспечение, предназначенное для техники автомобильной, стоит очень дорого, да к тому же имеет ограничение по срокам использования (т.е. не имеет никакой ценности при перепродаже). Программы других производителей, предназначенные для использования на спортивных моторах, обычно с восторгом даются ии телеметрическими функциями, таких как Bosch или Magneti Marelli, очень дороги и не собираются дешеветь.

К счастью, есть несколько небольших фирм, которые выпускают собственные ECU и программные наборы, которые можно приспособить к оборудованию других производителей. Парадоксально, но поскольку оборот этих фирм невелик, и они не в состоянии вкладывать большие деньги в долгосрочные проекты, они приходится быть более гибкими, и они быстрее реагируют на постоянные изменения в мире электроники. В результате их продукция оказывается часто современнее и лучше приспособленной к управлению техникой, чем продукция гигантов рынка. Во многих случаях такие фирмы выпускают и бесплатные раскрывающие демонстрационные версии своих программ. Такие версии позволяют потребителю понять, как работает программа, что неопознательно делая, насколько проста она в обращении и т.д. Часто программу с несколькими примерами можно "перекатать" прямо с WEB-сайта компании.

Привыбор оптимального обеспечения следует выбирать ответы на такие вопросы: совместимы ли он с датчиками, которые Вы хотите использовать, достаточно ли в нем число вводимых параметров, достаточно ли, что Вам надо, может ли он управлять необходимым числом форсунок при максимальной скорости двигателя?

Если программа удовлетворяет этим требованиям, полезно далее выяснить: как

программа обеспечивает холодный пуск и холодный ход двигателя, как система управляет открытием-закрытием форсунок в условиях, когда напряжение аккумулятора изменяется.

После того как Вы выяснили возможности установки программы бортовой компьютер, уточните, сколько в нее можно загрузить точек управляющей карты инжектора/скорости, каковы границы регулировки состава рабочей смеси, можно ли программировать форсунки индивидуально по цилиндрам.

Можно ли добавить дополнительные входы сигналы, например, от датчика детонации?

Высокая стоимость системы даст возможность купить - простой датчик, предназначенный для сигналы датчика детонации, включенной передачи можно усилить и использовать в этих целях, например, привнести действие сервисмотора открыть электромеханический клапан. Надо только знать, можно ли перепрограммировать исходный сигнал (может быть он управляет только скоростью, тогда как Вам для

управления требуется сочетание скорости и нагрузки).

Фирма, поставляющая программное обеспечение, может почти наверняка предоставить его к требованиям вроде указанных выше - это только дело времени, цены и желания. Если Вы не крупный потребитель и фирма-изготовитель не хочет заниматься единственным заказом, то всегда найдется более или менее компания, которая согласится это сделать.

Как компромиссное решение, для модификации входов/выходов сигналов существует возможность установить модуль между имеющимся ECU и проводкой мотора. Подобные системы существуют для цифрового управления зажиганием, допускающие некоторую свободу программирования карт зажигания.

Примером такого модуля с программируемыми картами, который является между ECU и проводкой, может служить Power Commander. В состав комплекта входит согласующий кабель, которым можно подключить к компьютеру компьютеру.

Модуль можно также запрограммировать клавишами на корпусе. Каждый блок содержит стандартные карты. Другие карты, необходимые для доработки двигателя, можно получить на дискете или перекачать с WEB-сайта Dynojet. Карту, установленную в модуль, можно изменить на персональном компьютере с помощью прилагаемой программы. Новую версию можно записать на жесткий диск компьютера и там его сохранить.

В. Прямой впрыск

С точки зрения удельной мощности двухтактные двигатели значительно опережают четырехтактные. В этом сомнений. Как бы не измеряли эту мощность - на единицу рабочего объема или на единицу веса или на единицу общего объема, заваемого двигателем - в любом случае двухтактный двигатель оказывается выше.

Основными недостатками двухтактных двигателей являются повышенный расход

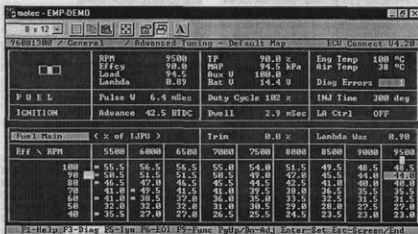


Рис. 10.14.6. Данные можно изменить при установке машины на динамический стенд. Но не сразу видны результаты изменений. На нем можно быстро оптимизировать новые установки или вернуться к старым

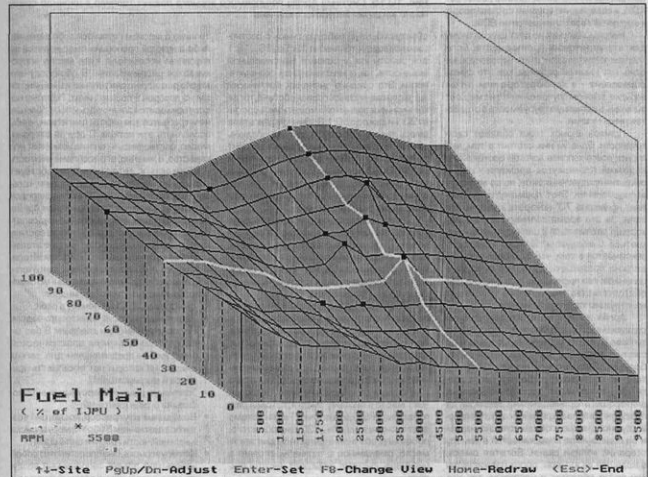


Рис. 10.14.6. Для наглядности результаты программирования можно вывести в виде трехмерной карты. Эта карта показывает установку впрыска топлива в зависимости от скорости и нагрузки. Выделенную точку (в данном случае при 5500 об/мин и 40-процентной нагрузке - выделена белыми линиями) можно отредактировать с клавиатуры

топлива и грязный выхлоп. Оба эти недостатка обусловлены тем, что продувка двигателя осуществляется рабочей смесью, которая во время этой операции может попадать из воздушных каналов в камеру сгорания и в атмосферу, не производя никакой мощности. Если продувочные каналы оптимально спроектированы для получения максимального КПД в режиме максимальной мощности на высоких скоростях, то КПД двигателя на умеренных скоростях и на низких оборотах еще ниже. Это может вызывать неустойчивую работу двигателя при движении на малых скоростях, в особенно на холостом ходу.

Aprilia пытается решить эти проблемы введением прямого впрыска топлива. Такую систему управления топливонадочисткой они назвали DITECH. В этой системе цилиндр и картер продуваются чистым воздухом, так что никаких потерь топлива при этом не происходит. В остальном это обычный двухтактный двигатель с рабочим объемом 50 см³, какие широко применяются на мотоциклах и небольших моторолерах. По данным Aprilia экономичность достигает 40% в содержании вредных составляющих в выхлопных газах, снижается на 80%.

Несмотря на то, что двухтактному двигателю никаких преимуществ. Если топливонадочистка двигателя через воздушные каналы, так и никакой разницы, как эта смесь образована - в карбюраторе или путем впрыска - в любом случае топливо смешивается с воздухом в выпускной трубе вместе с отработавшими газами.

Прямой впрыск тоже создает свои трудности. Одна из них состоит в том, что впрыск всего топлива должен состояться в короткий промежуток времени - после зажигания продувочных каналов, но до момента воспламенения. Этот промежуток составляет примерно 70° поворота коленчатого вала. За это время топливо не успевает хорошо распылиться в цилиндре и перемешаться с воздухом. Вторая трудность заключается в том, что давление впрыска должно превышать давление воздуха в цилиндре, где происходит такт сжатия. Это обстоятельство значительно усложняет конструкцию топливной системы.

Aprilia выходит из этого затруднения следующим образом. Форсунка впрыскивает топливо в отдельную небольшую камеру со сжатым воздухом, где образуется очень богатая смесь. Впрыск может длиться в течение почти всего рабочего цикла двигателя и смесь имеет достаточно времени для хорошего перемешивания. Затем, когда продувочные каналы открыты, камера с топливно-воздушной смесью сообщается с цилиндром и ее содержимое впрыскивается в камеру сгорания вблизи свечи. Богатая смесь, выходящая из камеры, легко поджигается при любой оборотах и нагрузках, так что смесь зажигания не происходит.

Зажигания богатая смесь далее быстро перемешивается с воздухом в цилиндре,

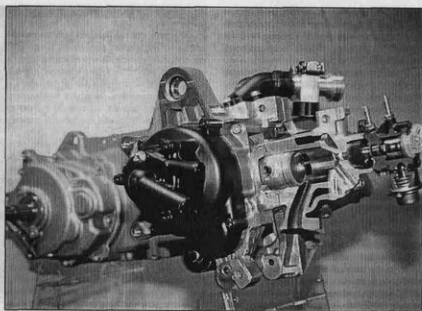


Рис. 10.15. Система Aprilia полупрямого впрыска подает топливо в цилиндр сразу после закрытия выпускного клапана

образуя обычную рабочую смесь с соотношением воздух-топливо от 12:1 до 16... 18:1 для работы как в режиме максимальной мощности, так и максимальной экономичности. Это средние значения. Фактически жасколовачи смеси гораздо богаче, тогда как в конце сгорания она может иметь состав от 30:1 и даже до 50:1. В обычном двигателе смесь такого состава просто не подожжет свечей, но здесь смесь уже горит и догорит до конца при любом составе. На модели Honda EXR-2 подобная система на малых нагрузках вообще переходит на режим самовоспламенения, делая ненужной систему зажигания как таковую.

В обычных системах соотношение воздух-топливо может поддерживаться в двух режимах - режиме максимальной мощности, либо в режиме максимальной экономичности. В любом случае нет никакого риска, что несгоревшее топливо пролетит сквозь цилиндр в выпускные каналы.

Поскольку мотоциклы этой фирмы уже оснащены системой управления двигателем с обычным БЭУ и различными датчиками, Aprilia воспользовалась этой возможностью для управления клапанной системой двигателя. На мотоцикле установлен отдельный масляный бак и масляный насос низкого давления с приводом от электромотора. Насос качает масло в систему смазки, которая распределяет его по нужным точкам. Такая система дает экономию масла до 30%, кроме того, поскольку обычным двухтактным двигателем смесь, смешанная с топливом, сгорает в цилиндре, система позволяет чистоту вала.

Разделение топливной и масляной систем имеет и еще ряд преимуществ. В обычном двухтактном двигателе смесь

с топливом готовится либо заранее, либо в нужной пропорции смешивается во выпускном коллекторе, куда масло впрыскивается распылителем. В обоих случаях масло растворяется в топливе и вымывается им из зазоров в подшипниках. Поэтому неоспоримо приходится заливать масло больше, чем требуется для работы двигателя, чтобы восполнить эти потери. С другой стороны, масло, растворяясь в топливе, изменяет его качество, а именно, его воспламеняемость и стойкость к детонации, способствуя износу клапанов на днище поршня, клапанов и клапанов (исчислен от 30 до 40 тысяч оборотов в выхлопе). Система, предложенная Aprilia, искусно обходит эти проблемы, и удовлетворяет европейским стандартам по составу выхлопных газов для двухтактных двигателей даже без каталитического нейтрализатора. К тому же она продлит жизнь двигателя, поскольку обеспечивает полноценную смазку подшипников и стенок цилиндров.

Система DITECH включает в себя:

- Топливный насос с электромотором. Насос работает при давлении 6 бар и он потребляет минимум электрической энергии (он предназначен для легких машин, на которых нет тяжелых генераторов и аккумуляторов).
- Топливную рамку с форсунками автомобильного типа (Siemans).
- Воздушный компрессор, подающий воздух под давлением 6 бар в камеру впрыска в верхней части головки цилиндров.
- Камеру впрыска. Она представляет собой небольшой объем, заполненный воздухом под давлением, в который форсунка впрыскивает весь цикловой объем топлива. После закрытия выпускного окна открывается клапан, через который эта

богатая топливно-воздушная смесь впрыскивается в камеру сгорания рядом со свечой. Этот процесс занимает примерно 70° поворота коленчатого вала. Остальные 290° остаются для впрыска топлива. По данным Aprilia обычная автомобильная форсунка распыляет

топливо в виде частиц диаметром 50 мкм, форсунка диаметром 25...30 мкм, тогда как система DITECH создает частицы диаметром около 8 мкм. Такая чистота способна испариться меньше чем за 1 микросекунду, и этого вполне достаточно для работы двигателя при 12000 об/мин.

- Регулятор давления, который поддерживает давление топлива выше давления воздуха.
- Систему зажигания. Мощная система, управляемая БЭУ, обеспечивает надежное зажигание и не допускает перебоев, при которых не сгоревшее топливо выбрасывается в выпускную систему.

Содержание

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение
1. Общие сведения о топливной системе
2. Устройство и принцип работы топливной системы
3. Регулировка топливной системы
4. Диагностика топливной системы
5. Ремонт топливной системы

Введение	1	Типы нагнетателей	6
История наддува	2	Промежуточный теплообменник	
Доаварный период		Впрыск воды	
Послеаварный период		Топлива	7
Турбоагнетатели	3	Сирт	
Импульсный нагнетатель	4	Нитрометан	
Согласование нагнетателя с двигателем	5	Окислы азота	

СОДЕРЖАЩИМИСЯ В НИХ ОСТАТКАМИ ЭНЕРГИИ

содержащимися в них источниками энергии. Для сведения — обычные двигатели теряют с выходящими газами до 30% энергии, содержащейся в топливе. Часть этой энергии используется в турбине для вращения турбокомпрессора. В действительности турбина работает не совсем на дармовой энергии. Она отбирает часть энергии от двигателя, результате чего процесс выхлопа протекает не так свободно, как мог бы происходить. Кроме того, конструкция самого двигателя требует некоторых изменений — требуется уменьшить степень сжатия, уменьшить опережение зажигания.

Это означает, что двигатели с турбонаддувом не так хороши, как кажутся на первый взгляд, хотя, конечно, их мощность на единицу веса или объема, несомненно, выше. Двигатели с турбонаддувом более эффективны по сравнению с двигателями, имеющими механический наддув, поскольку в последнем случае мощность на привод компрессора отбирается с коленчатого вала, тогда как 30% энергии, содержащейся в топливе, вылетает в атмосферу в виде газа.

Механический наддув также имеет свои достоинства - его можно включить или выключить по желанию. Турбонаддуватель инерционен - если двигатель работает на максимальной мощности, нагнетатель помогает ее увеличить, но при разгоне с малых оборотов турбонаддуватель не сможет сразу повысить обороты, чтобы обеспечить быстрое увеличение подачи воздуха.

Хотя механический наддув способствует повышению удельной мощности, он не повышает экономичность двигателя, поскольку для вращения компрессора приходится сжигать в цилиндрах больше топлива. Турбонаддув имеет некоторые преимущества, поскольку частично использует бросовую энергию. Но в целом все двигатели без наддува ведут себя как обычные двигатели без наддува большого объема.

Турбоагнетатели, по крайней мере автомобильного размера, снабжены радиальными турбинами. Хотя на крупных двигателях есть возможность установить осевую турбину, но ее эффективность ограничена очень узким диапазоном частот вращения, который не обеспечивает условий работы дорожных автомобилей.

Двигатели с наддувом работают мягче обычных. Хотя давление в цилиндрах у них выше, но при давлении больше растут по времени и скорость изменения давления у них меньше. Наддув способствует торможению поршня при подходе к ВМТ, гасит инерционные нагрузки на шатунную группу особенно велики. Поэтому двигатели с наддувом, хотя и производят больше мощности, то, тем не менее, обладают большей долговечностью.

Довоенный период

1885 - Готтлиб Даймлер получил патент на насос, расположенный вдоль цилиндра, который нагнетал воздух в цилиндр и мог освобождать его от выхлопных газов.

1902 - Луи Рено получил патент на вентилятор с ремённым приводом, который прогонял воздух через карбюратор.

1908 - Ли Чедвик из Пенсильвании создал спортивный автомобиль с наддувом, который развивал скорость до 100 миль в час.

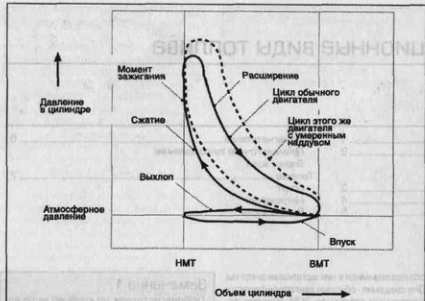


Рис. 11.1. Индикаторная диаграмма (зависимость давления в цилиндре от хода поршня, когда он совершает полный рабочий цикл) показывает, как двигатель с наддувом развивает больше мощности по сравнению с обычным. В такте выпуска воздуха из двигателя требуется больше затрат мощности. При наличии наддува воздух выходит в цилиндре под действием повышенного давления, создаваемого компрессором (правда, для этого надо затратить мощность на его привод). В такте выпуска газа выходит из цилиндра сам, поскольку в конце предыдущего рабочего хода в цилиндре сохраняется высокое давление. Затраты мощности увеличивается с наддувом только в такте сжатия, поскольку сжимать приходится большее количество газа и давление при этом выше. Однако эти затраты с лихвой компенсируются повышением давления в камере сгорания.

Мощность, развиваемая за цикл с каждого цилиндра двигателя, определяется площадью верхней части индикаторной диаграммы. Очевидно, что площадь индикаторной диаграммы двигателя с наддувом (показана штриховой линией) значительно больше площади индикаторной диаграммы обычного двигателя (показана сплошной линией).

его изобретением стал В-двухтактный вентилятор, вращающийся в пять раз быстрее колесного вала. Позднее он стал использоваться блок из трех вентиляторов, разработанных в самолетостроении для предотвращения проблем равномерного распределения воздушного потока при работе единичного агрегата. Движок автомобиля Даймлера занял первое место в 10-мильной гонке в Иллиноисполоне в 1909 году.

1909-Бухи, работавший в шведской фирме Brown Boveri разработал турбокомпрессор с нагнетанием газа для дизельных двигателей. Однако проблемы с материалами, способными работать при высоких значениях температуры и давления заставили отложить внедрение этого технически хорошего решения до более поздних времен.

1914-1918: развитие авиации заставило ускорить внедрение наддува на авиационных двигателях. Дело в том, что с увеличением высоты полета плотность воздуха уменьшается и обычный авиационный двигатель не может развить требуемую мощность. На, повышенное давление в цилиндре, позволяющее повысить мощность двигателя.

на высоте к условиям на уровне моря и, при необходимости, даже временно увеличить мощность.

1921 - получил опыт работы с наддувом авиационных двигателей, Пауль Даймлер (сын Готтфрида) разработал для фирмы Mercedes 4-цилиндровый (в затем 6 и 8-цилиндровый) двигатель с механическим наддувом, запатентованный, который про существовала вплоть до 1939 года. В 20-е годы созданы наддувные агрегаты на давление 0.4 - 0.5 бар (см. замечание 2), которые позволили повысить мощность 1.5-литрового двигателя Mercedes до 52%.

1923 - Fiat запустил в производство спортивный автомобиль GP. В двигателе этого автомобиля, так же как и в Mercedes наддувный воздушно-механический компрессор (см. замечание 3). На автомобилях Mercedes вместо центрального или осевого компрессора для наддува использовался насос типа Руте (см. рис. 11.11). Насос назван по имени его создателя Филлиппа и Фрэнца Руте (Италия), которые в 1859 году разработали винтовой насос для перекачки воды.

Замечание 2

Давление наддува - это превышение давления во впускном коллекторе над атмосферным. Например, атмосферное давление - 1.01 бар, давление наддува - 0.35 бар. Абсолютное давление во впускном коллекторе - 1.01 + 0.35 = 1.36 бар. Иногда используют понятие "степень наддува" - отношение давления в коллекторе к атмосферному. В нашем случае степень наддува 1.36/1.01 = 1.35.

Замечание 3

Теорема Бернулли справедлива и для двигателей с наддувом. Давление в камере двигателя будет выше, чем давление в проточной части впускного тракта, потому что кинетическая энергия движущегося по впускному тракту газа преобразуется в камере в потенциальную. По этой же причине в поплавковую камеру карбюратора также надо подавать давление от наддувочного агрегата, иначе топливо не сможет всасываться в поток воздуха через жиклеры карбюратора. Возможно, что при этом придется повысить давление в топливной системе, чтобы из топливного давления в поплавковой камере не вытеснило топливо назад в бак.

