

ГОНОЧНЫЙ АВТОМОБИЛЬ:

на пределе возможностей

(Продолжение. Начало в №№ 5-6, 2000)

Александр ХРУЛЕВ
кандидат технических наук,
директор фирмы
«АБ-Инжиниринг»

В предыдущих публикациях мы рассмотрели особенности конструкции шатунно-поршневой группы, газораспределительного механизма, систем охлаждения и смазки спортивных двигателей. Но наш разговор об этих двигателях будет неполным, если мы не расскажем о системах подачи топлива, зажигания и выпуска отработанных газов.



В конструкции современного спортивного двигателя все подчинено одной задаче — повысить его мощность. Кажется, что разработчики сумели «вылизать» все системы двигателя до предела — ни убавить, ни добавить.

Повышенная до предела степень сжатия, уменьшенная масса движущихся деталей, «широкие» фазы газораспределения, увеличенное сечение проходных каналов — вот, что такое форсированный спортивный двигатель.

Однако нет предела совершенству, резервы есть всегда, главное — суметь реализовать их на соревнованиях в полной мере.



Прямые впускные каналы — обычное решение для гоночного двигателя. Карбюраторная система подачи топлива проста и надежна, но не очень точна.

Впускная система...

спортивного мотора должна обеспечить наполнение цилиндров максимально возможным количеством топливоздушной смеси. Очевидно, что чем больше ее поступает в цилиндры, тем больше при сгорании выделяется тепла и тем выше мощность двигателя.

На первый взгляд все просто — необходимо увеличить проходные сечения впускной системы. Но простое решение не всегда самое лучшее. Слишком сложные процессы происходят при движении смеси во впускном коллекторе. Движение заряда топлива в воздушной смеси в каналах происходит в виде волн давления и разрежения, совпадающих с фазами открытия впускных клапанов, а в силу инерционности самого заряда его волновые колебания продолжаются и при закрытых клапанах.

При определенных соотношениях длины и диаметра впускного канала можно обеспечить дозарядку цилиндра — так называемый динамический наддув (не путать с наддувом от скоростного напора воздуха при движении автомобиля). Смысл этого явления лучше пояснить на примере. Увеличение продолжительности фазы впуска (времени нахождения впускного клапана в открытом состоянии) может как ухудшить, так и улучшить наполнение цилиндра смесью. Наличие зоны разреже-

ния в волне заряда смеси при слишком позднем закрытии впускного клапана на такте сжатия может привести к вытеснению из цилиндра поступившей туда смеси, уменьшению наполнения, падению компрессии и мощности. Чтобы этого не случилось, необходимо обеспечить возле клапана до его закрытия зону давления в заряде смеси — тогда процесс впуска будет продолжаться даже при повышении давления в цилиндре.

Согласование фазы впуска с параметрами впускной системы — дело непростое. Так, впускной канал определенной длины и диаметра задаст в нем определенную частоту собственных колебаний заряда смеси, тем большую, чем меньше его длина. Двигатель гоночного автомобиля должен работать пусть в узком, но все же определенном диапазоне частоты вращения (от 4500-5000 до 8500-9500 об/мин). Настроив впуск на максимальные обороты и мощность, недоберем крутящий момент «внизу». И, наоборот, повышая тяговые характеристики на средних частотах вращения, можно легко «потерять» максимальные режимы.

Ситуация схожа с обычными автомобильными моторами, где требуется компромиссное решение, при котором настройка впуска выполняется на режимы средних частот вращения. Но в спорте максимальная мощность важнее, а недостаток



крутящего момента на низких частотах можно несколько компенсировать — например, подбором пар шестерен в коробке передач.

Как же должна выглядеть впускная система, соответствующая этим требованиям? Посмотрите на фотографии — привычный нам коллектор отсутствует. Зато имеются отдельные впускные каналы для каждого цилиндра и конические входные патрубки, благодаря которым в заряде топливовоздушной смеси, поступающей в канал, возникают и усиливаются волны давления и разрежения. Другая характерная особенность впускных систем двигателей для кольцевых гонок — отсутствие воздушного фильтра. Как показывает практика, любой тип фильтра «душит» мотор, особенно на высоких частотах вращения. В обычной дорожной жизни двигатель без воздушного фильтра едва ли пройдет 1000 км до полного износа поршневой группы — пыль сделает свое грязное дело. В гонках большой срок службы двигателя и не требуется — от силы один сезон. А за это время износы деталей не всегда достигают критических.