1924 - Дусенберг создал 2-литровый двигатель, отличающийся тем, что наддувный агрегат расположен не на карбюраторе, Испаряясь в воздушном агрегате, топливо образует впускную температуру паровозначит воздушный компрессор, сжатый воздух, подаваемый в цилиндр. Охлажденный воздух становится плотнее и коэффициент наполнения цилиндра возрастает.

Системы наддува, описанные выше, которые производят воздух силой карбюратора, требуют повышенного давления в топливной системе, что не нужно в предположенной конструкции. Однако расположенный за карбюратором нагнетатель сжимает не воздух, в рабочую смесь и это повышает пожароопасность при обычных условиях двигателя. По этой причине нагнетатель должен быть всегда герметичным и не допускать выброса горящего факела наружу. Давление в обычной схеме наддува (т.е. от карбюратора) в этом отношении менее опасно.

Наддув находит все большее распространение в автомобилях, но лишь на небольшом числе мотоциклов 20х-30х годов конструкторы решаются на его применение (рис. 11.2 - 11.3). Основная проблема с мотоциклами: свободное место, вес, дополнительная система смазки и охлаждения. В этот период появились следующие модели (в основном, спортивные):

1928 - Guzzi 173 см³ двухтактный с жидкостным охлаждением и поршневым компрессором.

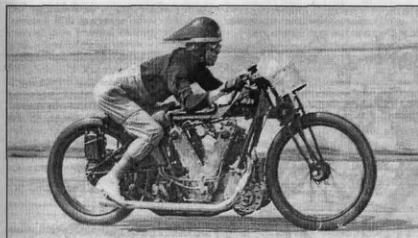


Рис. 11.2. Основной аргумент против наддува на мотоциклах - трудности с размещением и согласованием наддувочного агрегата со стандартным двигателем. Правда, конструкторов не смущали эти трудности, свидетельством чему служат эти фотографии: первый спортивный мотоцикл AJB 1933 года с 4-цилиндровым V-образным двигателем 1100 см³ с верхними клапанами (из архива Mortons Motorcycle Media)

1930 - Guzzi 4-цилиндровый с объемом 500 см³

1933 - AJB 52-цилиндровый V-образный 1100 см³ с воздушным охлаждением.

1935 - Pordine 4-цилиндровый рядный 500 см³ водяного охлаждения.

1935 - Impeta двухтактный 2-цилиндровый оппозитный двигатель с горизонтальным расположением цилиндров воздушного охлаждения.

1935 - различные модификации DKW с двухтактными 2-цилиндровыми двигателями жидкостного охлаждения, в которых третий цилиндр выполнял роль компрессора. Двигатель с объемом 250 см³ потреблял топлива 15 л/100 км.

1938 - Gilera 4-цилиндровый водяного охлаждения.

1938 - Guzzi с объемом 250 см³ с наддувом 0.6 - 0.8 бар при работе на бензине или бензоле и 1.3 - 1.5 бар при работе на метаноле. Двигатель оснащен карбюратором Dell'Otto с диаметром проточной части 35 мм. Мощность двигателя 38 л.с. при 7800 об/мин на бензине и 45 л.с. на метаноле. Мотоцикл развивал скорость до 200 км/час и весил около 130 кг.

1939 - AJB. V-образный 4-цилиндровый двигатель водяного охлаждения (первые выпуски имели воздушное охлаждение) вес 180 кг.

1939 - Benelli. 4-цилиндровый двигатель с рабочим объемом 250 см³.

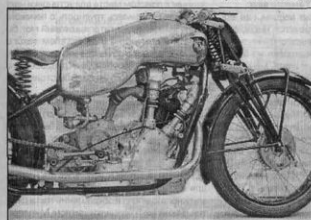


Рис. 11.4. Тщательная проработка конструкции силовой передачи на этом NSU 1938 года позволила найти достаточно свободное место. Нагнетатель расположен выше коробки передач с приводом от силовой передачи. Мотоцикл был довольно тяжел (170 кг) и прожорлив - приходилось возить с собой запасную канистру топлива (из архива Mortons Motorcycle Media)

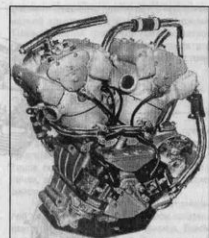


Рис. 11.3. Двигатель AJB имел наддув с механическим приводом и вращающееся охлаждение, которое в 1939 году было заменено водяным. Силовой блок выдвигал опрессованный и компактный, но на самом деле агрегат получился сложным: 180 кг (из архива Mortons Motorcycle Media)

1939 - BMW, 500 см³ двухцилиндровый воздушного охлаждения, вес 140 кг.

1939 - Guzzi, 500 см³, 3-цилиндровый, вес 175 кг.

1939 - NSU, 500 см³, 3-цилиндровый, вес 190 кг.

1939 - Velocette Roamer, 500 см³, воздушного охлаждения, двухцилиндровый, 54 л.с.

В автомобилях того же периода все эти изобретения не были столь актуальны, поскольку конструкторы просто делали двигатели крупнее. Моторный отсек уже стал основным отделением автомобиля, а салон и багажник должны были вместить то, что осталось.

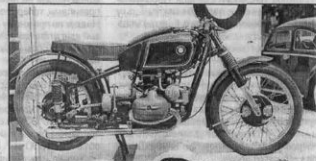


Рис. 11.5. Двигатель меньшего объема оставляет больше места для размещения вспомогательных агрегатов. На этом BMW с двигателем 500 см³ рядной конструкции имеется специальное место для насоса колесного вала и достаточно места для нагнетателя нагнетателя. Мотоцикл получил достаточно легким (140 кг) и быстрым. В 1939 году он выиграл гонку в классе мотоциклов с объемом до 500 см³, развивая среднюю скорость 170 миль в час (из архива Mortons Motorcycle Media)

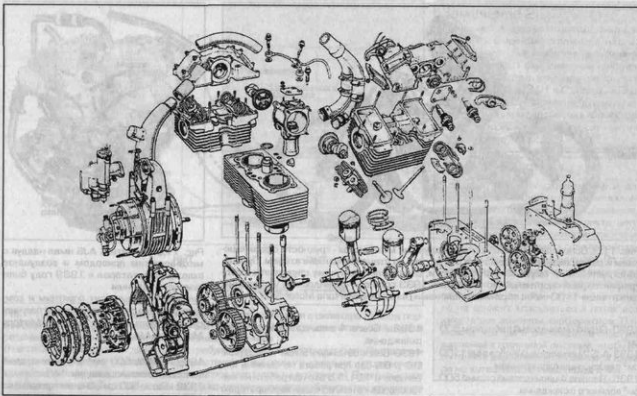


Рис. 11.6. Одна из наиболее оригинальных и перспективных конструкций так и не была осуществлена. Это двухцилиндровый двигатель Velocette с рабочим объемом 500 см³. Вращающиеся в противоположные стороны кривошипы хорошо сбалансированы. На одном кривошипе смонтирован 6-полюсный нагнетатель Centipede, на другом — сцепление. Коробка передач не имеет прямой передачи, это общепринято, но тогда нет двигателя оснащенного карбюратором с проточной частью 1-1/16", давление надува 0,9 бар, мощность 54 л.с. (на фирме Morone Motorcycle Media)

Через сорок лет все это кардинально изменится, когда автомобиль станет конструкцией, предназначенной для перевозки пассажиров при обеспечении их комфорта и безопасности, в асфальтированной среде и займет подобающее ей место. Это потребует, по крайней мере, сделать турбоагрегат, особенно новаторским, поскольку именно он позволит получить больше мощности в меньших габаритах.

1939 - 45 - практически все двигатели, требующие повышенной мощности или позволяющие большие выходы, уже не могут обойтись без надува того или иного типа. Обычно надувные агрегаты имеют несколько ступеней повышения давления или привод с переменным передаточным отношением, что позволяет удовлетворить все потребности двигателя при меньших расходах топлива.

Послевоенный период

В послевоенный период, выходя из тени, паровые турбины, которые раньше не рассматривали как турбоагрегат, который становится все больше и больше, пока сам поршневой двигатель не исчез совсем. Автомобилисты же, не очень ограниченные пространством, для повыше-

ния мощности двигателя просто делали его все больше и крупнее. Эффект был тот же самый, что и при применении надува, но без надува изготавливать и доводить нужно было только один агрегат вместо двух.

В области спортивных машин, где до войны надув не лимитировался никакими правилами, теперь появились ограничения. Надув по-прежнему разрешался, но базовый двигатель должен был иметь меньший объем по сравнению с двигателями без надува.

По правилам автогонки, например, 1,5-литровый 16-цилиндровый V-образный двигатель BRM 1950-51 г.г. с двухступенчатым радиальным компрессором Rolls Royce мощностью 330 л.с. при 6000 об/мин приравнялся к двигателю без надува объемом 4500 см³. В 1952 году правила несколько изменились и двигатель с надувом объемом 500 см³ приравняли к двигателю без надува объемом 2000 см³. Это окончательно подтвердило перспективы разработки двигателей с надувом.

Всприимости к этому, с годами продолжало сохраняться положение о том, что двигатели с надувом приравниваются к двигателям без надува с двойным рабочим объемом. Поскольку предельным классом

для гонок считались двигатели с объемом 500 см³, это правило означало, что двигатели с надувом могли иметь максимальный объем 250 см³. Теперь в трубах, связанных с плоским местом для установки нагнетателя, добавляла трудность с пологом столь малого нагнетателя, который мог бы работать совместно с двигателем такого незначительного объема. И вот такти нагнетатель не производил, а их разработка и производство стоило удвоили бы стоимость двигателя.

Идея надува почти умерла. Исключение составляли некоторые двухтактные дизели с нагнетателями, которые были предназначены не столько для надува, сколько для обеспечения продувки двигателя.

Есть еще двигатели с искровым воспламенением, в которых используется надув для возможно более позднего закрытия впускного клапана и сокращения такта сжатия. Такой цикл называют циклом Миллера по имени инженера Ральфа Миллера, разработавшего такой двигатель в 40-х годах. Двигатель сконструирован как четырехтактный, с тарельчатыми клапанами в головке цилиндра и нагнетателем на впуске топлива. Недостатком цикла Отто является то, что длительность тактов впуска и

сжатия одинаковы и, хотя теоретически тепловой КПД двигателя можно повысить увеличением степени сжатия, этот путь ограничен стойкостью топлива к детонации.

Высокая температура рабочего газа становится причиной образования окислов азота. Эти и другие вредные примеси в составе выхлопных газов можно уменьшить применением каталитического нейтрализатора или созданием конструкции двигателя, работающего на обедненной смеси. Каталитический нейтрализатор требует поддержания состава рабочей смеси на уровне, близком к стехиометрическому, а это означает, что двигатель не может использовать обогащенную смесь, необходимую для работы двигателя в режиме максимальной мощности. Работа на обедненной смеси имеет более узкую полосу перекрестия, но и она не могла в то время обеспечить экологически чистый выхлоп.

Цикл Миллера позволяет полностью справиться с этими трудностями, увеличивая время впуска и сокращая время сжатия. В течение первых 20% такта сжатия впускной клапан остается открытым, как и на высоких оборотах двигателя, хотя обороты двигателя не превышают 5000 об/мин. В обычный двигатель поршень начнет выталкивать газ назад через клапан, но здесь высокие

давления надува этому препятствуют и газ продолжает заполнять цилиндр.

Так сжатия получается короче и это немного снижает КПД двигателя, поскольку степень сжатия меньше, а выхлопная фактически понижается с 10:1 до 8:1. Это не так уж плохо, поскольку снижается риск детонации и образования окислов азота. Следующий за этим рабочий ход длится как обычно. Сокращение такта сжатия уменьшает потери двигателя, но этот выигрыш трагит на приводе компрессора.

В период 1987 - 91 г.г. Mazda разработала двигатель объемом 2,2 л, работающий по циклу Миллера, с компрессором Turbolight и промежуточным теплообменником. Компрессор с роторным приводом от коленчатого вала имел две ступени, которые вращались со скоростями 35000 и 21000 об/мин. Двигатель развивал мощность 168 кВт при 5500 об/мин. Для сравнения: обычный V-образный двигатель объемом 2,5 л развивал мощность 147 кВт при 6500 об/мин. Экономичность двигателя с надувом соответствовала 2-литровому двигателю.

Высокая удельная мощность означает, что для одной мощности требуется меньшее топливо, так что вредные выбросы пропорционально сокращаются, а повы-

шенная мощность достигается при более низкой температуре в камере сгорания. Таким образом, требуется меньше затрат на очистку выхлопных газов, а двигатель может работать на смеси, близкой к стехиометрическому соотношению.

3 Турбоагрегаты

Нагнетатель с механическим приводом для дизеля получил широкое распространение в конце 50-х и начале 60-х годов, особенно на тяжелых машинах — тракторах, автобусах, землеройках, сельскохозяйственных и промышленных машинах.

Исторически турбоагрегаты автомобиль также устанавливали на свои машины двигателя с надувом. Например, Buick выпускавший V-образный 8-цилиндровый двигатель с надувом мощностью 335 л.с., Suburban на экспортном рынке модифицировал двигатель с надувом.

Вместе с Oldsmobile Buick (часть фирмы General Motors) в начале 60-х годов начал выпускать турбоагрегаты, получив тем самым опыт, который пригодился в 1978 году, когда фирма решила промышленный турбоагрегат, прошедший даже в автомобильную отрасль. Их стараниями и многочисленными исследованиями в области материалов, масел, проблем выхлопа топлива, турбоагрегаты стали реальностью.

Турбоагрегат имеет значительное преимущество перед нагнетателем с механическим приводом в весе и объеме при одинаковой производительности (нагнетатель с механическим приводом может весить в четыре раза больше турбоагрегата). Вес и необходимость меньшего его привода сокращают области применения нагнетателя с механическим приводом. Большая экономия в сочетании с необходимостью обеспечить ей достаточно жесткость требуют прочных надежных опор и кронштейнов.

Турбоагрегат можно расположить где угодно. Единственная проблема — установить его поближе к выпускным клапанам (чтобы не терять тепловую энергию по пути к турбине), а также найти наиболее удобный прокладку воздуховода от компрессора к впускному коллектору. Упомянут эту прокладку наличие карбюратора, но в системах с впрыском топлива воздуховод улавливается легко приспособить к конструкции и расположению двигателя.

Турбоагрегат имеет еще одно практическое достоинство. Поскольку он является продолжением выпускного тракта, он выполняет еще и роль дополнительного глушителя. Таким образом, для доведения уровня шума от автомобиля до нормы достаточно лишь небольшого дополнительного глушителя, чем снижается вес и стоимость выхлопной системы.

Объемные нагнетатели с механическим приводом создают много собственного

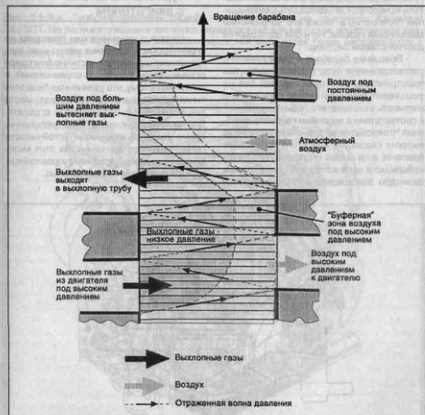


Рис. 11.7. Нагнетатель Complex. Развертка барабана позволяет наглядно представить взаимодействие выхлопных газов с воздухом при его вращении

характерного воя, прис к этому шуму придают шестерни или ремень. Высокая скорость турбокомпрессора при открытом входе компрессора (что обычно для спортивных машин) издает высокочастотный свист, но его уровень значительно ниже уровня шума механических наддувочных агрегатов.

4 Вспомогательный нагнетатель

Особенностью еще одного нагнетателя, вспомогательного, можно отнести к категории механические. Идея такого нагнетателя состоит в том, чтобы передавать энергию выходящих газов потоку воздуха, заполняющего цилиндры двигателя. Такой нагнетатель, известный Comtex, был разработан в 1940-е годы инженером Бовером, но реально развитие этого способа получили только в 60-е.

Нагнетатель представляет собой барабан (рис. 11.7) с радиальными перегородками, образующими продольные ячейки, движущиеся с одного торца барабана к другому. Барабан вращается примерно в 1,5 раза быстрее двигателя. На обеих сторонах барабана имеются неподвижные стенки с осевыми обращенными к ячейкам барабана. Одна стенка имеет два окна, соединенных с выхлопным коллектором и с выхлопной трубой. Вторая стенка также имеет два окна, соединенных с атмосферным воздухом и с впускным коллектором.

При вращении барабана чистый воздух, идущий вкратчайшем радиальном контакте с горячими выхлопными газами, чем достигается повышение давления до 3 бар. Поскольку низкого физического давления на газ не оказывается, необходим лишь очень небольшая затрата на вращение барабана.

Движение выходящих газов вдоль ячейки барабана определяется длиной ячейки и скоростью вращения барабана. Выделим одну ячейку посмотрим, что в ней происходит за время одного полного оборота. Начнем с момента прохождения ячейки мимо окна, связанного с впускным коллектором. Горячие выхлопные газы под высоким давлением вращаются в ячейке и вытесняют уже находившийся там воздух.

Горячий воздух вытеснен в окно, связанное с впускным коллектором, где установлен топливные форсунки. Когда ячейка со стороны выхода достигает стенки, чистый воздух из нее прекращается и выхлопные газы продолжают сжимать воздух, образуя воздушную "буферную" зону с высоким давлением. В следующий момент ячейка открывается в окно, связанное с выхлопной трубой. Выхлопные газы, все еще находившиеся под давлением, вырываются в выхлопную трубу. Этому поможет и давление "буферной" зоны.

Когда поток выходящих газов в выхлопной трубе наберет скорость, давление в ячейке падает и становится отрицательным. В освободившемся объеме ячейки начинает

всасываться атмосферный воздух. Весь газ в частично какого-то количества свежего воздуха вытекает в выхлопную трубу.

В этом цикле можно обнаружить пару спорных моментов, когда может показаться, что выхлопные газы могут попасть во впускной коллектор или что выхлопные газы постепенно отсасываются, могут заполнить ячейку так, что свежему воздуху просто не останется места. На самом деле этого не происходит, если принять во внимание инерционность газов, в результате чего в ячейках происходит волновое движение. Когда ячейка в первый раз открывается со стороны выхлопного коллектора, газ вырывается в ячейку и движется вдоль нее со скоростью звука. К тому моменту, когда газ достигает противоположной стороны барабана, последний повернется так, что выхлопной торец ячейки закроется стенкой, и газ изменит направление движения на противоположное в виде отраженной волны. Пока волна движется назад, откроется выход ячейки в выхлопную трубу и газ, набрав скорость, устремится в нее, освобождая ячейку для заполнения чистым воздухом. Таким же образом ведет себя и чистый воздух, помогающий ячейке заполняться и освобождаться от выхлопных газов.

Основными недостатками этой системы наддува являются: когда как жеплотно, наборот, его охлаждает дислопешения плотности), а также его загрязняют выхлопными газами. Но и они обращаются достоинствами системы.

Вращение барабана в совокупности с расположением окон создает замкнутые пространства, в которых горячий газ не расширяет входящий воздух, понижая его плотность, а сжимает его, повышая давление в соответствии с законом газовой динамики. Что касается загрязнения воздуха, тона высоких скоростей для этого просто нет времени, а на малых скоростях попадание небольшого количества выхлопных газов в цилиндры даже полезно (это называется

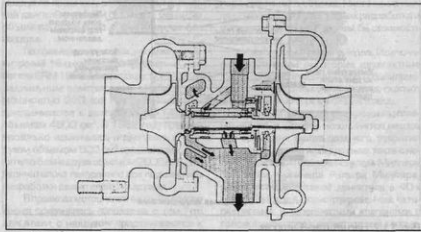


Рис. 11.8. На сечении турбокомпрессора показаны масляные каналы для охлаждения агрегата и смазки плавающего подшипника (Honda)

рециркуляцией газа) для снижения токсичности выхлопа, повышая стойкость смеси к детонации.

Поскольку работа системы во многом зависит от небольших перепадов давления, она может оказаться чувствительной к остаточному давлению в выхлопной системе и создать проблему шумоглушения, больше, чем как жепло. В связи с этим система Comtex имеет один серьезный недостаток. Оснащенный валами пропеллеры, она и ведет себя как сирена. По своему звуку, однако, она не имеет немалой популярности, чем бензиновых двигателей - здесь нет проблем с карбюратором, с детонацией, дизельное топливо лучше приспособлено к прямому впрыску, температуры выхлопных газов ниже, для наддува можно просто чистый воздух. Были попытки установить Comtex на различных опытных машинах - от Land Rover до Ferrari.

5 Согласование турбокомпрессора с двигателем

Надув в механических приводе на опригорожен и дорожных мотоциклах догосременим сдерживался, частично благодаря ограничениям в пределах соревнований, в частности потому, что удлинена база этих типов мотоциклов позволила выносить место для размещения наддувочного агрегата. Для таких мотоциклов нет иных требований, кроме увеличенной мощности, устойчивости при маломощном давлении. На эти мотоциклы возникает проблема с управлением, торможением или проведением.

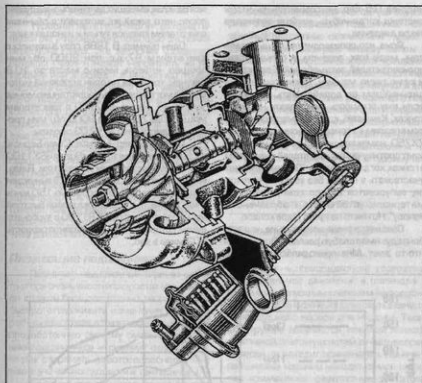


Рис. 11.9.а. Турбокомпрессор Hitachi, использованный на двигателе Kawasaki ZX750. На рисунке показана величина перепада выхлопных газов, управляемая давлением наддува. При полном открытии заслонки весь поток газов направляется в выхлопную трубу

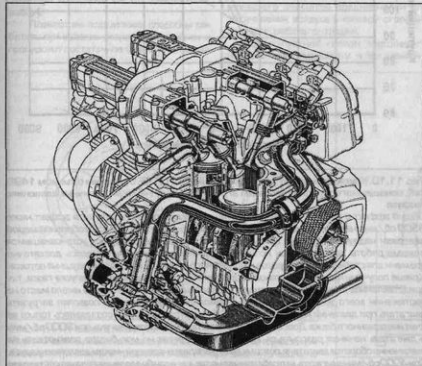


Рис. 11.9.б. Разрез двигателя Kawasaki ZX750

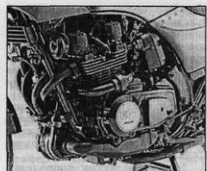


Рис. 11.9.в. Двигатель Kawasaki ZX750 с турбокомпрессором, который дает представление о плотности и изгибе компонентов

Есть и другая причина, по которой мотоциклы не стали привлекательным объектом для установки нагнетателей с механическим приводом: трудно найти такой небольшой нагнетатель, который бы удовлетворял требованиям мотоциклиста к двигателю. Нагнетатели с механическим приводом лучше всего корректируют среднюю нагрузку двигателя, тогда как мотоциклисты в этом резко нуждаются.

Иное дело - турбокомпрессор. Он не затрачивает никакой энергии и скорости, но улучшает тяговохарактеристику двигателя на высоких нагрузках и скорости, т.е. на тех режимах, которые больше всего интересуют мотоциклистов. Когда в конце 1970-х появились турбокомпрессоры на турбокомпрессорах, они стали серьезным делом, нет ничего удивительного в том, что производители мотоциклов последовали этому пути. Все четыре ведущих японские фирмы выпустили мотоциклы спортивного класса с турбокомпрессором, то же сделала финская фирма Luhtafueller для BMW.

Опыт работы с изготовителями мотоциклов обнаруживает два неприятных фактора. Во-первых трудно приспособить турбокомпрессор к маломощному двигателю. Во-вторых, что это скорее дань моде, чем серьезное направление совершенствования двигателя.

Не надо думать, что конструкторы отстали от своей работы. Легкомысленно Honda выполнила все эксперименты на своей модели CX500T с турбокомпрессором RH551A фирмы Ishikawajima Harima Heavy Industries (IHI). Это был минимальный из доступных агрегатов диаметром 50 мм (рис. 11.9). Он вращался со скоростью 18000 об/мин. С этим агрегатом они заменили топливную систему на впрыск топлива, заменили некоторые детали двигателя (сохраняя его общую конфигурацию). 2-цилиндровый V-образный объемом 500 см³. Полностью изменили шасси, раму. 2-цилиндровый двигатель небольшой мощности - не лучший кандидат для турбокомпрессора, но конструкция двигателя позволила специалистам Honda расположить наддувочный агрегат в развале блока, поближе к впускному и впускным клапанам.

Им удалось получить от двигателя 500 см³ при той мощности, что и от SX900, но только в процессе демонстрации, как из "ничего" получить "что-то". Действительно, SX500 имел ту же мощность, что и SX900 с объемом 900 см³, но давал еще и дополнительный такой же вес и габариты, что и SX900, а цена его оказалась вдвое выше.

Только тогда стало очевидным несоответствие двигателя маломощному двигателю. После этого Honda переклонила на заводы в Японии моторный двигатель SX650.

Тем не менее, турбокомпрессор позволил получить давление наддува 3,2 бар, что можно считать серьезной конструктивной победой. То же произошло и с двигателем Kawasaki ZXT670, который на этапе объема 650 см³ в 1990 г. а, потом, в 1991 году превратился в 750 см³ с новым турбокомпрессором Hisechi и впрыском топлива с цифровым управлением. Как и Honda, Kawasaki проявил изобретательность, чтобы разместить нагнетатель, близкий к выпускным клапанам, и привнести стальную гильзу для двигателя, а также теплозащитные детали (рис. 11.9,а).

Заслуживает перепроверки газовая отработавшая на полные открытия при давлении наддува 560 мм рт. ст., которое позволяет получить мощность, близкую скорей GP21100, чем базовому GP2750. Вследствие наддува был бы лишним в 11 г меньше, чем GP21100, хотя бы выбран самый легкий из них нагнетатель.

Yamaha и Suzuki также выпустили модели с турбонаддувом XJ650T и XN85 соответственно. На обеих моделях работа нагнетателя ограничивалась скверной конструкцией и непереносимой устойчивой заслонкой перепуска газов, которая открывалась при низком давлении наддува.

На двигателе XN85 объемом 675 см³ применен впрыск топлива с датчиком расхода воздуха. Турбокомпрессор расположен над карбюратором, за карбюратором, из-за чего выпускная система получила извилистость и не вполне эффективную. Турбокомпрессор диаметром 50,4 мм должен был создавать давление наддува до 0,5 бар, но характеристика моторов была попросту хуже ожидаемых.

Полити Yamaha были не столь решительны. Турбокомпрессор Mitsubishi T203-06A был еще меньше, чем H-1- всего 39 мм диаметром. Он должен был вращаться со скоростью 21000 об/мин, но оказывался не оправданным. Темпера раскопкой нагнетателя под карбюратором, вали от впускного и выпускного трактов. Конструкторы не подумали о том, чтобы двигатель системы впуска топлива, вزامن этого заставить нагнетатель провращать четыре карбюратора Mikuni BSG3. Пыль с большой натяжкой это можно было назвать двигателем с наддувом, да в вал от себя соответствующим образом. Заслонка перепуска газа должна была открываться при давлении

наддува 0,5 бар, но сомнительно, чтобы система могла бы вообще развивать такое давление.

Ясно, что производители лишь отдали денеж. моде (как, впрочем, и большинство производителей автомобилей). Если кто-то и купил такую машину, то ему пришлось в дальнейшем ее дорабатывать, особенно если ему пришлось участвовать на ней в гонках. Kawasaki, которая участвовала в этом разномногогокопосом двигателем ZXT670, намекала на то, что она не возразит против участия двигателя с наддувом в гонках, когда да объяснит: "Датчик, кто хочет участвовать в гонках без воздухоочистителя, высушит колесо компрессора из материала, устойчивого к абразивному износу".

Создается такое впечатление, что турбонаддув имеет сплурорекцию. Все-таки он что-то дает. Мне приходилось ездить на

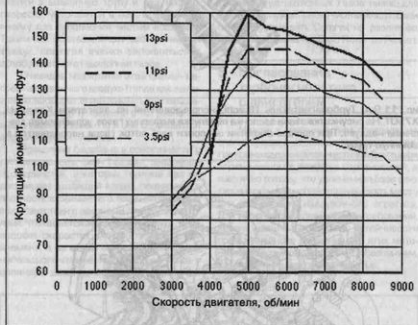


Рис. 11.10. Крутящий момент двигателя Suzuki GSX1100E с рабочим объемом 1498 см³, оснащенного турбонаддувом агрегатом R940 при различных давлениях наддува

Общий эффект очевиден: увеличение крутящего момента без потерь, хотя эффект ниже 3500 об/мин. Однако при давлении 0,5 бар может сползти своеобразная мертвая заслонка наддува. Остальные кривые сняты на тормозном стенде при установившемся режиме работы двигателя. При испытании на стенде двигателю давалось достаточно времени для стабилизации оборотов наддувного агрегата, газовой воздушных потоков. Кривые получены при разных установках давления открытия заслонки перепуска газа, т.е. представленные результаты не означают, что какое-то давление наддува имело место на протяжении всего времени испытаний. Тормозной блок стенда не позволил загрузить двигатель при давлении наддува выше 0,76 бар, поэтому нагрузка создавалась только за счет верхнего блока. Дроссельная заслонка полностью открывалась при 3000 об/мин и двигатель начинал разогнаться. Наддувный агрегат не мог быстро реагировать на увеличение оборотов, поэтому двигатель разогнался при меньшем давлении наддува. При 4000 об/мин двигатель был нагружен так, как если бы давление наддува составляло 0,24 бар. Двигатель работало в течение 4500 об/мин, чтобы давление наддува достигло рабочего уровня.

Топливные системы мотоциклов

Перепуск газов

Турбокомпрессоры могут автоматически регулироваться в зависимости от заслонки перепуска газов. Эта заслонка управляет потоком газа и может направлять его на турбину или в обход, а в выпускную трубу. Заслонка соединена тросом с датчиком давления наддува, расположенным во впускном коллекторе. Датчик представляет собой две пружинные пластины. Когда давление наддува достигает заданного уровня, давление на поршень преодолевает усилие пружины и поршень через соединяющую тягу открывает перепускную заслонку (рис. 11.9,а).

Поток газа на турбину ослабевает, турбина теряет скорость и давление наддува уменьшается. Как вариант, заслонкой может управляет ECU, руководствуясь сигналом датчика давления наддува.

Плавное изменение

Поскольку наддувный агрегат работает при очень высоких скоростях вращения, он должен быть достаточно легким, чтобы быстро откликаться на изменения режимов работы двигателя, а также иметь достаточно простую систему смазки, конструкцию подшипников и систему охлаждения, чтобы сохранить работоспособность при таких значенных скорости и температуре.

Большой расход масла может помочь охлаждению ротора, но система смазки должна содержать такую емкость, потому что турбокомпрессор продолжает вращение еще долго после остановки двигателя, когда шатунный масляный насос прекращает работу.

Плавное изменение скорости работы при высоких скоростях вращения и пропускает достаточное количество масла

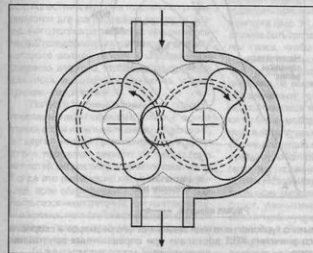


Рис. 11.11. Нагнетатель Рутс Первично не содержал два впускных ротора, которые затем были преобразованы в трехлопастные. Роторы свернули валь по винтовой линии. Существуют конструкции нагнетателей с трех- и пятилопастными роторами сферического отклонения между ними 5:3

для охлаждения наддувного агрегата (см. рис. 11.9). Плавное изменение скорости — это обычный подшипник скольжения типа с увеличенным зазором между валом и втулкой. При большой скорости вращения между втулкой и валом возникает масляная пленка, который отравляет вал от втулки и вал как бы всплывает. Кроме реального подшипника, опоры валов имеют еще и упорные подшипники скольжения с лабиринтными уплотнениями, которые не дают валу перемишиться в осевом направлении и не допускают попадания масла в турбину или компрессор.

6 Типы нагнетателей

Объемные нагнетатели

Поршневой нагнетатель

Поршень, совершающий возвратно-поступательное движение в цилиндре с впускным и выпускным клапанами (наподобие компрессора) может использоваться как вентиль для воздуха, который наддувает. Такая конструкция получается тяжелой и неэффективной, поэтому системы наддува практически не находят применения. Конечно, поршневые машины находят самое широкое применение: двухтактные двигатели используют нижнюю сторону поршня, некоторые двухтактные двигатели имеют дополнительный цилиндр для продувки основного, некоторые имеют поршень двух диаметров, при этом нижний поршень меньшего диаметра предназначен для нагнетания воздуха в камеру сгорания верхнего поршня, поршня.

Если впускной клапан поршневого нагнетателя открывается в тот момент,

когда поршень начинает двигаться из ВМТ в НМТ, то атмосферный воздух начнет засасываться, причем практически не меняя давления, температуры и плотности. В НМТ впускной клапан закрывается и поршень начинает движение в сторону ВМТ. При этом возможны следующие варианты:

1. Можно сразу открыть выпускной клапан и воздух будет вытекать из цилиндра со скоростью поршня, если при этом или менее постоянного давления. Объем воздуха в цилиндре является практически при атмосферном давлении и исходной температуре. Практически такой процесс может произойти, если поршень движется очень медленно. При движении поршня хотя бы с какой-нибудь скоростью воздух не будет успевать вытекать из выпускного клапана со скоростью поршня и увеличит свою скорость. Большая скорость воздуха в клапане при определенных как раз и нужна, например, в распылителях краски. Если скорость поршня слишком велика и воздух не успевает вытекать из клапана, то он начнет сжиматься и увеличивать свою плотность. Такой вариант может быть полезен, например, для выжигания шпала, где нужно достичь определенного давления, то до тех пор, пока заслонка в клапане не имеет значения.

Сжатие воздуха неизбежно повышает его температуру, что вы, несомненно, незначительно замедлит, но вы бы не заметили, что температура воздуха, нагрев тепла сжатого воздуха уходит на нагрев насоса, и затем, через его стенки уходит в атмосферу. Рассеяние тепла является мерой тепловой эффективности процесса, но ни название адиабатической эффективности. Адиабатическим называется процесс без теплообмена с окружающей средой и тот факт, что воздух теряет часть своего

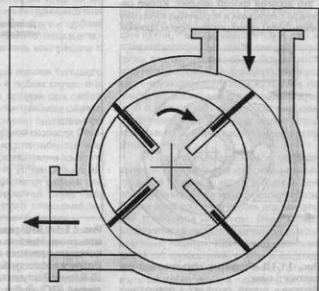


Рис. 11.12. Нагнетатель поршневого типа Ротор расположен эксцентрично в корпусе, заслонки свободно осаживаются в прорезях ротора

Топливные системы мотоциклов

тепла, означает рассеяние тепловой энергии.

На движение воздуха потребовалось затратить энергию и часть этой энергии ушла на нагрев воздуха вместо того, чтобы пойти на перемещение воздуха вперед.

Рассмотрим следующий вариант.

2. Может оказаться полезным задержать открытие выпускного клапана пока поршень не достигнет, скажем, середины цилиндра. За это время воздух в цилиндре сожмется и нагреется. Если теперь открыть выпускной клапан, то воздух из него вылетит с высокой скоростью, уходя с собой свою теплоту. Время контакта нагретого воздуха с клапаном и головкой цилиндра меньше, чем в предыдущем варианте и воздух за это время потеряет меньше энергии. Адиабатическая эффективность процесса увеличится.

Воздушный поток характеризуется несколькими параметрами: массовый расход, объемный расход, скорость потока, плотность, температура и давление воздуха.

Конструкцией нагнетателя можно регулировать соотношение между этими параметрами: например, увеличить расход воздуха при меньшем давлении, путем изменения диаметра и хода поршня, скорости его перемещения, фазы открытия клапана, степени сжатия. Все эти факторы или их комбинации в той или иной степени присутствуют и в нагнетателях других типов, о которых будет сказано ниже.

Поршневым нагнетателем будет подавать воздух импульсами с промежуточным, определенным длительностью такта всасывания. Пульсацию можно сгладить, если направить воздух несколькими поршнями или установить нагнетательную камеру большого объема (риснер).

Тем не менее, поршневым нагнетателем — это дорогой способ надува. Кроме цилиндра с поршнем и поршневых колец ему нужны шатун, кривошип, приводной прочный

корпус, головки цилиндров с клапанами, механизм управления клапанами и еще множество деталей, которые надо к тому же смазывать и обслуживать. Кроме того, он еще и источник вибрации.

Большинство автомобильных компрессоров имеют простые шаровые механизмы, минимум поступательного движения деталей и обязательно сбалансированы.

Нагнетатели Рутс

Нагнетатель содержит два ротора (рис. 11.11), вращающихся в разные стороны, но не касающихся друг друга. Прямые конструкции роторов имели по две лопасти, теперь делают три для сглаживания пульсаций давления на малых скоростях. Кроме того, роторы скручены вдоль так, что лопасти образуют винтовую поверхность для дальнейшего сглаживания пульсаций.

Роторы на торцах связаны между собой парой шестерен с передаточным отношением 1:1. Нагнетатель обычно приводится во вращение клиновым или зубчатым ремнем. При вращении роторов воздух захватывается камерами, образованными корпусом нагнетателя и лопастями роторов, переносится из зоны всасывания в зону нагнетания и там вытекает в выпускное окно при выходе лопастей роторов за защелку, когда

объем между ними начинает уменьшаться. Эта конструкция дает большой расход воздуха при малом сжатии.

Попастные нагнетатели

Вышедший из моды поршневой нагнетатель возрастает акцентированно расположенных роторов: чашечных заслонками, которые делят ротор на квадранты (рис. 11.12). В простейшем случае заслонки свободно скользят в прорезях ротора, в центробежная сила прижимает их к корпусу. При вращении ротора порции воздуха из зоны всасывания захватываются камерами, образованными лопастями, и переносится в зону нагнетания, в которой объем камер уменьшается и воздух из них вытекает в выпускное окно.

Развитием этой конструкции являются нагнетатели Corliss and Shanks (рис. 11.13). В нем также имеются акцентированные роторы со скользящими в его прорезях заслонками. Отличие состоит в том, что заслонки и внутренние концы зафиксированы во вращении ротора, который не дает им возможности касаться корпуса нагнетателя. Разреш между заслонками и корпусом увеличивается в пределах нескольких сотых миллиметра. Поскольку внешний и внутренний роторы вращаются акцентированно, при их выходе заслонки должны немного враще-

чиваться в стеках чернушки ротора. Поэтому установка роторов в стени роторов должна быть выполнена с точностью, которая позволяет заслонкам поворачиваться.

Еще одной разновидностью нагнетателя может служить так называемый аэродинамический нагнетатель (Ванкеля). В нем имеется трехлопастной акцентированный ротор, который вращается в корпусе овальной формы. Каким-то образом удается обеспечить отвод воздуха из зоны всасывания переносом в зону нагнетания и вытекает там из замкнутой объемной выпускной оконности. Нагнетатели этого типа позволяют обеспечить довольно высокую степень сжатия. NSU использовала нагнетатели этого типа на своих мотоциклах в 30-х годах для покрытия мировых рекордов.

Нагнетатели винтового типа

В 1936 году в Швеции был изобретен винтовой нагнетатель в виде винта с резающей призматической формой. Это может быть обычный винт или винт с наклонными лопастями, в изометрии в цилиндрическом корпусе. Это изобретение лишь раз подтверждает истинность того, что «новое есть хорошо забытое старое». В действительности носители такого типа были известны еще в древние века и использовались для подачи воздуха в машины и в машинах для добычи газовой глины.

Нагнетатели динамического типа

В нагнетателях этого типа для создания воздушного потока используют динамическую силу. Это может быть обычный вентилятор, подобный бытовому, или подобный вентилятору системы охлаждения двигателя. Во всех типах нагнетателя имеется вращающееся с большой скоростью колесо с лопастями, которые тщательно профилированы для создания высокой скорости воздушного потока со скоростью вращения колеса. Этого подбита скорость вращения колеса, которого должны лежать в определенных пределах для того, чтобы пол криком создавалось избыточное давление, а на крайнем — разрежении.

Лопастей турбины должны быть спроектированы таким образом, чтобы с одной стороны они испытывали высокое давление, а с другой — низкое. Правильная организация этого процесса зависит от геометрии лопастей, скорости и направления потока. Когда это равновесие нарушается, например, если обороты двигателя упали и скорость газовой смеси недостаточна, то углы атаки входных камер лопастей не совпадают с углом подвода газа и турбина попадает в зону неэффективной работы.