Выпускная система...

предназначенная наилучшим образом очистить цилиндры от выхлопных газов, также таит значительный резерв увеличения мощности спортивного двигателя.

Самой простой системой выпуска является труба определенной длины и диаметра. Ее основное преимущество — низкое сопротивление потоку выхлопных газов. Но этого для спортивного двигателя недостаточно.

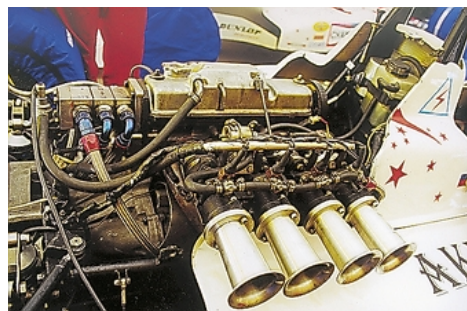
Как известно, большую часть фазы выпуска занимает процесс вытеснения поршнем, движущимся вверх, газов из цилиндров. В таком случае наличие разрежения у выпускного клапана позволяет быстрее очистить цилиндр, снизить в нем давление и, соответственно, уменьшить потери мощности.

Спортивный двигатель по сравнению со стандартным имеет увеличенные фазы впуска и выпуска. На некоторых режимах работы двигателя часть свежей топливной смеси, поступившей в цилиндр, вытесняя остаточные газы, может вылетать в выпускную систему. Поэтому еще одно назначение выхлопной системы состоит в том, чтобы вернуть свежую смесь из выхлопной трубы обратно в цилиндр.

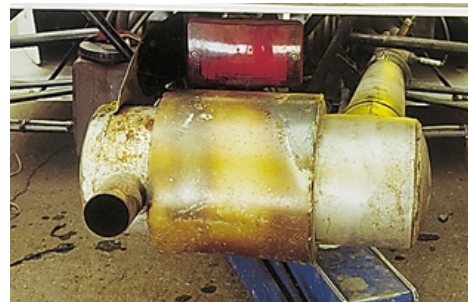
Такие эффекты возможны, если в трубе возникнут колебания газов с частотой, соответствующей частоте вращения коленвала. Другими словами, при определенной длине и сечении выхлопной трубы, частота вращения коленвала совпадает с частотой собственных колебаний газов в трубе, а выигрыш в мощности может превысить 10-15 л.с.

Конструктивно система выпуска спортивных двигателей состоит из двух частей: приемных труб одинаковой длины от каждого цилиндра и собственно резонансной трубы. Выхлопной коллектор традиционного типа здесь не подходит, так как каналы от цилиндров имеют разную длину. Чтобы настроить выхлопную систему, требуется соблюдать правило равной длины каналов, а это приводит к довольно сложной форме труб.

Подобные выхлопные системы спортивных двигателей применялись достаточно широко до самого последнего времени, пока на некоторых соревнованиях не ввели контроль шума выхлопа. Естественно, труба с ее уровнем шума свыше 120 дБ нынешним требованиям никак не удовлетворяет. И теперь на двигателях гоночных автомобилей стали устанавливать глушители особой конструкции.



Впрыск топлива в последние годы постепенно вытесняет карбюраторы с кольцевых трасс.



Выпускная система гоночных двигателей теперь не обходится без глушителя.

Правильно сконструированный глушитель для спортивного двигателя снижает шум на низких и средних частотах вращения до 5000 об/мин (именно на этих оборотах контролируют шум), а на высоких практически не препятствует свободному прохождению выхлопных газов.

Системы топливодозирования

До недавнего времени спортивные двигатели оснащались исключительно карбюраторами. Для прямых впускных каналов идеально подходят сдвоенные горизонтальные карбюраторы *Weber*. Фактически один такой карбюратор — это два, но с общей поплавковой камерой. На двигатель обычно устанавливают два подобных устройства.