То же и с компрессором. Если давление на выходе слишком мало или слишком велик расход воздуха, то коэффициент полезного действия существенно упадет. Будет хуже ситуация, когда давление слишком, а скорость воздушного потока мала. В этом

случае компрессор не наступит полноты, т.е. силы потока, что может закончиться серьезными механическими неисправностями.

Центробежные компрессоры

Компрессор такого типа, который называется центробежным, имеет наиболее распространенный тип нагнетателя — центробежный. Центробежные компрессоры имеют различные типы нагнетателей. Компрессор захватывает воздух по центру колеса и отбрасывает его с помощью лопатки к периферии, где собирается в спиральную камеру и вытекает через выпускное оконное отверстие с наружной диаметры колеса.

Давление на выходе компрессора пропорционально квадрату его скорости, которая может достигать значения 50000 — 100000 об/мин. Устройство механического привода к колесу, вращающемуся со столь высокой скоростью, представляет значительные технические трудности. Такой привод должен иметь перемещающиеся детали, которые должны обеспечить двигатель воздухом во всем диапазоне его оборотов — от холостого хода до максимальных. Очевидно, простой выход — использовать для привода компрессора турбину, работающую на выхлопных газах двигателя.

Турбина имеет конструкцию подобную компрессору, только газ движется в ней не от центра к периферии, а, наоборот, от периферии к центру. На крупных дизелях турбина может вращаться со скоростью 70000 — 100000 об/мин, тогда как на двигателях меньшего размера обороты турбины могут достигать 180000 об/мин.

Очень важно обеспечить согласование турбины и компрессора с двигателем. Компрессор вращаемый двигателем должен иметь наибольший КПД, но не подходить слишком близко к границе начала полноты (рис. 11.14). Для этого и турбине должна быть согласована с потоком выхлопных газов, чтобы вращать компрессор с нужной скоростью.

Тогда как размеры потока большого значения не имеют — в любом случае они обеспечивают поток воздуха при любой скорости вращения компрессора. Турбина и турбинный компрессор играют существенную роль в обеспечении нужной скорости. Отношение площади входного патрубка турбины к площади входного патрубка компрессора, называемая A/R , чем больше A/R , тем медленнее вращается турбина при заданном расходе выхлопных газов. Наоборот, уменьшение этого отношения заставит турбину вращаться быстрее.

Если A/R слишком велико для двигателя, то компрессор не получит нужной скорости для создания требуемого давления надува на средних скоростях и только в режиме максимальной мощности он достигнет предельного уровня. Т.е. работа нагнетателя окажется неэффективной в большинстве режимов.

Осевой компрессор

Существует компрессор с чистым смешением много газа. Но на внешнем виде напоминает турбину реактивного двигателя. Вихрь воздушный поток движется вдоль ротора, который состоит из нескольких «ступеней» с лопатками, между которыми установлены неподвижные решетки, что направляет вихрь по спирали. Компрессоры такого типа эффективны для очень крутых двигателей и работают обычно на сравнительно низких скоростях.

Промежуточный теплообменник

Проходя через компрессор, воздух сжимается и нагревается, что плохо по нескольким причинам. Во-первых, нагретый воздух имеет низкую плотность, и таким образом, в цилиндре попадает меньше кислорода. Во-вторых, горячий воздух бежит по своей температуре к порту всасывания топлива и некоторые сорта топлива могут испаряться, если не полна в цилиндре. Об этом можно не беспокоиться, но в такте сжатия предварительно нагретый воздух будет достигать порта всасывания, что может привести к самовоспламенению и детонации. Поскольку двигатель высокой мощности работает на порте детонации, очевидно, надо чтобы этот порг был бы с низким расходом.

Для охлаждения надуваемого воздуха после компрессора на многих двигателях устанавливается промежуточный теплообменник. Обычно это водо-воздушный теплообменник, в котором воздушный компрессор охлаждает жидкость, циркулирующую в системе охлаждения двигателя.

Впрыск воды

Использование воды для охлаждения было известно уже в 20-х годах прошлого века. Вода впрыскивается во впускной тракт двигателя, где превращается в пар и отбирает тепло из смеси топлива и воздуха, что способствует охлаждению смеси и тем самым для парообразования. Впрыскивать воду можно с помощью форсунок, таких же, какие используются для впрыска топлива. На некоторых двигателях моторов для этой цели используют комбинированный форсунки, как в корпусе нагнетателя, что моторов поднимается во впускной тракт благодаря кавитационной флоте.

Но охлаждать воду не всегда обязательно — это нужно при максимальной нагрузке и в случае, когда двигатель работает вблизи критического объема работы. Впрыск воды особенно удобен для двигателя с высоким надувом. Вода может содержаться в емкости, в которую подается давление надува. Как только давление достигнет заданного уровня, вода под его действием начинает поступать во впускной тракт, причем тем больше, чем выше давление.

Вода для впрыска заливается в отдельный бачок, причем часть к воде добавляет

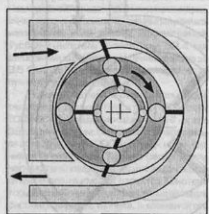


Рис. 11.13. Развитие нагнетателя поршневого типа. Зона поршня теперь сдвинута к переднему концу, и заслонки одним концом во впускном роторе, чтобы избежать вытекания из камеры корпуса

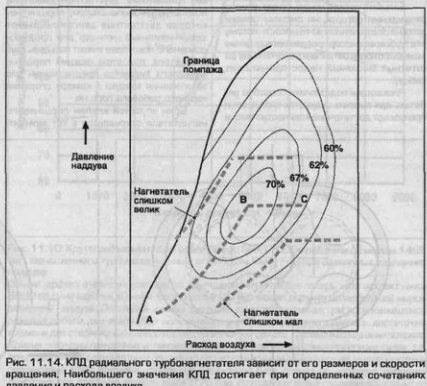


Рис. 11.14. КПД реального турбокомпрессора зависит от его размера и скорости вращения. Наибольший КПД достигается при определенных соотношениях диаметра и расхода воздуха. В идеале ротор турбокомпрессора должен проходить по линии с наибольшим КПД (линия A-B). В точке B вступает в работу заслонка перепада газа и ограничивает давление надува линией (B-C). Выбор турбокомпрессора неправильного размера для данного двигателя приведет к тому, что нагнетатель будет работать в менее эффективном режиме и либо не будет давать нужного давления надува, либо давление надува окажется избыточным и компрессор попадет в зону помпажа

метанол, полностью выполняет роль антифрона, кроме того, он обладает довольно значительной теплотой парообразования и, таким образом, позволяет общую эффективность процесса для охлаждения воздуха. Впрыск воды повышает термический КПД двигателя. Объем воды несомненно меньше объема поступающего в цилиндры газа, примерно на уровне впуска топлива. Обычно соотношение воздух-вода (по массе) подкарбовывается в пределах от 25:1 до 5:1. Если вода в чистом виде поступает в жидкой фазе и попадает в таком виде в цилиндр, может страшного не произойдет. Объем воды практически никак не скажется на степени сжатия, а когда она испарится в цилиндре, то давление в цилиндре также не приведет к общему уровню, потому что при испарении вода отберет у воздуха часть тепла и объем воздуха вместе с паром останется на прежнем уровне.

7 Топливо

Ом. также главу 2.

Спирт

Спирт относится к семейству спиртов, разряда, из характерной особенности которого наличие радикала OH в конце химической формулы. При сгорании кислород освобождается и позволяет сжечь большее количество топлива. Углеродистый принцип спирта добавляет бензину. Модифицированные спирты могут играть роль окислителя, они добавляются к топливу для снижения вредных выбросов и повышения стойкости топлива к детонации.

Чаще всего в качестве топлива используют метанол (CH₃OH) и этанол (C₂H₅OH). Метанол (или метиловый спирт) сжигается в газе, однако, метанол и используют в дорожных и внедорожных моторах. Этанол (или этиловый спирт) производится методом гидролиза из любой клетчатки (из древесины, соевой шрота). В США на станциях "третьего мира" часто используется в качестве добавки к бензину или в качестве самостоятельного топлива в грузовиках и автомобилях.

Топлива на основе спиртов имеют ряд особенностей:

Высокое значение теплоты парообразования - позволяет эффективно охладить воздушный заряд, максимально повысить плотность воздуха, способствует снижению температуры двигателя.

Высокая стойкость к детонации - позволяет повысить степень сжатия (или использовать повышенный термический КПД двигателя).

Совместимость с водой - спирт часто смешивают с водой для улучшения впускной трассы для охлаждения рабочей смеси на входе в цилиндры и самого двигателя (особенно в двигателях наддувом), а также для повышения стойкости к детонации. Метанол

гигроscopicен, то это несколько осложняет его хранение и использование. Хранить его следует в закрытой емкости, а топливный бак приходится периодически промывать.

Коррозионная агрессивность - поскольку спирт является кислотой, он активно реагирует с металлами. Если двигатель переоборудован для работы на спирте, необходимо заменить все топливные трубопроводы и их соединения из алюминия, меди и магниевых сплавов на детали из материалов, специально разработанных для работы со спиртами. Даже в этом случае рекомендуется использовать топливную систему, если предполагается моторолком какого-то времени не пользоваться.

Низкая теплотворная способность - у метанола теплотворность примерно в два раза ниже, чем у бензина, поэтому для получения той же мощности надо сжечь спирта в два раза больше. Спирт имеет стехиометрическое соотношение 8,45:1 и дает максимальную мощность при соотношении 4:1 (у бензина 12-13:1). Хотя теплотворная способность спиртов в два

раза ниже бензина, но зато в одинаковом количестве водного спирта может содержаться три раза больше и, таким образом, спирта, может развить мощность в 1,5 раза больше. Вместе с тем, это создает определенные проблемы с запасом хода - топливный бак приходится заполнять чаще, или необходимо увеличить бак почти в два раза (большая емкость, чтобы получить тот же запас хода).

Скорость горения спирта в два раза ниже, чем бензина - низкая скорость горения требует повышения его опережения зажигания, чтобы получить такую же индикаторную диаграмму. Поэтому системы зажигания также требуется увеличить для обеспечения холодного пуска и прогресса двигателя.

Более широкий в сравнении с бензином диапазон состава рабочей смеси - позволяет двигателю работать как на сильно обогащенной (для получения максимальной мощности), так и на обедненной (для повышения экономичности) составе смеси. Это

упрощает регулировку состава и упрощает пуск.

Хорошая растворимость масел в спирте - при большом расходе топлива может создаваться проблема с смазкой цилиндров двигателя, что требует более частой замены масел двигателя.

Износостойкость - не столь чистое, как бензин, что может создавать проблемы с холодным пуском, особенно при низкотемпературном, особенно при низкотемпературном, что пуск становится вообще невозможным без добавок специальных присадок жидкостей (таких как бензин, пропан, эфир и пр.). Бензин - это смесь фракций с разным температурным кипением, поэтому он лучше приспособлен к различным внешним условиям.

Хранение - метанол - очень ядовитое вещество, способное отравить озоновую оболочку. Он поражает центральную нервную систему и, особенно, зрительные нервы. Всего 50 мл метанола при попадании в организм способны вызвать летальный исход. Выхлопная труба метанола в течение часа или двух вызывает сонливость, а при более длительном вдыхании паров наступают состояния, сходные с общим наркозом.

Метанол можно изготовить из так называемого попутного газа, который выделяется из нефтяных скважин и сжигается как неурожайный продукт при добыче нефти. Ирония состоит в том, что до 1900 года этот газ использовался в качестве мотор-

ного топлива, пока не был вытеснен более дешевым бензином, который, в свою очередь, считался безопасным продуктом и сжигался. Когда-то метанол изготавливался из отходов древесины, откуда пошло название древесный спирт.

Этанол можно гнать из всего, что поддается ферментации, лучше всего из углеводов, которые можно преобразовать в крахмал и затем - в сахар. Концентрация спирта затем можно повысить перегонкой.

В разных странах и в разных гонимых своей нечистотой, спирт (особенно этиловый) является популярной заменой бензину. Пионером в области переоборудования автомобилей с бензином на спирт была Бразилия. Большое количество сахарного тростника позволяет наладить в этой стране поточное производство спирта, который заливался в топливные баки в чистом виде или в смеси с бензином.

В разных странах выполнено масса исследований, посвященных использованию в двигателях различных топлив или смесей, позволяющих для всевозможных целей, как для стран третьего мира. Современные системы управления двигателями с кислородным датчиком в обратной связи позволяют отрегулировать оптимальный состав рабочей смеси для любых топливных комбинаций. Другие эксперименты были направлены на то, чтобы разработать датчик, который бы позволял анализировать параметры топлива (например, его плотность) и сообщать системе управления какой управлению

карты следует пользоваться в данный момент.

Нитрометан (CH₃NO₂)

При сгорании нитрометан освобождает имеющийся в его составе кислород, который позволяет сжечь в камере сгорания больше топлива, что повышает мощность еще допустимое количество кислорода - в общем, такое топливо способно гореть без наружного воздуха. В больших количествах оно может взорваться, освобождая составившее его количество кислорода.

Нитрометан относится к семейству так называемых нитроуглеводородов (в это семейство входят также нитроглицерин, нитробензол и нитропропан). Тогда как некоторые нитроуглеводороды нашли применение в качестве моторного топлива в довольно значительных количествах в 40-е годы прошлого века, как ракетное топливо. Позже делались попытки использовать нитрометан в качестве моторного топлива в чистом виде или в смеси с другими веществами, но эти попытки не имели широкого применения только на малых количествах самолетов, а также на двигателях.

Нитрометан агрессивен к алюминиевым и магниевым сплавам, имеет высокую теплотворную способность и не очень сложную технологию. Состав рабочей смеси может колебаться от 1:1 до 2:1 и двигатель может развить в свое время большую мощность, чем на бензине. Но никто не может сказать, насколько такое топливо эффективно и надежно, поскольку работа двигателя становится очень жесткой и двигатель не доживает даже до конца испытаний.

Драгстер двигателя, которого работает со скоростью 10000 об/мин, проходит четверть мили за время около 5 секунд. Поскольку он имеет только одну передачу, средняя скорость двигателя под нагрузкой на мерном участке составляет примерно 6000 об/мин или 100 оборотов в секунду. За пять секунд конечный вал двигателя сделает около 500 оборотов. После этого двигатель придется ремонтировать.

Оксид азота

Еще один способ повысить мощность двигателя - добавить в рабочую смесь третий компонент - оксид азота, который в камере сгорания освобождает содержащийся в нем кислород. При атмосферном давлении оксид азота представляет собой вполне устойчивое газообразное соединение. Его используют в медицине для общей анестезии, а также в воздушных баллончиках для распыления основного вещества.

При высоких температурах и давлении в камере сгорания двигателя оксид азота разлагается на составляющие, т.е. на азот и кислород. Азот при сгорании не принимает активного участия в химических реакциях, а остается просто рабочим телом в камере сгорания и в последующем выводится

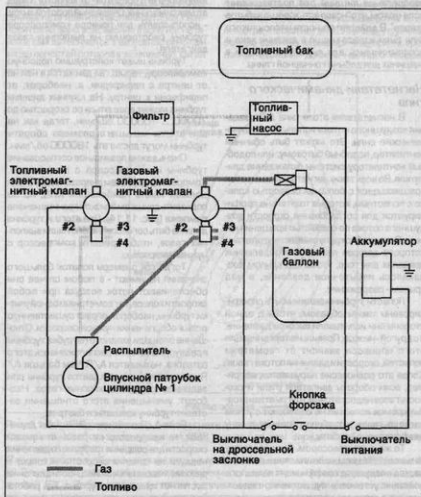


Рис. 11.15. Типовая схема впрыска оксида азота

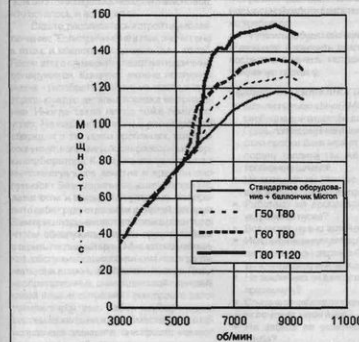


Рис. 11.16. Влияние впуска оксида азота на характеристики двигателя - Suzuki GSF 1100. Соотношение N₂O и топлива определяется диаметром жиглеров (Г - газ, Т - топливо)

наружу с выхлопными газами. Кислород же вступает в реакцию с топливом и позволяет сжечь его больше, чем если бы в реакции окисления принимал участие только кислород воздуха.

Оксид азота имеет существенное достоинство: его можно хранить в жидком виде, однако для этого нужно избыточное давление около 800 бар и прочный баллон с толстыми стенками. Столь высокое избыточное давление позволяет впрыскивать оксид азота прямо в камеру сгорания в любой момент до воспламенения, в том числе и в такте сжатия, без дополнительного напоя или компрессора. Однако целесообразно впрыскивать оксид азота во впускной тракт (рис. 11.15).

В этом случае процесс регулировать податку топлива. Кроме того, поскольку оксид азота во впускном тракте не подвержен переходу из жидкого состояния в газообразное, он отбирает тепло воздушного потока на свое парообразование и понижает температуру рабочей смеси перед входом в цилиндр, выполняя роль своеобразного промежуточного теплообменника. В цилиндры поступают более смеси, в сниженной температуре повышает стойкость смеси к детонации.

Еще одним следствием впрыска оксида азота является значительное повышение крутящего момента, развиваемого двигателем (рис. 11.16). Момент можно было бы увеличить даже на 100%, но ограничивающим фактором является детонация, так что реально повысить момент можно лишь на 20...30%. Для регулировки достаточно подать диаметры жиклеров для топлива и для оксида азота.

Поскольку оксид азота не является топливом, а только окислителем, позволяющим сжечь больше топлива, его использование для дорожных транспортных средств законодательно не запрещено, хотя для участия в соревнованиях такой способ участия обычно не разрешается.

Недостатком системы является необходимость возить на транспортном средстве обильный и тяжелый баллон, а ограничение его объема разумными пределами позволяет обеспечить необходимый запас хода. Для большинства мотоциклов приемлемым считается баллон, содержащий 1 кг жидкого оксида азота (это только вес содержимого, сам баллон весит значительно больше). Для повышения мощности на 50 л.с. этого содержания баллона хватит только на несколько секунд. Примерно

повысить мощность можно расчитывая на непрерывную работу в течение нескольких минут. Если использовать оксид азота не постоянно, а только на форсированных режимах (разгонах, обгонах), то на одной заправке можно проехать несколько километровых заездов, а на крупных гонках можно расчитывать минут на двадцать.

Оксид азота можно использовать на любых двигателях, в том числе на двухтактных и на двигателях с наддувом. В США на открытии чемпионатов по гоночному мотоциклизму LT250, оснащенные системой оксид азота, успешно конкурировали с более мощными гоночными моделями. Еще более показательный пример. Мой мотор, обычно развивающий мощность 2...3 л.с., после соединения оксид азота с оксидом азота, стал развивать 5,6 л.с., т.е. удвоил свою мощность.

При мощности 11 л.с. на колесных гонках для моторов с топливом и частыми поворотами, где общее время на разгоны составляет до 50%, мотор, развив среднюю скорость 110 км/ч, с 4-х литров баллона с оксидом азота хватало примерно на 20 минут.

Важно помнить, что оксид азота является очень агрессивным веществом, поэтому при работе с ним необходимо соблюдать меры предосторожности. Баллон должен быть надежно закреплен, а при работе с ним необходимо использовать защитную одежду и средства защиты органов дыхания.

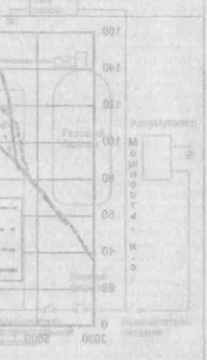


Рис. 11.16. Зависимость крутящего момента от частоты вращения двигателя для системы впрыска оксида азота

Глава 12

Поиск неисправностей

Содержание

Введение	1	Неисправности системы питания - карбюраторные двигатели	4
Логика поисков		Чрезмерно богатая смесь	
Проверка очевидного		Чрезмерно бедная смесь	
Неисправности электрооборудования двигателя	2	"Мокрая" смесь	
Механические неисправности двигателя	3	Дилитомы	
		Полная топливная	
		Масло впускных клапанов	
		Неисправности системы питания - двигатели с впрыском топлива	5

1 Введение

Логика поисков

Основное правило поиска неисправности — выработать логичную последовательность шагов, приводящих к выявлению результатов с наименьшими потерями времени. Проще всего, надо разумно организовать круг поисков: к примеру, нечего тратить время на проверку надежности крепежа, если в баке нет топлива. После того, как устранили все очевидные причины, займитесь традицией Шерлока Холмса "Как бы это ни казалось невероятным, но все, что осталось, и есть правда".

Сдать, расклеветать и строить умозаключения! Если причина в том, значит она в этом, и следствием должно быть то-то. После этого проверьте следствия и причина обнаружится. Конечно, можно поступить иначе — разобрать машину на части и проверить каждую деталь в порядке ее появления. Иногда такой метод тоже приносит успех. Но надо помнить, и о последующей сборке, и о тех новых проблемах, которые возникнут, например, после разборки и сборки карбюратора. К тому же это не слишком интеллектуальное занятие и вряд ли оно принесет Вам моральное удовлетворение, даже если и закончится успешно. Воспримите себе груду деталей, которую Вам придется несортировать только ради того, что, обнаружив, что Вы просто забыли открыть топливный кран. Мне жалко механизмов, обслуживающих гоним — нечего думать, они должны все свалить быстро. Люди изобретательные, они ищут свой путь действий в таких ситуациях — они просто загоняют впрыск все набор карбюраторов, систем зажигания и т.д. и вместо поиска неисправного элемента, они просто меняют всю систему в сборе.

Если не считать очевидных причин типа "в баке нет топлива", топливная система — это

все-таки то, что в первую очередь попадает под подозрение, когда двигатель начинает "барахлить", хотя причиной может быть неисправность электрооборудования или механическая неисправность. Надо иметь в виду две причины, почему неисправности топливной системы. Она состоит в том, что сам по себе карбюратор не будет хорошо работать, если все двигатель работает плохо. Второй причиной является то, что карбюратор реагирует на иные неисправности двигателя или его систем. Например, при работе, вызванной неисправностью впускной системы карбюратор пытается "исправить" обогащением смеси, хотя при нормальной работе двигателя этого совсем не требуется.

Правило будет сначала проверять все очевидное, проверять двигатель и только после этого начать методично проверять топливную систему.

Проверка очевидного

- Есть ли топливо в баке? Может ли топливо свободно дойти до бака карбюратора? Если, попавшая в топливную систему, смесь пробки бака может заблуждаться поддувать топлива так же как заплом на топливном шланге.
- Не вытек ли топливо из топливнораспределителя или из карбюратора?
- Работают ли дроссельная заслонка и ускоритель пусков?
- Все ли что можно включено?
- Исправен ли аккумулятор? В достаточной ли степени он заряжен? Для проверки включите фару или звуковой сигнал.
- Не заклинило ли двигатель, легко ли его провернуть?
- Сильно ли работает топливный насос при включении зажигания?
- Не забита ли кем-нибудь выхлопная труба?
- Когда двигатель работал последний раз и развивал ли он нужную мощность? Не случилось ли чего-то с тем пор?

- Нет ли шуток среди Ваших друзей? Не пропустил чего-нибудь столь же очевидного!

2 Неисправности электрооборудования двигателя

С точки зрения диагностики двигатель представляет собой либо электрическое, либо механическое устройство. По статистике наиболее численными неисправностями с электрической частью двигателя. Однако, все, что нам надо знать для начала, это дает ли свеча надежную искру. В принципе проверить это несложно, хотя некоторые комбинации намот, топливного бака и масляной ванны могут устроить для этого определенные трудности.

Выверните и осмотрите свечу. Если ее центральная электроизоляция покрыта нагаром или если его боковой электрод покрыт лакомыми отложениями, то эти симптомы могут указать на возможную причину. Осмотрите остальные свечи. Если вид одной из них существенно отличается от других, значит неисправность характерна только для этой свечи. Если все остальные свечи в порядке, то это указывает на то, что топливная система работает нормально, и проблема, скорее всего, в системе зажигания.

Утечка напряжения в массу, так что до свечи напряжение не доходит. Очистите или замените все провода и контакты. Сначала при запуске топлива на электрод свечей указывают на то, что топливо в двигатель поступает. Большое количество жидкого топлива на свече означает, что либо топлива слишком много, либо оно попадает в цилиндр и не распылено в виде. Если в цилиндре много жидкого топлива, прокрутите двигатель, для чего отключите топливную систему, выверните свечи, откройте топливную дроссельную заслонку и проверьте двига-

тель стартера в течение нескольких секунд. Во время этой операции держите высоковольтные провода подальше от себя и окружающих предметов, чтобы избежать искры на одежде или на теле, вызываемые излучением.

Хорошая свеча должна давать сильную искру при проворачивании двигателя электрическим или кик-стартером. «Огненный» свет свечи должен быть широким, равномерным, равной задержке между электродами, являющимся примером солнечного света и излучающим слышимый щелчок. Менее мощная искра также способна воспламенить свечу в цилиндре и не будет давать слышимого «щелчка» при проворачивании искры слабее, тошная и имеет желтый цвет, что свидетельствует о плохой искре, что в свою очередь может перекрутить с топливной системы на систему зажигания.

Многие современные «чистотесты» двигателя основаны на проверке «холодной искры», которая заводится свечу искры в каждой БМТ, как в двухтактных двигателях. Вы должны быть уверены в том, что при достижении поршнем БМТ в такте сжатия свеча тоже дает искру. Проведите эту проверку несколько раз, чтобы убедиться. Вы должны не запускать двигатель или после его ремонта.

Плательщики свечей не подсказывают провода высокого напряжения, подключая корпус свечи к головке цилиндра и проворачивая двигатель стартером. В противном случае проверьте примите меры к тому, чтобы а) проверяемая свеча имела надежный контакт с массой и б) чтобы к остальным свечам были подключены высоковольтные провода в своем былом положении. Если свеча статична, это свидетельствует о том, что система зажигания не обладает полной мощностью, и если высоковольтные провода не разряжаются предельно-высоким для них уровнем через свечу, то это может пробить пробой катушки зажигания или высоковольтных проводов и вызвать их неисправность.

Катушка зажигания может оказаться неисправной из-за так называемого механического пробоя, при котором пробой внутреннего изолятора вызывает короткое замыкание проводов соседних обмоток. При этом часть обмотки закорачивается и рабочее число витков обмотки уменьшается. Если 10% витков катушки стали неработоспособными, то высокое напряжение уменьшается на 10%. Отсюда следует, что не следует пробовать искровой зазор свечи на воздухе или в цилиндре при умеренных нагрузках. Однако при проверке двигателя, когда напряжение электропитания падает и при включении искровой катушки двигателя система зажигания может давать искру.

В системах зажигания «с холодной искрой», где катушка работает сразу на давлении, необходимо повысить напряжение порядка 30 кВ. Вы уверены в том, что такое значение можно представить? Это смертельная опасность, но то, что Вы под-

считаете допустимым, эксплуатировать под такое напряжение, а гарантирую. При этом стартеру Вы получаете не от самого напряжения, а от контакта с окружающими предметами. При работе в двигателе свеча требует большего напряжения, чем на воздухе, поэтому проверка свечи без нагрузки и на воздухе не гарантирует ее работоспособности в двигателе. Но уж если и на воздухе свеча не работает должным образом, то в двигателе она не будет работать и подавно. Если одна проблема состоит в том, что при вывернутых свечах стартер вращает двигатель быстрее, чем при ввернутых. Низкая скорость стартера может стать причиной заклинивания пуска двигателя.

А теперь Вы можете сформировать свое мнение о состоянии системы зажигания. Если она кажется Вам работоспособной, тогда перейдите к проверке механической части двигателя. Если отклонения системы зажигания у Вас возникли, можете сомневаться, продолжите ее проверку. Отложите эту книгу и возьмите Руководство по электрооборудованию мотоцикла.

3 Механические неисправности двигателя

В идеале двигатель должен быть в хорошем состоянии, но как и в случае с электрооборудованием, Вам важно знать, что отвечает за основные характеристики двигателя предъявляемым к ним требованиям. Проворачивая или двигать стартером с обмоткой для этого режима скорости? Имя мотора и протекти, не издает ли двигатель необычных звуков? Слыши прощелкивание под головкой цилиндра, появление охлаждающей жидкости в моторном масле, дайте основание для подозрений на пробой прокладки. Соответствует ли компрессия в цилиндрах техническим данным? Не существует ли явного отличия компрессии в цилиндрах (рис. 12.17). Компрессия должна находиться в пределах, указанных в руководстве по эксплуатации Вашего мотоцикла. Однако прогрев неисправный двигатель обычно не уместно, поэтому проверку компрессии приходится выполнять на холодном двигателе. Из-за большого сопротивления проворачиванию холодного двигателя стартер не может вращать двигатель достаточной скоростью и компрессометр, скорее всего, покажет пониженную компрессию. Компрессия обычно выше 9 бар (газотворит хорошим состоянием двигателя), а свыше 7 бар - об удовлетворительном в том смысле, что горение в двигателе будет протекать нормально. Для двухтактных двигателей нормальное значение компрессии должно быть не ниже 12%. Если компрессия понижена, то важно убедиться в том, что это снижение вызвано неблагоприятными условиями или естественным износом, а не механической неисправностью двигателя, и в том, что компрес-

сия, хотя и низкая, одинакова во всех цилиндрах. На мотоциклах с кик-стартером для проверки компрессии энергично надавите педаль стартера не менее пяти раз (более точное число обычно указывается в руководстве по эксплуатации конкретного мотоцикла).

Низкая компрессия может указывать на износ цилиндропоршневой группы, плохое прилегание клапанов к седлам или пробой прокладки. Более полная информация о характере неисправности дает проверка на утечку воздуха. При этом вращая цилиндр, нагнетается воздух под определенным давлением и регистрируется время, за которое давление падает до следующего определенного значения.

Вы должны помнить о том, что двигатель не имеет серьезных механических повреждений перед тем, как начать проверку топливной системы. Но даже и после этого остаются причины для полного пуска двигателя. Большинство современных двигателей мотоцикла диаметром 600 см³ обладают дурной славой из-за их упрямой нежелания запускаться. Мне пришлось иметь дело с Honda CR500 в современном оформлении, с модифицированной подкаской, с 17-дюймовыми колесами, с выхлопной трубой, усиленной с оцинкованным покрытием. Машине было - одно заглавное, но трудности с пуском могли довести до истерики. Каким образом в выхлопной кик-стартер и запуск двигателя мотоцикла от автомобиля. Для этого автомобиля устанавливаются неподвижные одним из выхлопных колес на ролики. На другой конец выхлопной ставится ведущее колесо мотоцикла. Автомобиль вращал ролик, а ролик вращал колесо мотоцикла и при скорости 25 - 30 км/ч двигатель мотоцикла удавалось запустить.



Рис. 12.1. Компрессометр. Проверка компрессии в цилиндрах - полезный способ проверки механической исправности двигателя. Компрессометр вворачивается в свечное отверстие, для чего его необходимо выключить несколько раз перед тем, как вставить в свечу. Проверка клапанов клапанов в основании компрессометра позволяет вам сохранить максимальное давление за цикл. Первая проверка проверки двигателя: надо проверить, чтобы поршень не выскочил, повернув свечу по часовой стрелке, чтобы закрыть заслонку. Для проверки надо проворачивать двигатель стартером, пока давление компрессии не перестанет расти.

Топливные системы мотоциклов

Трудность запуска от собственного стартера не имела ничего общего с неисправностью. Это явилось просто следствием неудачных технических решений разработчиков.

Громоздкому одноцилиндровому двухтактному двигателю требовалось было карбюратор с диаметром проточной части 38 мм. Скорость воздушного потока через диффузор большого диаметра была мала и разряжения в диффузоре не хватало для всасывания достаточного количества топлива, не говоря уже о том, чтобы распылить это топливо для лучшего испарения. По этой причине запуск двигателя легче при открытой или частично открытой дроссельной заслонке. При закрытой заслонке скорость потока в диффузоре становится слишком низкой.

Водители кроссовых мотоциклов для лучшего запуска двигателя используют мотоцикл вбок, чтобы обогатить смесь при пуске.

Повозка кроссового мотоцикла имеет большой динамический ход и малую жесткость. При некачественной кик-стартера подвеска не создает жесткого упора для стартера.

Ход педаль кик-стартера ограничен положением подножки, а передаточное отношение от педальки до конического вала таково, что хода педальки хватает только на один оборот конического вала.

Маленькое для создания высокого напряжения должно вращаться с большой скоростью и до весны оно хранилось у Вас в канистре, то Вы можете столкнуться с такой неприятностью. Дело в том, что в зависимости от скорости вращения конического вала с разными характеристиками. Так, зимнее топливо лучше испаряется для обеспечения холодного пуска, но зато оно более склонно образовывать твердые пробки. Зимнее топливо также имеет в своем составе присадки против обледенения. Разные изготовители используют разные присадки, и как они себя поведут в тех или иных условиях, не всегда ясно. Поэтому надо попробовать кинуть топливо разных брендов и посмотреть на результаты.

Начиная 70-е годы мотоциклисты отказались от использования неэтилированного бензина. За исключением моделей, оснащенных каталитическим нейтрализатором, мотоцикл не будет никуда ехать, если работать и на этилированном топливе. Но с началом заграничного экспорта не только для нейтралитатора, так, свечи двигателя подобраны таким образом, что при работе двигателя в характерном для него режиме (среднем) они самоочищаются. Однако около 10% границ этого диапазона существует уязвимая зона, в которой скопление присадки, находящейся в топливе, образуют на изоляторе свечей толстое электроизоляционное покрытие. Когда это покрытие достигнет корпуса свечей, ее

4 Неисправности системы питания - карбюраторные двигатели

Система питания выполняет две функции:

- Регулирует воздушный поток для управления скоростью и нагрузкой двигателя.
- Дозурует и смешивает с воздухом соответствующее количество топлива.

Неисправность системы приводит либо к нарушению работы системы управления двигателем, либо к нарушению способности системы смешивать воздух с топливом.

Система управления позволяет подогнать «проверку очевидного» в том смысле, что при дроссельной заслонке системы пуска либо работает, либо не работает. Вместе с тем существуют некоторые, но не очевидные, трудности.

Одним из обременений карбюратора, которое происходит из-за охлаждения его проточной части при испарении топлива. Если

лед образовался в области жиклеров холодного хода или в области дроссельной заслонки, то это может привести к появлению симптомов от заглохания и неустойчивой работы двигателя при полном открытии заслонки. Пока Вы ищете причину, тепло от двигателя расплавляет ледяные наросты и устранит все следы причины, которую Вам так и не удастся обнаружить, хотя она и была очевидной.

Если одной из причин топливного голодания, если мотоцикл оснащен топливным насосом вакуумным приводом и воздушным фильтром с большим сопротивлением, то при полном открытии дроссельной заслонки и низких оборотах двигателя (например, в начале разгона) разряжение во впускном тракте двигателя может упасть и закрыть топливную трубку. В этом случае более надежным является кик с ручным управлением. Эффект топливного краха может также произойти при тонком слое фиксации карбюратора, когда кик может встать на себе функцию главных жиклеров, хотя его об этом никто не просит.

Тепло от двигателя может превратить топливо в каналы карбюратора в перекрученном состоянии, что приводит к полному топливу. По своей природе это свойство случайный характер, но непредсказуем и может быть так, что Вы не можете избежать этого. Поэтому что двигателя в это время охлаждается.

Если заслонка «неправильного» топлива может еще больше усложнить эту проблему. Если, например, Вы кинули топливо зимой и до весны оно хранилось у Вас в канистре, то Вы можете столкнуться с такой неприятностью. Дело в том, что в зависимости от скорости вращения конического вала с разными характеристиками. Так, зимнее топливо лучше испаряется для обеспечения холодного пуска, но зато оно более склонно образовывать твердые пробки. Зимнее топливо также имеет в своем составе присадки против обледенения. Разные изготовители используют разные присадки, и как они себя поведут в тех или иных условиях, не всегда ясно. Поэтому надо попробовать кинуть топливо разных брендов и посмотреть на результаты.

Начиная 70-е годы мотоциклисты отказались от использования неэтилированного бензина. За исключением моделей, оснащенных каталитическим нейтрализатором, мотоцикл не будет никуда ехать, если работать и на этилированном топливе. Но с началом заграничного экспорта не только для нейтралитатора, так, свечи двигателя подобраны таким образом, что при работе двигателя в характерном для него режиме (среднем) они самоочищаются. Однако около 10% границ этого диапазона существует уязвимая зона, в которой скопление присадки, находящейся в топливе, образуют на изоляторе свечей толстое электроизоляционное покрытие. Когда это покрытие достигнет корпуса свечей, ее

электроды замкнутся и свеча сначала начнет давать сбив, а затем и вовсе выключится из работы. Если Вы заметили, что мотор свечу искры нехватает топлива, и выключается, то это может быть признаком засорения жиклеров. В это время пользуйтесь этилированным бензином, то, возможно, и в этом и состоит причина, но в этом, потому что большинство современных этилированных бензинов содержат присадки - этилен дибромид или дициррид, которые реагируют со свечным и образуют новые вещества - бромиды диоксида свинца, которые уносятся с выхлопными газами и не оставляют отложений в двигателе.

Неисправности в топливной системе могут вызвать серьезные проблемы с нарушением: богатая смесь или бедная смесь. Поскольку в обоих случаях мощность двигателя падает, водителю не всегда ясно, на какой смеси работает двигатель.

Богатая смесь

Очень богатая смесь образует на электродах свечи слой нагара и система зажигания начинает давать сбив, а то и совсем перестает работать, пока свеча не будет очищена. Умеренно богатая смесь будет работать нормально, пока свеча не будет разогнана до температуры, когда она начнет давать сбив. Это может быть признаком того, что свеча не выжигает отложения. Пуск двигателя не вызывает затруднений, хотя работа на холостом ходу и средних нагрузках может быть неустойчивой. Из выхлопной системы может раздаться хлопок: это дотрагивание лишнего топлива к выпускной трубе. Из выхлопной системы может вылетать белый дым, но следствием тому, что такой дым может быть неэффективен детонации.

При использовании этилированного бензина смеси правильного состава оставляет в выхлопной трубе отложения свечного слоя, а в области утолщения в богатой смеси скрываются эти отложения на чашечке. Нестабильный бензин содержит присадки, из которых некоторые оставляют черные отложения. Таким образом, свет отложения в выхлопной трубе не может служить индикатором состава смеси.

Бедная смесь

Вызывает перебои зажигания и повышает температурный режим свечей. Отложение на изоляторах свечей выгорает и они становятся белыми, почти бесцветными. Слегка обедненная смесь обеспечивает стабильную работу двигателя, которая способствует стабильному треску, привлекает внимание для мотоциклиста. Работа на слегка обедненной смеси повышает температуру камеры сгорания, что может вызвать неустойчивый и детонационный. Детонация работает в таком режиме, что приводит к интенсивной эрозии электродов свечей и седла клапана, тогда как детонация может вызвать разрушение и прогар днища поршня. На бедной смеси трудно запустить холодный двигатель, холостой ход

Топливные системы мотоциклов

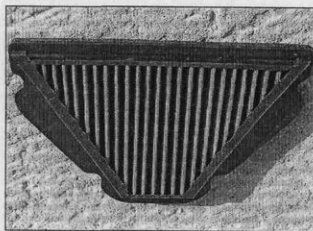


Рис. 12.2. Проверьте, не засорен ли воздушный фильтр. В противном случае требуется проверка работы двигателя по симптомам

а процессе прогрева неустойчив, в карбюраторе слышны хлопки обратных выхлопх.

"Мокрая" смесь

По соотношению воздух-топливо такую смесь можно отнести к любой категории — бедная, богатая, нормальная. Отличительным признаком "мокрой" смеси является падение топлива в камере сгорания в виде тумана, а в виде капель. Создается ситуация, когда, независимо от соотношения воздух-топливо, смесь вокруг каплей оказывается чрезмерно богатой, а в промежутках между каплями — чрезвычайно бедной. Такую смесь трудно поджечь, а процесс горения будет случайным образом меняться от цикла к циклу. Двигатель при этом будет работать неровно и с перебоями. Капли топлива оседают на стенках впускного тракта и постепенно испаряются. При этом первыми испаряются наиболее легкие фракции. Они

первыми попадают в цилиндры, но могут иметь иные характеристики горения и стойкости к детонации по сравнению с основным топливом. Это может иметь симптомы слишком раннего или слишком позднего зажигания, т.е. сбоев в регулировке опережения. Временами может появляться детонация и самовоспламенение (когда двигатель продолжает работать после выключения зажигания).

Симптомы

Из приведенного выше описания нарушения карбюратора следует, что определить истинную причину неисправности довольно сложно. Важно обнаружить все симптомы, а также сопоставить их с историей двигателя, т.е. установить, до какого момента он работал исправно и что произошло после этого момента. Очевидно, что, если появление симптомов неисправности совпадает

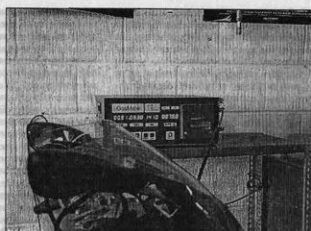


Рис. 12.3. С помощью газоанализатора можно обнаружить неправильные смеси образования; при богатой смеси будет высок содержание CO, а если смесь — чрезмерно бедная, то возрастает содержание HC

с чем-то по времени, то это "что-то" и надо проверять в первую очередь.

Разные детали карбюратора в большинстве своем обеспечивают определенные режимы работы двигателя. Если сбой в работе двигателя происходит в разных режимах, то, скорее всего, причина находится вне карбюратора, например, засорен воздушный фильтр (рис. 12.2) или в масле попала вода и т.д.

Если симптомы возникают только при каких-то определенных условиях, то это сразу ограничивает пространство поиска (см. карту В.1 в главе 6). Если работа двигателя не представляет опасности, то можно попробовать выполнить несколько тестов и посмотреть, подтверждаются ли Ваши подозрения. Может быть надо организовать независимое питание топливом, чтобы исключить из рассмотрения топливную систему, насос и фильтр. Или попробовать

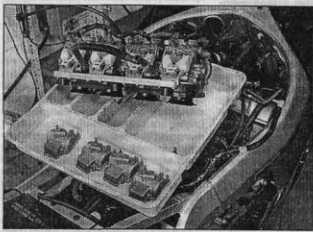


Рис. 12.4. Разобрав карбюратор(ы), внимательно осматривайте поплавковые камеры на наличие грязи или воды в топливе

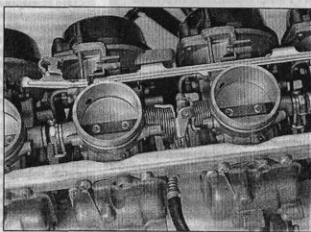


Рис. 12.5. Проверьте, легко ли работает привод дроссельных заслонок. Синхронность заслонок можно проверить по их положению относительно отверстий холостого хода или холодного пуска (как показано на фотографии)

Топливные системы мотоциклов

Типичные неисправности топливной системы

Таблица 12.6.

Неисправность	Сопутствующие симптомы	Возможная причина	Объяснение причины и устранение неисправности
Двигатель не запускается	Мокрая свеча зажигания	В двигатель поступает слишком много топлива	Проверьте, не засорен ли воздушный фильтр, исправен ли система холодного пуска, нет ли перелива в поплавковой камере. Попробуйте запустить двигатель при открытой воздушной заслонке, при закрытом топливном кране
Неустойчивый холостой ход		Неправильная регулировка карбюратора; возможно обледенение	Если регулировка не помогает, проверьте на износ и протечки дроссельные заслонки и опоры карбюратора. Проверьте, не засорены ли жиклеры и поплавковая камера. Проверьте синхронизацию карбюраторов. Если неисправность носит случайный характер, попробуйте разное сорта топлива, проверьте насос регулятора карбюратора (если таковой имеется)
Провал при переключении холостого хода к средним нагрузкам	(Может появиться после изменений выхлопной системы или воздушного фильтра)	Неправильные установки холостого хода или засоренный канал холостого хода	Попробуйте повернуть винт(ы) регулировки холостого хода на 1/2 оборота. Попробуйте повысить холостые обороты на 100...200 об/мин. Верните выхлопную систему и воздушный фильтр в прежнее состояние
Провалы в разных местах		Неправильно отрегулированы переключательные режимы	Кривые крутящего момента мощных двигателей имеют провал на средних нагрузках. Изменения состава смеси в этой точке влияют на управление двигателем. Попробуйте изменить положение иглы и разные диаметры отверстий в поршне
Неустойчивость или перебои зажигания при разгоне		Слишком быстрое открытие заслонки. Автоколебания заслонок в карбюраторе с постоянным разрежением	Замените водитель более оптимален. Автоколебания могут быть вызваны несоответствием карбюратора двигателю (при разгоне смесь обогащается, двигатель теряет обороты, поршень опускается, скорость воздуха возрастает, смесь приходит в норму, двигатель разгоняется и т.д.)
Звонкие дроссельные заслонки		Грязь в приводе заслонки, поврежден трос. Грязь в направляющих заслонки	Очистите карбюратор и привод заслонки
Звонкие дроссельные заслонки	Только при определенной погоде (обычно 4°C и выше, высокая влажность)	Обледенение карбюратора	Попробуйте другие сорта топлива. Проверьте подогреватель карбюратора (если таковой имеется). Если обледенение происходит слишком часто, установите подогреватель
Перебои на средних нагрузках	Большой пробег. Обогащенная смесь на средних нагрузках	Износ в сопряжении иглы с жиклером	Замените жиклер и иглу
Перебои в работе, потеря мощности в одном из цилиндров		Карбюратор с постоянным разрежением: порвана диафрагма или подтеклет уплотнительное кольцо	Проверьте диафрагму и уплотнения дроссельной заслонки
При резком ускорении один из цилиндров отключается	Это происходит гдето в середине между холостым ходом и максимальными оборотами	В одном из цилиндров слишком богатая смесь	Проверьте главный жиклер карбюратора, а также иглу и ее жиклер. Возможно, что оторвался жиклер или неисправно крепление иглы
Периодическое отключение одного из нескольких цилиндров	Чаше всего при разгоне	Грязь или вода в поплавковых камерах	Слейте содержимое поплавковых камер в чистую емкость и проверьте наличие грязи или воды (проверьте также бак и топливные трубопроводы)

Топливные системы мотоциклов

Типичные неисправности топливной системы - продолжение

Неисправность	Сопутствующие симптомы	Возможная причина	Объяснение причины и устранения неисправности
Вялая работа двигателя	Большой пробег. Самоповолаживание	Жиклеры забиты отложениями или лаком	Прочистите и промойте жиклеры, возможно, нужна их замена
Перебои при разгоне	Сразу после режого торможения	Волны в поплавковой камере. В карбюраторе с постоянным разрежением под действием ускорения смещаются поршень (в карбюраторах с плавающим потоком)	Это недостаток конструкции. В экстремальных ситуациях с этим можно бороться, используя контакт стоп-сигнала для отключения топливного насоса
Перелив карбюратора		Засорен или изношен игольчатый клапан поплавковой камеры. В карбюраторах с плавным поплавком возможно попадание топлива внутрь поплавка из-за его прогиба или разрушения плавного шва	Замените клапан поплавковой камеры или клапана
Слабый шипящий шум	Легкая вибрация, постепенное снижение мощности. Возможны периодические выбросы черного дыма	Детонация	Небольшая детонация обычно для четырехтактных двигателей при работе на низких оборотах и большой нагрузке. Детонация представляет опасность при высоких оборотах. Двухтактные двигатели длительно детонация не переносят. Смените сорт топлива.
Голубой или белый дым	При работе под нагрузкой или при выбеге	Горит масло (износ цилиндров, поршневых колец или выходящий подшипников)	Двухтактные двигатели: допустимо в небольшом количестве при холостом двигателе и при максимально допустимом взоре между цилиндрами и поршнями. Четырехтактные двигатели: проверьте, не переполнен ли картер, проверьте компрессию. Возможно, что двигатель требует ремонта
Серый или черный дым	Под нагрузкой	Излишне богатая смесь	Отрегулируйте главную дозирующую систему карбюратора. Возможно, что рано вступает в работу ускорительный насос
Коричневый дым	Под нагрузкой	Бедная смесь	Отрегулируйте главную дозирующую систему карбюратора
Водяной пар из выхлопной трубы	При холостом двигателе	Водяной пар - обычный побочный продукт процесса сгорания, видимый, пока двигатель не прогреется	Пар не является свидетельством неисправности. По мере прогрева двигателя выход пара прекратится сам. В трубах выхлопной системы могут иметься небольшие отверстия для удаления конденсата и предотвращения коррозии.

обогатить смесь с помощью пускового устройства (оно будет оказывать существенное влияние только при небольших нагрузках). Или проверить работу двигателя при снятии воздушного фильтра и воздушной камеры (при этом станут видными некоторые детали карбюратора и можно будет проконтролировать работу). Для проверки двигателя под нагрузкой его надо испытать на тормозном стенде (рис. 12.3-12.5).

Подвод топлива

Этот тест может помочь обнаружить и другие неисправности. Если проблема ограничена одним цилиндром, его головка будет холоднее остальных (или, наоборот, горячее; в любом случае, это скажется на том, что топливная свеча прогретась сгоранием или с выхлопным клапаном, но не с карбюратором. Если все же подозрение падает на топливную систему, соорудите подобие топливной бачка, расположив его так, чтобы уровень топлива в нем был выше карбюратора на 15...20 см для обхода основного бачка, крана и насоса. Или проверьте работу основной системы топливного подвода, отсоединив шланг подвода топлива от карбюратора и опустив его конец в находящуюся мерную емкость. В отличие от систем с впрыском топлива (см. параграф 5), насос карбюраторных двигателей создает некое давление, но пользоваться им, чтобы емкость имела достаточный объем и примите меры к тому, чтобы топливо не разбрызгивалось. Откройте топливную кран и подведите топливную насос к источнику нагнетания 12 В (в обход всех реле и емкости). Дайте топливу вытекать в емкость и включите секундомер. Выключите его через 10 секунд и измерьте объем вытекшего топлива. Если этот объем меньше 14,5, то топливо не расходится моменту. Сравните полученное значение с техническим данным, приведенным в руководстве по эксплуатации Вашего мотоцикла, в случае Вас его нет, то рассчитайте необходимую подачу топлива для Вашего автомобиля.

Для четырехтактных двигателей расход топлива при полной нагрузке составляет примерно 0,28 л/п.с.-час. Если двигатель имеет мощность P, то ему для работы потребуется топлива, как минимум, 0,28P л/п.с.-час. Так двигатель мощностью 100 л.с. потребует топлива, как минимум, 28,4 л/п.с.-час. Имеем в виду, что это минимально допустимая подача, система должна работать с запасом. Имеем также в виду, что 28,4 л/п.с.-час это только 473 см³/мин или 7,89 см³/с, а это для очень крупного двигателя. Двигатель меньшей мощности расходует и меньше топлива, так что для измерения производительности насоса объемным методом потребуется заполнить емкость не меньше 10 секунд.

У двухтактных двигателей расход топлива выше - от 0,4 до 0,7 л/п.с.-час и им требуется топлива как минимум в два раза больше, чем четырехтактным, т.е. примерно 0,57 л/п.с.-час на каждую лошадиную силу.

Масло для двухтактных двигателей

Двухтактные двигатели сжигают в цилиндрах не только топливо, но и масло, либо смешанное с топливом, либо всасываемое специальными клапанами. Масло является серьезным испытанием для карбюраторов. Пока насос и трос управления правильно отрегулированы, и используется масло рекомендованного типа, все должно работать исправно. При выборе масла имейте в виду, что масла с повышенными несущими характеристиками для подшипников скольжения непригодны для насосов, обеспечивающих впрыск топлива. Насосы обычно спроектированы под масло с вязкостью SAE30, тогда как масла для подшипников скольжения имеют повышенную вязкость - SAE40 - SAE50.

При смешивании масла с топливом важно соблюдать рекомендованные пропорции. Избыток масла не обеспечит лучшей смазки, оно все равно сгорит, образуя при этом густой нагар и дым из выхлопной трубы. К тому же масло снижает октановое число смеси. Смесь топлива с маслом желательно использовать как можно скорее, а не заготавливать вперед. Более летучее топливо будет испаряться, и, если масла недостаточно в нем растворено, оно начнет отделиться.

5 Неисправности системы питания - двигатели с впрыском топлива

Большинство систем управления впрыском топлива включат в свой состав систему самодиагностики. Появление неисправности системы извещает либо мигновое лампочкой, либо сообщением на табло приборной панели. Многие системы снабжены комбинацией светодиодов на корпусе центрального процессора, некоторые имеют диагностический разъем для считывания кодов неисправностей. Для расшифровки кодов используйте руководство по эксплуатации Вашего мотоцикла.

Если возникает неисправность в не столь сложной по устройству и конструкции, большинство систем переходят в режим ограниченного управления, позволяющего доехать до гаража или до станции обслуживания, где в спокойной обстановке можно найти и устранить неисправность. Кроме

проверки проводов и соединений владелец вряд ли может сделать что-нибудь существенное. Разве что обнаружит неисправный элемент и заменить его.

Кроме электрической части система включает в себя насос, фильтр, регулятор давления, насосный и всасывательный трубопроводы. Из механических неисправностей наиболее часты засорение воздушного фильтра, перегрев клапана вентиляции картера, лаковые отложения на топливных заслонках, засорение форсунок. Некоторые топлива содержат присадки против образования отложений, есть в продаже и добавки для топлива, которые, по утверждению продавцов, очищают форсунки от отложений. Такими добавками рекомендуется пользоваться после каждого полного обслуживания двигателя, а также в случае, когда мотоцикл долго не пользовался.

Насос топливной системы не может работать при включении зажигания через реле и датчик наклона, который отключает насос при падении мотоцикла. При включении реле слышен щелчок, и сам насос не начинает шуметь. Если двигатель не заводится, то насос перестает работать, как только заполнит систему и создаст в ней давление. Звук, который издает топливная система, дает достаточно полное представление о ее работоспособности.

Более полной информации о проверках электрических цепей содержится в книге Haynes *Motocycle Electrical Manual*. Для диагностических целей реле и датчик наклона можно обйти перемычкой. Для проверки насоса подключите к нему источник питания 12 В с помощью шланга опустите мерную емкость. Включите насос и дайте ему работать 5...10 секунд секундомером. Измерьте объем топлива, вылившегося в мерную емкость. Если этот объем меньше, чем в 12 мл/10 с, то получите производительность насоса в мл/минуту, которую можно сравнить с техническими данными из руководства по эксплуатации мотоцикла. Будьте осторожны, потому что насос дает высокое давление порядка 4 бар и струя топлива будет бить в емкость с большим напором. Для этого теста некоторые руководители советуют воспользоваться керосином вместо бензина.

Системы впрыска топлива обычно имеют обходной канал для поддержания холостого хода. Система может иметь вид регулятора холостого хода, ограничителя положения привода дросельной заслонки и привода, аналогичного тому, что используется в обычных карбюраторах. Регулировки, синхронизации дросельных заслонок и неисправности обычно те же, что и в обычных карбюраторах.

тог же карбюратор, но с другими сверлениями и посадочными размерами, который соответствует техническим данным Вашего мотоцикла.

Если надо снять топливный бак, освобождая от крепления и отсоединить дренажный шланг, всливающего отстойный шланг от топливного бака не легче добраться до него. При снятом баке легче добраться до топливного насоса и электрических проводов. Некоторые баки снабжены краном со съемной рукояткой, некоторые краны имеют выкатной привод, который позволяет выдвинуть выходное отверстие бака при неработающем двигателе. В таком случае шланг от бака можно отсоединить, не опасаясь утечек. Современные мотоциклы, как правило, оснащены быстроразъемными соединениями шлангов с клапаном. При разъемном соединении шлангов клапаном автоматически закрывает выходное отверстие и топливо не выливается. Но, прежде чем разъединить шланги, убедитесь в том, что соединение действительно snugжно связано клапаном. Вы обнаружите, что при установке дренажного шланга клапаном был использован инструмент совсем не такой, как Вы можете видеть, и Вам придется повозиться. Заметьте, где клапан шланга был подсоединен, и как были соединены электрические разъемы. Правда, иногда эти детали становятся из-за их размера, чтобы собрать их можно было только единственно образом).

Взаимосвязи отсоса топлива Вам надо будет снять воздушную камеру или только отсосать от нее воздушную. В любом случае осмотр воздушной камеры даст представление о состоянии двигателя (рис. 13.2). Отложения грязи внутри камеры говорят о проблеме машины. Количество масла в камере, которое жидкое масло, может сказать, что в картере мотора происходит наводнение, а если масло прокукует во воздушный коллектор, свидетельствует о утечке масла цилиндр-поршневой группы, а если слышны, если они затвердели и потрескались, указывают на возраст машины.

Карбюратор может иметь повреждение, чтобы не допустить обледенения проточной части. Поглотитель может быть электрическим и тогда он соединен разъемом с общим жгутом проводов двигателя.

В любом случае при отсоединении шлангов пролейте хотя бы немного охлаждающей жидкости. При отсоединении к этому и добавьте достаточное количество ветоши или емкостью, которую можно повесить под разъединяемое соединение.

3 Разборка карбюратора

Снятие

Большинство карбюраторов имеют с впускным патрубком втулочное соединение. Корпус карбюратора просто вставлен в резиновую втулку и закреплен в ней простым металлическим зажимом. Отвинтите винты и выньте блок карбюратора из резинового втулки. Некоторые карбюраторы имеют фланцевое соединение. В этом случае блок крепится к оплечку цилиндра двумя болтами или шпильками. Под фланцем заката изолирующая прокладка. Отвинтите гайки шпильки или болты и снимите блок карбюратора. В обоих случаях для снятия карбюратора придется отсоединить от него втулку на себя, чему можно помешать воздушная камера, поэтому камеру придется предварительно снять.

Карбюраторы установлены блоками по две, три или четыре штуки в зависимости от модели двигателя, и их надо пока оставить соединенными друг с другом. Разъединение карбюраторов представляет собой серьезную задачу, выполнение которой вряд ли доставит удовольствие. Карбюраторы не просто привычны к общей работе болтами или винтами. Перед тем надо будет разобрать привод к дросельным заслонкам и их приводным устройствам, отсоединив все их пружины, разобрать регуляторы и уплотнения, отсоединив от общей топливной магистрали подающие трубки каждого карбюратора. На обзорных карбюраторах надо будет еще отсоединить шланги системы охлаждения. Потом все это надо восстановить, закрыть карбюраторы на облой стороне так, чтобы блок карбюратора встал на оплечку цилиндра. Для облегчения операции установки карбюраторов двигателя лучше снять мотоцикл. Можно, конечно, оставить его на месте, но тогда установка превратится в мучительную трудовую операцию.

Перед разборкой разберитесь в том, как управляются карбюраторы, как соединены между собой их приводы, какой трост открывает заслонки, в какой — закрывает. При разборке все это кажется очевидным, но когда через два дня или два Вы начнете их собирать, у Вас возникнет масса вопросов, на которые Вам никто не сможет ответить.

Обычно карбюраторы в блоке группируются попарно в общем приводе, управляющим каждой парой. В блок есть "главный" карбюратор (в блоке из четырех карбюраторов это обычно №3), но топливник к которому регулируются все остальные. Его дросельная заслонка не имеет регулятора, потому что по нему регулируются остальные заслонки.

После отсоединения карбюраторов следите за сохранением их оплечков камер в емкости. Профессиональные механики имеют для этой цели специальный поддон (рис. 13.3), достаточно большой, чтобы в нем поместился весь блок, с чашечками для хранения мелких деталей (винтов, жиклеров, распылителей и пр.). Карбюраторы можно промыть в этом подде, затем просушить и дальше разбирать на верстаке.

Очистка промывкой карбюраторов наружу и спейте грязный распылитель в отходы. Затем снимите воздушную камеру, потрите улиткой грязь и отложите ее. Если веревка эксплуатация в зимнее время, то она, конечно, в топливную систему попадает грязь или вода, не слейте пока она остала топлива из карбюратора, дригните его, по возможности, вертикально, пока не сипит потопавшая камера. В этом случае в поплавковых камерах может быть обнухреть остатки топлива с грязью или водой.



Рис. 13.4. Крестообразные наконечники отсасывающей трубки. Сплав Р-2, сплав Р-3. Наконечник неправильной формы можно повернуть головку винта

Разборка

Корпус карбюраторов отлиты из не очень прочного цинкового сплава, который легко расколоть или повредить. Поплавковые камеры и прочие крышки обычно крепятся большими винтами с оплечками под крестообразную отвертку. Существуют два типа крестообразных наконечников отсасывающей трубки: Р-2 и Р-3, отличающихся разными углами зазоров (рис. 13.4). Отвинти обих баки могут быть разными, чтобы не испортить при разборке головки винтов, надо иметь в запасе набор отверток. При сборке не перегибайте винты, потому что резьба под них выложена в мягком цинковом сплаве корпуса карбюратора и резьбу можно сорвать.

Параметры карбюратор и проведите работу поплавков. Последнюю трубку к выходному отверстию поплавковой камеры и подведите в нее. Игольчатый клапан под действием веса поплавка должен запереть камеру настолько, чтобы пропускать его было невозможно. Корпусная часть клапана должна быть чистой без следов износа (рис. 13.5). Если клапан изношен или поврежден, замените его. На входе в каждый клапан должен быть установлен фильтр тонкой очистки топлива. Снимите его и тщательно промойте.

Теперь Вы должны найти и осмотреть главный жиклер, жиклер холостого хода, жиклер холостого газа и соответствующие им воздушные отсосы (при необходимости обратитесь к главе 4). Не выворачивайте пока жиклеры. Теперь, когда основные места возможного скопления грязи осмотрены и очищены, можно перейти к осмотру диафрагм и управляемых ими элементов. Эти элементы должны содержаться в особой чистоте, поскольку они всасывают в себя тонкие капли, поэтому даже незначительное засорение может вызвать их неистовость.

Карбюраторы постоянной скорости потока сверху обычно имеют диафрагму, уплотненную по периметру резиновым кольцом. В карбюраторах переменной скорости просто вставлена в камеру воздушной при сборке не выливается из нее. На карбюраторах хитрых и высокоточных уплотнительные кольца сами себя не так послушно и их

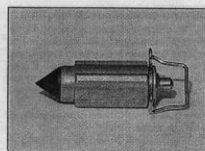


Рис. 13.5. Осмотрите конусную часть клапана на наличие повреждений, износа или мелких частиц, которые могут препятствовать закрытию клапана

приходилось "приклеивать" к месту конусности смазкой или техническим вазелином.

Всей этой зоне необходимо уделить особое внимание, потому что, если уплотнение недостаточно надежно, карбюратор работать не будет. Осмотрите диафрагмы на наличие трещин и разрывов, особенно в местах, где они соединяются с поршнями поплавков. В трещинах и разрывах может быть много грязи, которая может быть причиной для загрязнения и для клапана иголки. Обратите внимание на то, как эта деталь установлена, потому что при сборке Вы будете долго думать, какой стороной она должна вставляться. Правильно закрепленная иголка при установленной пружине не должна перемещаться внутри поршня.

Карбюраторы с полным ходом. Под верхней крышкой расположен управляющий рычаг или трост, пропущенный сквозь пружину и присоединенный к поршню поплавка. Он имеет пролом отсасывающей отсасывающей трубки. При отсоединении рычага или троста от поплавка, иглы можно вытолкнуть после снятия пружины или вытаскив ее фиксатор на полпути.

В карбюраторах обих типах после удаления иглы можно завернуть главный жиклер и воздушную трубку, которая иногда фиксирует положение игольчатого жиклера или распылителя. Иногда эти



Рис. 13.6. Открытие заточен так что в рабочую зону ее грани параллельны. Правильно подобранный размер отверстия сведет к минимуму риск повреждения деталей из мягкого материала вроде латуни

детали представляют собой сборку, которую надо распылять, заперев в корпус диффузора и остается в нем. Для извлечения заперевшегося распылителя требуется специальное приспособление в виде вилочки по форме распылителя, а также миниатюрный пресс. За неимением такого оборудования можно обойтись и кияшкой.

Некоторые жиклеры имеют стандартный кончик под ключ или шпильку под отвертку. При использовании отвертки подберите такой же размер, который плотно входит в шпильку, и наконечник которой заточен так, что образует параллельные грани (рис. 13.6, а, б).

С временем резавоем соединение латуни-цинковой сплавки приобретает настолько плотное, что для отворачивания жиклеров приходится прикладывать значительные усилия. Отвертка с клиновидной заточкой этого случая выскользнет из шпильки и легко может повредить латунный жиклер.

Главный жиклер

Проверьте, не повредила ли отвертка клиновидная отвертка жиклера и не отслоилась ли поверхность. Отверстие трубки очистите, не поворачивая мягкую латуни. Если Вы заметили жиклер или жиклер, установите жиклер в его размер, надо, чтобы замкнувший жиклер имел тот же тип и те же размеры, что и заменяемый, т.е. ту же резьбу, ту же длину и т.д. Жиклер другой, даже если имеет ту же резьбу и длину, даст другой расход топлива. Даже жиклер того же типа, но от другого производителя может иметь иную клиновидность.

Эмульсионная трубка

Проверьте, не засорены ли отверстия в стенках трубки.

Воздушный жиклер

Прочистите жиклеры наружу и внутрь, т.е. против движения воздуха. Если жиклер можно снять, выверните его и прочистите, соблюдая предосторожности, чтобы не повредить латунные поверхности и не

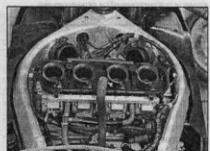


Рис. 13.1. Перед разборкой запомните или зарисуйте все соединения шлангов и тростей

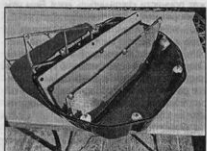


Рис. 13.2. Воздушная камера, как правило, представляет собой кармашек той или иной конфигурации, в котором расположен сетчатый и воздушный фильтр



Рис. 13.3. Для работы подготовьте емкость для слива топлива, лоток для карбюратора и места для хранения снятых деталей

отвертка. На некоторых карбюраторах над головками дросельных винтов установлены небольшие пластмассовые воронки, чтобы до головки винта легче было добраться несущей. При сборке топливного камер двигателя, чтобы топливные заслонки занимали наиболее удобное положение.

Установки холостого хода

Перед регулировкой холостого хода двигателя должен быть прогрет до нормальной рабочей температуры. Карбюраторы должны быть синхронизированы (см. ниже). Цель проверки холостого хода на слух — добиться минимально устойчивой скорости работы двигателя. Для этого оговорите специальную отвертку, с помощью которой можно добраться до всех винтов регулировки холостого хода (рис. 13.7).

Вращайте винт холостого хода на одном из карбюраторов, чтобы добиться плавной работы двигателя при возможных обрывах. Обороты во все равно возрастут, но вы можете уменьшить винтом регулятора дросельной заслонки. Повторите эту регулировку на всех цилиндрах по очереди. Сделать это легче, чем сделать.

Для регулировки состава смеси можно воспользоваться газоанализатором или продовой смеси, смесь, которую выдает камера сгорания. Желтый цвет пламени в камере указывает на то, что смесь «чрезмерно богатая», голубое пламя характерно для бедной смеси. Применение этой оприспособления на современных машинах не принято, поэтому лучше не браться за регулировку смеси, катушки зажигания, корпусов датчика и воздушной камеры.

Оптимизация смеси холостого хода, отрегулируйте обороты при холостом зажигании до значения, рекомендованного техническими данными. Для дорожных мотоциклов это обычно 1000...1200 об/мин.

Синхронизация

Для этой операции Вам потребуются набор вакуумметров (рис. 13.8, а-в). Удалите пробки или винты, закрывающие отверстия для отбора вакуума сразу за корпусами карбюраторов и вверните в них переходники для подсоединения вакуумметров (рис. 13.9). Погрите двигатель и дайте ему поработать на холостом ходу. Измерьте разрежение во всех впускных патрубках. Разница показаний приборов для разных карбюраторов не должна быть больше 2 см рт. ст. (2,7 кПа). Если отклонения рути или стрелки приборов сильно вибрируют, оставьте в трубки в отверстия отбора вакуума кусочки трубок с малым проходным сечением, некие подожгите дросельной (рис. 13.10). Для демпфирования колебаний можно также воспользоваться регулировками иглопальными дросельными и иглопальными дросельными заслонками. Для того чтобы все приборы давали одинаковые показания, их демпфирование устройства должны быть одинаковыми.

С помощью регуляторов положения дросельных заслонок добейтесь одинакового разрежения в цилиндрах №1 и 2. Затем отрегулируйте так же цилиндры №3 и 4. Затем с помощью регулятора между карбюраторами 2 и 3 выровняйте обе пары.

Дорожная проверка

Перед этой проверкой установите воздухоочиститель и воздушную камеру. Проверьте регулировку троса управления дросельными заслонками. При работе на холостом ходу обороты двигателя должны меняться при повороте руля из одного крайнего положения в другое. Рукоятка газа доведите обороты двигателя до 40-50% от максимальных и отпустите рукоятку. Продолжайте это несколько раз. Двигатель должен плавно возвращаться на холостые обороты. Если этого не происходит, значит

холостой ход отрегулирован неправильно (либо в системе управления есть какое-то трение).

Убедитесь в том, что мотоцикл трогается и разогнается плавно, без рывков, от минимальных до максимальных оборотов двигателя. Проверьте движение на первой передаче при закрытой и открытой дросельной заслонке. Мотоцикл должен двигаться плавно, без пробуксовки сцепления. Наконец, позвоните на всех передачах при разных оборотах двигателя, закройте дросельную заслонку на несколько секунд, затем откройте ее. Повторите эту проверку несколько раз, чуть приоткрыв заслонку, затем энергично открывайте ее до конца.

Во всех случаях двигатель должен плавно увеличивать обороты пропорционально открытию заслонок, без рывков и провалов тяги. Если возникает сбой или провалы мощности, то надо снова вернуться к регулировке холостого хода, возможно некорректная смесь. Если повторная установка параметров холостого хода затруднительна, то попробуйте немного увеличить обороты холостого хода (примерно на 50...100 об/мин). Иные процедуры проверки описаны в главе 6 «Тюнинг».

Воздушные фильтры

Чаще всего используются воздушные фильтры двух типов: многоразовые пенные и одноразовые бумажные. Для продления жизни бумажных фильтров их надо время от времени вытряхивать, а также пропускать воздухом в обратном направлении.

Пена-фильтры имеют пористую структуру и очень легко пропускать воздух. Для таких фильтров. После промывки фильтр надо отжать и просушить. Не порите пены. Намочите фильтр жидким маслом (SAE30) или специальным маслом для воздушных фильтров. Отжимайте его кисточкой, затем заверните в бумажное полотенце и снова отожмите. После этого установите фильтр в воздухоочиститель.

Словарь технических терминов

А

Азот

Химический элемент, газ, близкий по свойствам к инертным газам. Атмосфера Земли на 4/5 состоит из азота.

Активные радикалы

Радикалы — сравнительно нестабильные химические соединения. При достаточно высокой температуре топливно-воздушной смеси они распадаются на радикалы, которые затем автоматически воспламеняются и сгорают, не ожидая искры.

Аналоговый сигнал

Непрерывный сигнал, в котором значением информации является текущее значение напряжения.

Б

Балонировка

(дросельная заслонка)

Регулировка, позволяющая всем дросельным заслонкам в блоке карбюраторов открываться/закрываться одновременно. Иначе называется синхронизацией.

Бедная смесь

Смесь топлива с воздухом, в которой воздуха больше, чем требуется для полного сгорания топлива.

Богатая смесь

Смесь топлива с воздухом, в которой воздуха меньше, чем требуется для полного сгорания топлива.

БЭУ

Блок электронного управления. Бортовой компьютер, который хранит данные об оптимальном управлении двигателем и вычисляет для каждого момента времени угол опережения зажигания и цикловую подачу топлива в цилиндры двигателя.

В

Вещество

Химическое соединение, в котором два или более химических элемента связаны на молекулярном уровне.

Внутреннее сгорание

Тип теплового двигателя, в котором сгорание топлива и превращение выделившегося тепла в полезную работу происходит внутри одного и того же цилиндра (в отличие от двигателя внешнего сгорания, например паровой машины, где сгорание топлива и превращение тепла в полезную работу территориально разделены).

Воздушная камера

Камера на входе во впускной воздушный тракт двигателя, выполняющая роль ресивера и корпуса воздухоочистителя.

Воздушный жиклер

Калиброванное отверстие, через которое к потоку топлива подмешивается воздух.

Воздушный фильтр

Фильтрующий элемент из пористого пенного бумажного материала, задерживающий пыль, содержащуюся в воздухе, поступающем в двигатель.

Воспламенение

Момент, когда рабочая смесь в цилиндре двигателя начинает гореть. Причиной воспламенения может быть искра свечи, либо повышение давления и температуры в цилиндре выше точки воспламенения.

Воспламенение от сжатия

Воспламенение топлива, вызванное сжатием и повышением температуры воздуха. На этом принципе работают дизельные двигатели.

Выбег

Режим замедления двигателя с высоких оборотов при движении по инерции при закрытой дросельной заслонке.

Выхлоп

Результат сгорания топливно-воздушной смеси в цилиндре.

Г

Горение

Химическая реакция топлива с воздухом, при которой топливо окисляется с выделением тепла.

Д

Датчик

Устройство (обычно электрическое), предназначенное для измерения и преобразования в электрическую величину некоторой физической величины (внутреннего, скорости, перемещения, температуры и пр.).

Детонация

Взрывной характер горения топливно-воздушной смеси в цилиндре двигателя.

Диффузор

Проточная часть карбюратора, обычно выполненная в форме трубы Вентури. Диффузор имеет в середине сужение, где скорость воздушного потока возрастает, а давление уменьшается. В это сужение втягивается топливо на одного или нескольких распылителей, где оно смешивается с потоком воздуха, в результате чего образуется рабочая смесь, поступающая в цилиндры двигателя.

Дросельная заслонка

Заслонка, установленная в диффузоре карбюратора, предназначенная для регулирования потока воздуха, поступающего в двигатель. Дросельная заслонка может устанавливаться на оси, перпендикулярной диффузору (поворотная заслонка или заслонка-бабочка). В карбюраторах с бабочкой чаще устанавливается скользящая заслонка, которая может перемещаться в направляющих поперек диффузора.

Ж

Жиклер

Калиброванное отверстие, предназначенное для пропускания определенного количества топлива или воздуха. Жиклером также называют и деталь, в котором это калиброванное отверстие просверлено.

И

Избыток воздуха

Количество воздуха в топливно-воздушной смеси, превышающее его минимальное количество, необходимое для полного сгорания топлива. Смесь, содержащая избыток воздуха называется бедной.

Изменяемая геометрия

впускного или выпускного трактов. Конструкция впускного или выпускного трактов, дающая возможность изменять длину их труб или объем камер. Такая конструкция позволяет подстраивать тракт к различным режимам работы двигателя, в частности, использовать явление резонанса воздушного потока для улучшения наполнения цилиндров при различных скоростях работы двигателя.

Изомер

Химический элемент с тем же числом атомов, что и обычный элемент, но отличный от него по строению и свойствам.

К

Карта

Графическое представление таблиц, хранящихся в памяти ЭБУ, в которой содержится информация о работе двигателя в зависимости частоты вращения коленчатого вала и угла поворота дроссельной заслонки.

Каталитический нейтронизатор

Элемент выхлопной системы, в котором avviene составление выхлопных газов преобразуется в безвредные.

Кинетическая энергия

Вид энергии, который определяется скоростью движущегося тела. Определяется произведением половины массы тела на квадрат его скорости.

Коллектор

Трубопровод, разветвляющийся на две или более рукава для подвода воздуха (рабочей смеси) к цилиндрам или для отвода от цилиндров выхлопных газов. Соответственно носит название впускной коллектор и выпускной коллектор.

Коэффициент избытка воздуха (α)

Отношение действительного количества воздуха к топливно-воздушной смеси к теоретически необходимому количеству для полного сгорания топлива. При $\alpha < 1$ смесь называется богатой, при $\alpha > 1$ - бедной.

Коэффициент местного сопротивления

Мера сопротивления жидкостей или газов потоку жидкости.

Коэффициент наполнения цилиндров

Коэффициент рабочей смеси (или воздуха - для дизелей) фактически находящегося в цилиндре, отнесенное к геометрическому объему цилиндра.

КПД

Мера эффективности работы некоторого устройства. Определяется отношением полезной работы на затратах, необходимых для получения этой пользы. Например, КПД двигателя определяется отношением совершенной им полезной работы к тому количеству тепла, которое было для этого затрачено.

Крекинг

Химическое разложение сложных углеводородов на более простые.

Л

Лямбда-датчик

Электронное устройство, свернутое в выхлопную трубу, выходящее напряжение которого зависит от содержания кислорода в выхлопных газах. Сигнал этого датчика используется ЭБУ для корректировки состава рабочей смеси для поддержания полного сгорания топлива. Этот датчик может носить название лямбда-зонда или кислородного датчика.

М

Молекула

Наименьшая частица вещества, сохраняющая все химические свойства этого вещества. Молекула состоит из атомов одного или нескольких химических элементов.

Н

Надув

Прицудительное нагнетание воздуха или рабочей смеси в цилиндры. Обычно для наддува используется компрессор (постоянный или объемный), который приводит во вращение непосредственно от двигателя (механический надув) или от турбины, использующей остаточную энергию выхлопных газов (турбонаддув).

Непрямой впрыск топлива

Метод подачи топлива в цилиндры двигателя, при котором отмеренное количество топлива впрыскивается не в сам цилиндр, а во входной патрубок цилиндра, где смешивается с воздухом до и в процессе всасывания в цилиндр после структуры впускного клапана. Для прямого впрыска, в отличие от прямого, не требуется высокого давления, поскольку во впускном патрубке давление не выше атмосферного.

О

Октановое число

Мера антидетонационной стойкости топлива. Определяется специальными испытаниями по сравнению с антидетонационной стойкостью изоктана.

Оптимизация

Определение таких значений параметров системы, при которых достигаются наилучшие свойства. Например, оптимизация рабочей смеси - определение таких пропорций топлива и воздуха, при которых достигается максимальная мощность или максимальная экономичность двигателя.

П

Постоянное разрежение

Тип карбюратора, в котором на дроссельной заслонке поддерживается постоянное разрежение. Поступление воздуха связано со скоростью воздушного потока под заслонкой, такой карбюратор обеспечивает постоянную скорость воздушного потока в диффузоре.

Потенциальная энергия

Вид энергии, который определяется высотой положения тела над некоторым уровнем. Определяется как произведение массы тела на его высоту и ускорение свободного падения.

Потенциометр

Резистор, сопротивление которого можно менять (вращать - резистор). Используется в качестве датчика перемещения подвижных деталей.

Прицудительное воспламенение

Тип двигателя внутреннего сгорания, в котором воспламенение топливно-воздушной смеси инициируется прицудительным топливным устройством (обычно искрой от свечи зажигания).

Прямой впрыск топлива

Способ подачи топлива в цилиндр путем прицудительного впрыска определенного его количества непосредственно в цилиндр.

Р

Рабочая смесь

Смесь топлива с воздухом, поступающая в цилиндры двигателя для последующего сгорания.

Распылитель

Трубка, соединенная каналами внутри карбюратора с жиклером, конец которой выводит диффузор, предназначенная для подачи и распыления топлива в поток воздуха, проходящего через диффузор.

Растрб

Оформление входного отверстия карбюратора, обеспечивающее плавный вход воздуха без завихрений.

Резонанс

Физическое явление, при котором частота возбуждения какой-либо колебательной системы совпадает с собственной частотой этой системы. При резонансе многократно растет амплитуда колебательной системы. Резонанс может возникнуть и в любой системе, обладающей массой и упругостью или их эквивалентами (электрические цепи).

Реле

Переключатель, управляемый электрическим током небольшой мощности.

С

Самовоспламенение

Состояние топливно-воздушной смеси, когда она загорается без внешнего инициатора.

Синхронизация карбюраторов

См. Балансировка

Скользящая заслонка

Дроссельная заслонка, скользящая в направлении поперек диффузора, предназначенная для регулирования воздушного потока, поступающего в двигатель. Может выполняться в форме поршня.

Скорость распространения пламени

Скорость, с которой горящий газ поджигает соседние частицы топлива. При нормальном горении пламя имеет фронт, распространяющийся с умеренной скоростью. Иногда скорость распространения пламени называется скоростью распространения фронта пламени.

Скрытая теплота парообразования

Количество тепла, которое необходимо для превращения единицы массы вещества из жидкого в пар.

Смесь

Соединение двух и более веществ, не связанных между собой на молекулярном уровне. Составляющие смеси могут быть физически разделены путем фильтрации, сепарации, дистилляции, выпаривания и иными путями.

Нехимическое число

Масса воздуха, необходимая для теоретически полного сгорания 1 кг топлива.

Т

Температура вспышки

Температура, при которой топливо или его пары воспламеняются при нормальных атмосферных условиях.

Теплотворная способность топлива

Количество тепла, выделяющегося при сгорании 1 кг топлива.

Термический КПД

Работа, произведенная двигателем, отнесенная к энергии сгоревшего в нем топлива.

У

Удельная мощность

Характеристика компактности двигателя. Определяется делением максимальной мощности двигателя на его объем или массу.

Удельный расход топлива

Расход топлива двигателем, отнесенный к его мощности в единицу времени (имеет размерность г/лс.ч. см³ / лс.ч. или см³ / кВт.ч).

Х

Холостый ход

Режим работы двигателя, при котором вся его мощность расходуется только на поддержание его вращении, т.е. на преодоление внутренних сил трения, привод масляного, топливного и водяного насосов, на совершение тактов всасывания, сжатия и выпуска газов. В этом режиме дроссельная заслонка закрыта, в питание двигателя осуществляется от специальной системы холостого хода.

Ц

Цифровой сигнал

Прямой или дискретный или переменный по амплитуде сигнал, в котором носителем информации является частота или число импульсов (в отличие от аналогового сигнала).

Ч

Частота

Число периодических событий, происходящих в единицу времени. Обычно частота измеряется в герцах (Гц). 1 Гц = 1 период в секунду. Например, двигатель, вращающийся со скоростью 3000 об./мин, совершает 3000 оборотов за 60 секунд. Значит его частота в герцах будет 3000 / 60 = 50 Гц.

Э

Энергонезависимая память

Память компьютера, которая сохраняет данные при выключении питания компьютера.

Эффект Холла

Физическое явление, обнаруженное Холлом. Если к пластине полупроводника в одном продольном направлении подвести постоянное напряжение, а в поперечном направлении - магнитный поток переменной плотности, то в другом продольном направлении пластины возникнет переменный электрический ток с частотой, равной частоте изменения магнитного потока. Эффект Холла широко используется для создания датчиков частоты вращения, например, колесного или распределительного вала двигателя.

D, I, R, S

DIN

(Deutsche Institut für Normung) Институт стандартов Германии.

ISO

(International Standard Organisation) Международная организация стандартов.

ROM

(Read Only Memory) Блок памяти компьютера, предназначенный только для чтения, на который нельзя перезаписать без специального оборудования или программы.

SAE

(Society of Automotive Engineers) - общество инженеров - автомобильщиков (США)

Предметный указатель

Примечание: Ссылки в указателе даны по форме: "номер главы" • "номер страницы".

A

Абсолютное давление	3.4
Авиабензин	2.9
Активный радикал	2.13

Б

Балансировка (синхронизация)	13.5
Барометр	3.2
Бедная смесь	2*1,12*3
Бернулли теорема	3*1,11*2
Богатая смесь	2*1,12*3
Бойля закон	3*1

B

Вакуум	3÷4
Вентилятор	10*10
Вентиляция картера	9*10
Влажность	5÷3
Водород	2*2
Воздушная заслонка	4*11
Воздушная камера	1*2, 1*4, 3*9, 9*10, 13*2, 13*4
Воздушный фильтр	9*10, 12*4, 13*6
Воздушный жиклер	4*5, 6*8, 13*3
Воздушный жиклер с электромагнитным управлением	4*10
Впрыск воды	11*11
Впрыск воздуха	
Впрыск топлива	1*2

Карты управления впрыском	5•9, 5•10, 10•13
Программирование	10•8
Теория	5•1
Управление холостым ходом	10•1

Впускной/выпускной тракт переменной конфигурации (изменяемой геометрии) _____	3•5, 9•6, 10•6
Высоты над уровнем моря - поправка _____	6•3
Выхлопная система _____	9•10
Вязкость _____	5•6

「

Главный жиклер	4•5, 6•8, 6•15, 13•3
Глушитель	9•10
Градиент скорости	4•5
Групповой впрыск	5•4, 10•1

Д

Датчик детонации	2*9,5	11
Датчик кислорода (1-я зона)	5*5,5	11,5
Датчик крена	5	12
Датчик напряжения аккумулятора	5	12
Датчик положения дроссельной заслонки	5	10
Датчик скорости двигателя	5	9
Датчик скорости	5	10
Датчик температуры	5	11
Датчик углерода	2	12
Двухтактные двигатели		
Вспрыск топлива		10*13
Смесь	6*16,9	13,12*6
Датчики		2*8
Диафрагма	4	12
Топливной камеры	8	15
Топливного насоса		9*8
Диффузор		4*6
Дроссель	4	11
Дроссельная заслонка		4*2

*

Жиклер	4•5
Жиклер топливный	4•5
Жиклер холодного пуска	4•11
Жиклер холостого хода	4•8

3

Зажигание	
Границы	2•10
Опережение	1•4
Проверка	12•2

И

Игла	4•7,7•77•11
Измерение расхода топлива	6•4
Изооктан	2•3

К

Калорийность	2*5
Карбюратор	
Балансировка (синхронизация)	13*5
Основные установки	6*1
Подогреватель	7*3, 13*2
Обслуживание	1*7
Установка	13*4
Размеры	4*1, 6*2
Теория	4*1
Карбюратор с фиксированными жиклерами	8*10
Карты управления	5*9, 10*13
Катализаторный процесс	2*7
Катализаторный нейтрализатор	5*5, 5*11, 9*12
Компрессия - проверка	12*2
Компрессор Рутс	11*10

Л

Лопастной нагнетатель	11*10
-----------------------	-------

М

Масло	
Для двухтактных двигателей	9*13, 12*6
Насос	6*16
Температура	6*6
Метан	2*2, 2*7
Метанол	2*7, 2*9, 11*12
Модуль ввода-вывода	10*1

Н

Нагнетатели	11*9
Нагнетатель Компресс (волновой нагнетатель)	11*5, 11*6
Надув	11*1
Управление наддувом	5*14
Непрямой впрыск	5*2

О

Обеднение	1*7, 12*9
Обратная связь	5*11
Обходной (шунтирующий) канал	4*6
Объемные нагнетатели	11*9
Озон	2*4
Окислы азота	2*3, 11*13
Остан	2*3
Оксид углерода	2*4, 4*9
Окисловое число	2*9
Осевой компрессор	11*11

П

Парафин	2*2
Паровая пробка	12*3
Переменные фазы газораспределения	3*8, 5*14
Плоский дроссель	4*12
Плотность воздуха	6*3
Подогреватель	13*2
Полновальная камера	4*2, 7*10
Последовательный впрыск	10*1, 5*4
Постоянная скорость воздушного потока	1*6, 4*11
Присадки	2*9
Прокладки	13*4
Промежуточный теплообменник	11*11
Пропан	2*9
Прямой впрыск	5*2, 10*13

Р

Рабочая смесь	2*10
Распределенный впрыск	5*2
Расплавление	1*6
Распылитель	4*10, 6*9, 6*10
Раструб	4*2
Расход воздуха	5*9
Регулятор давления топлива	5*3, 9*4
Резонанс	3*4
Реле	9*4, 9*5
Рециркуляция газов	2*12, 5*14
Ролликовый насос	5*3

С

Самовоспламенение	2*13
Система зажигания	6*14, 12*2
Синхронизация карбюраторов	13*5, 13*6
Синхронный впрыск	5*3, 10*1
Система α-п	5*13
Скрытая теплота	1*5
Смесь топлива с маслом	9*13
Смекты	11*12
Стехиометрическое число	2*7
Сырая нефть	2*1, 2*7, 2*9

Т

Температура воздуха	5*11
Теплота парообразования	2*6
Термический КПД	2*6
Топливный кран с вакуумным приводом	9*2
Топливный фильтр	9*3
Топливные шланги	9*2, 13*2
Топливный насос	5*3, 9*3
Дизагрегатный	8*15, 9*8
Топливная рампа	5*8, 9*4

Топливный бак	9*1
Топливный кран	9*2, 13*2
Точка кипения	3*3
Тросы	9*5
Регулировка	13*5
Турбонагнетатель	11*1, 11*5
Перепуск газов	5*14
Регулирование наддува	5*14
Согласование	11*6
Турбулентность	2*11
Тупо-этил свеча	2*9
Тонкий карбюратор	6*15
Тонкий систем впрыска	5*14

У

Углеводороды	2*1
Удельный расход топлива	2*10
Управление с обратной связью	5*11
Уровень топлива	13*5
Ускорительный насос	4*9, 7*6, 7*10, 8*9
Устройства с вакуумным приводом	9*6

Ф

Форсунка с верхним подводом	5*8, 5*9
Форсунка штифтовая	5*8

Х

Холодный ход	
Регулировка	13*6
Система	4*9
Управление (система впрыска)	5*13, 10*10

Ц

Центральный впрыск	5*3
Центробежный компрессор	11*11
Центральный процессор	5*3, 5*9, 10*1
Цикл Миллера	11*4
Цифровое управление зажиганием	1*4

Ч

Частичная нагрузка	6*10
--------------------	------

Ш

Шерля закон	3*1
Шланги	9*2, 13*2

Щ

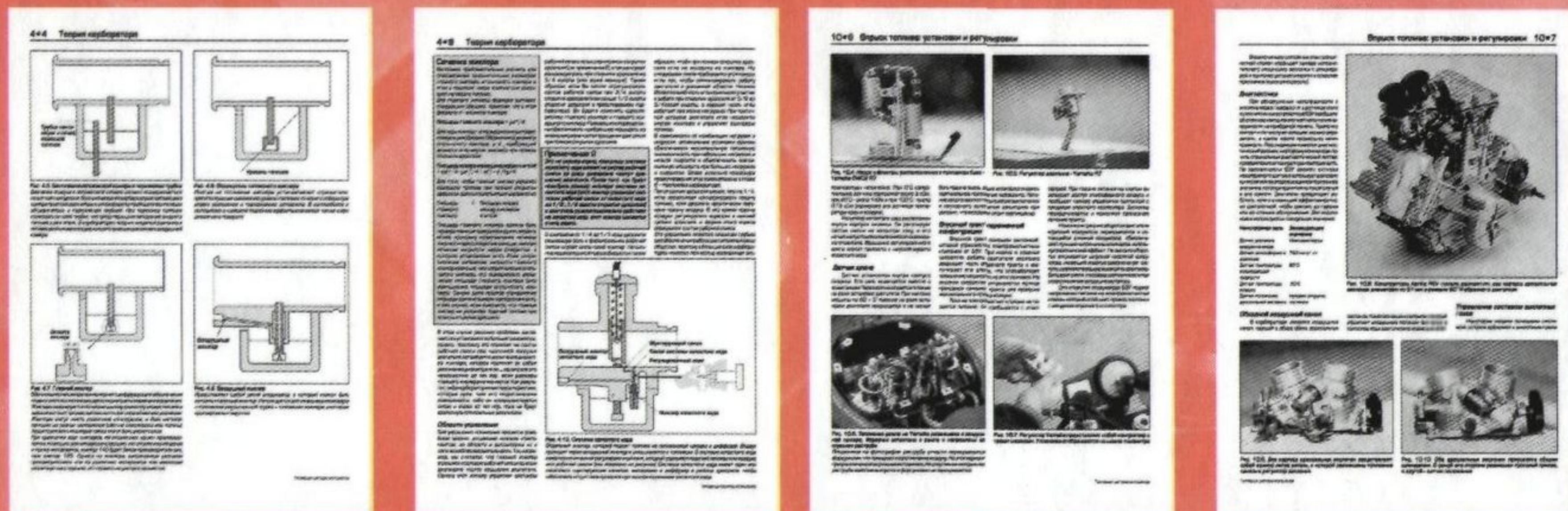
Щелевой клапан	9*9
----------------	-----

Э

Электромагнитный клапан	6*12, 9*6
Эмulsionная трубка	4*4, 7*10
Этанол	11*12

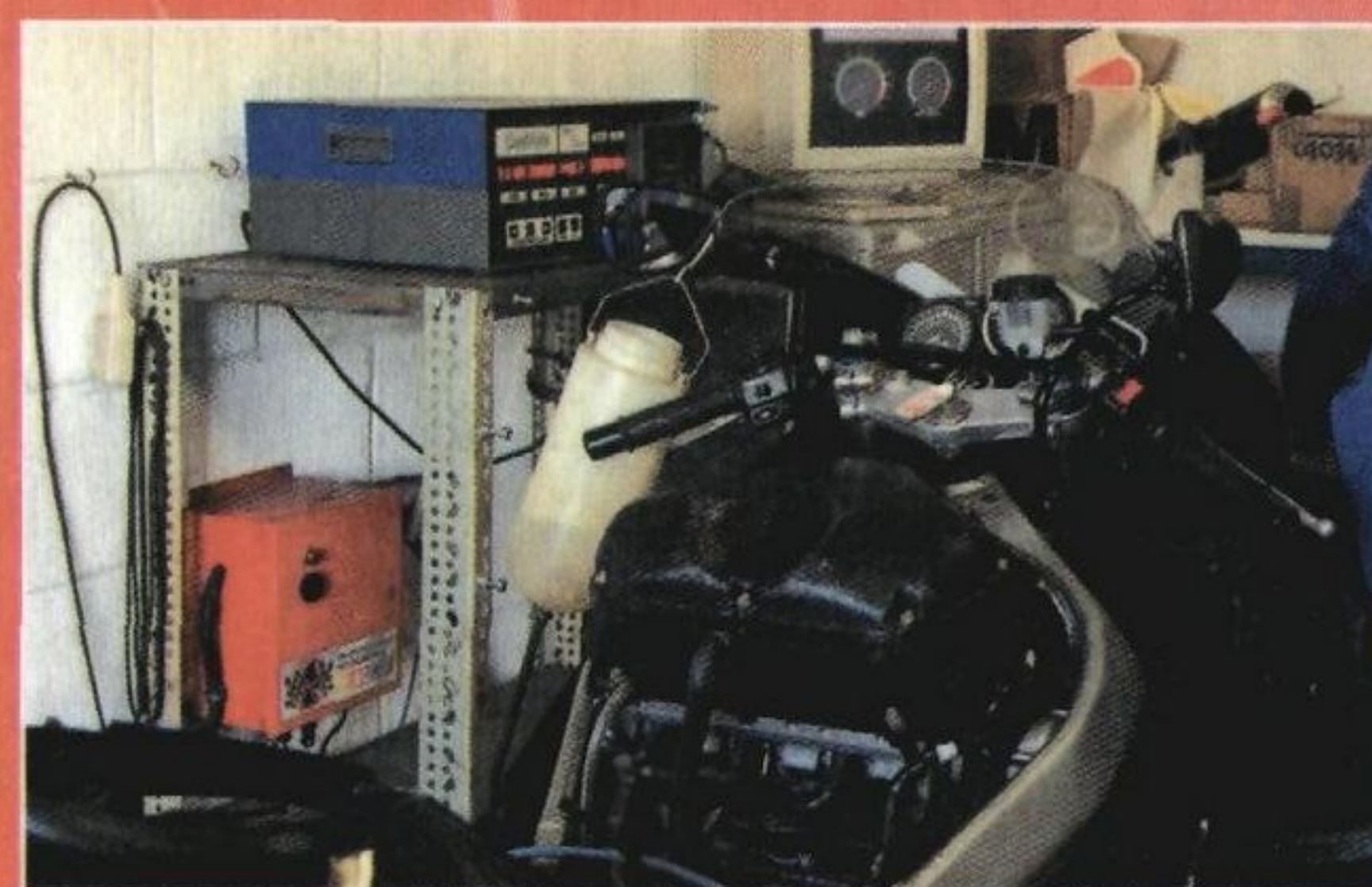
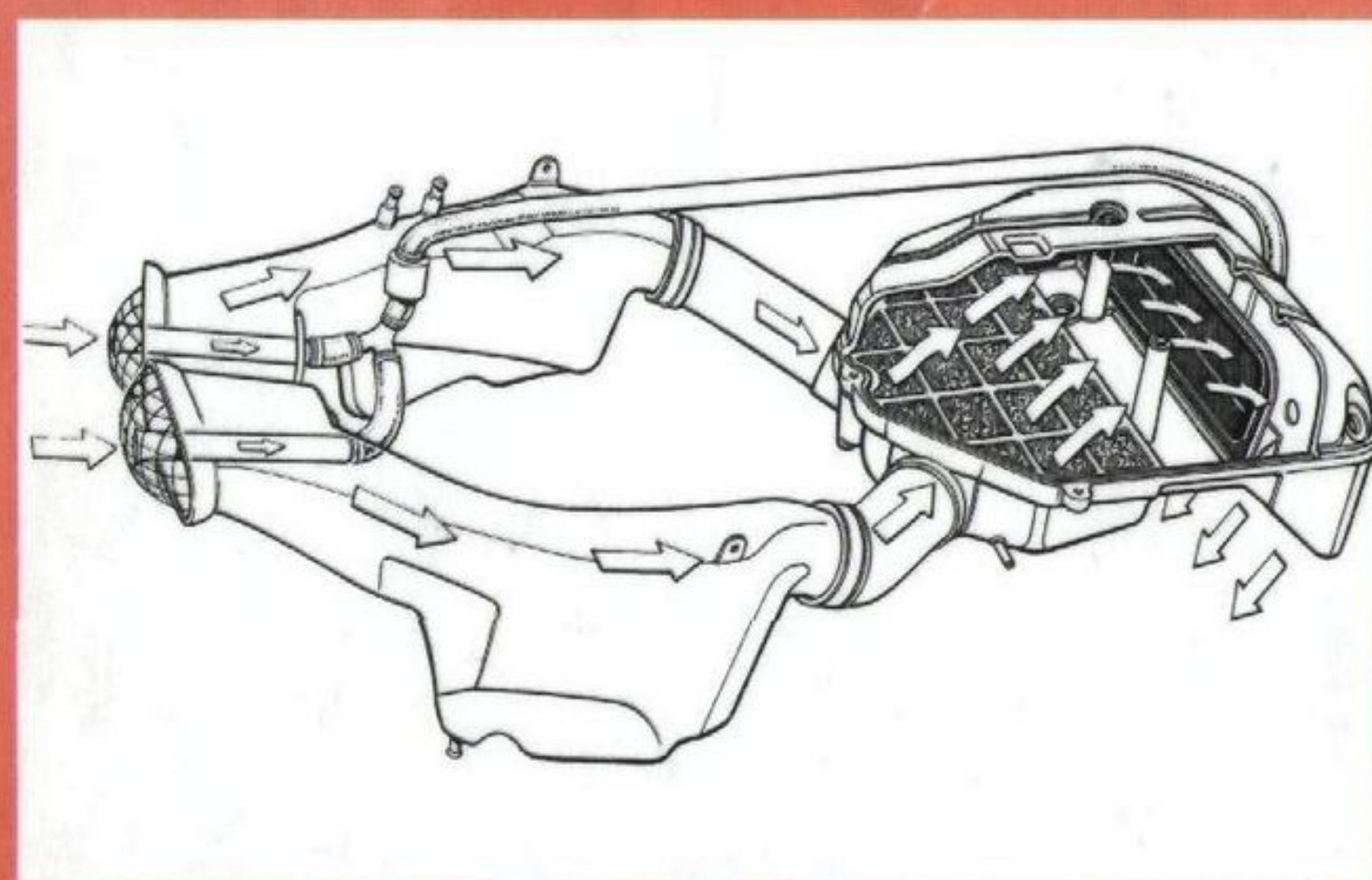
ТОПЛИВНЫЕ СИСТЕМЫ МОТОЦИКЛОВ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ



Пошаговые инструкции иллюстрированы фотографиями и рисунками

Пошаговые иллюстрации в максимально доступной форме покажут, как выполнить ту или иную работу



В этом руководстве:

- Течение газов
- Химический состав топлива и продуктов его горения
- Устройство и ремонт карбюраторов
- Теория впрыска топлива, регулировки и установки
- Топливные насосы, датчики, каталитические преобразователи

- Системы впуска и выпуска
- Изменяемая геометрия
- Системы турбонаддува
- Нетрадиционные виды топлива
- Поиск неисправностей
- Проверки и регулировки
- Словарь технических терминов
- Предметный указатель

**АЛФА
МЕР**

Оптовая
и розничная
продажа:

ЗАО "Алфамер Паблшинг"
Россия, 193036 С.-Петербург
Лиговский проспект, дом 33
Т/Ф: (812) 275-33-27
(095) 286-48-27
alfamer@alfamer.ru
www.alfamer.ru

**В продаже также имеются следующие книги
технической серии издательства Haynes:**

Автомобильные кузова: руководство по ремонту
Автомобильные кондиционеры: руководство
Дизельные двигатели: руководство по обслуживанию
Карбюраторы. Руководство по эксплуатации и ремонту
Электрооборудование автомобилей: руководство
Системы управления и впрыск топлива: руководство
Диагностика двигателя и кодам неисправности: руководство

ISBN 5-93392-061-4