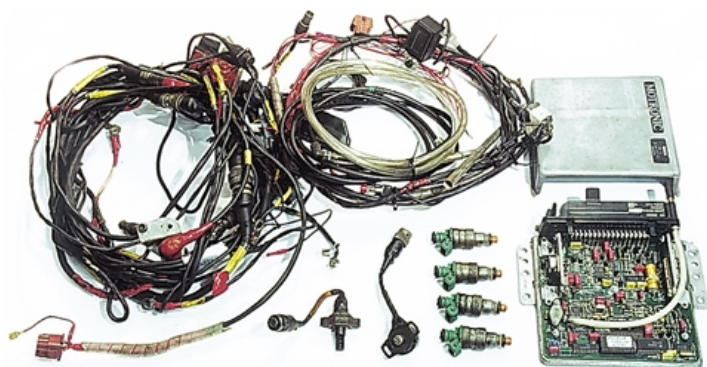
Неоспоримое преимущество карбюраторов — в их простоте, надежности и сравнительно низкой цене. Однако весьма серьезны и недостатки: сложность настройки в широком диапазоне режимов, необходимость синхронизации работы фактически сразу четырех карбюраторов, чувствительность к внешним условиям (температура, давление, влажность). Именно это и обусловило в последние годы переход на электронные системы подачи топлива.



Сложное переплетение приемных труб — не прихоть конструкторов. Без него выпускную систему не настроить.

Электронные системы, применяемые в спорте, в общих чертах сохраняют те же принципы, что и их дорожные аналоги. Хотя есть и несколько существенных отличий, характерных именно для спорта. Например, в большинстве систем не используется датчик расхода воздуха. Что совершенно естественно, поскольку практически все типы датчиков расхода создают на входе дополнительное сопротивление.

Не применяются и датчики абсолютного давления во впускном коллекторе (*MAP*) — ведь колле-



Основные компоненты электронной системы управления спортивным двигателем похожи на обычные, но разница — в программе регулирования.

ктора у спортивного мотора нет. Вследствие этого определение расхода воздуха для последующего дозирования топлива в спортивных системах возможно только косвенно по двум параметрам — частоте вращения и углу открытия дроссельной заслонки. Подобные системы в обычных автомобилях практически не встречаются.

Еще одно отличие — настройка контура обратной связи. Многие спортивные системы управления двигателем используют кислородный датчик. Но при этом обратная связь обеспечивает строгое поддержание не стехиометрического состава смеси ($\lambda=1$), а мощностного, при котором $\lambda=0,85\div 0,9$. Вот почему «спортивный» кислородный датчик имеет достаточно пологую, а не релейную, характеристику (см. «АБС-авто», № 7, 2000).

Однако главное отличие спортивной системы управления, по нашему мнению, заключено в следующем. В то время как многие шоссейные системы не допускают перепрограммирования (либо поддаются ему с трудом), то спортивная система легко перенастраивается под внешние условия, конструктивные особенности установленного на автомобиль двигателя (а таких сменных двигателей может быть несколько), и т.д. Перепрограммирование выполняется с помощью персонального компьютера («ноутбука»).

Некоторые отличия имеются и в схеме подачи топлива. В некоторых системах задействованы по две форсунки на цилиндр — если частота вра-



В этом двигателе VW для кольцевых гонок распределитель зажигания перенесен со штатного места на блоке (место А) на головку блока и не имеет центробежного и вакуумного автоматов.

чественном автоспорте распространения.

Системы зажигания

Очевидно, при высоких частотах вращения надежное искрообразование обеспечивают только электронные системы зажигания. В целом спортивная система зажигания похожа на обычную, с той лишь разницей, что для работы в сравнительно узком диапазоне режимов не требуется значительного изменения угла опережения зажигания. Более того, на высоких частотах вращения даже при большой степени сжатия не возникает опасная для двигателя детонация. В связи с этим разного рода механические центробежные и вакуумные автоматы, к примеру, для кольцевых гонок обычно не применяются.

Если на двигателе используется карбюратор, то чаще всего устанавливается фиксированный ($36^\circ\text{--}45^\circ$) угол опережения для всех режимов работы двигателя. Комплексные электронные системы управления двигателем позволяют регулировать и угол опережения зажигания, причем алгоритм его изменения в зависимости от режима работы двигателя или внешних условий может быть задан с помощью персонального компьютера.

Особого внимания требуют свечи зажигания. Высокая степень сжатия диктует необходимость применения

очень холодных свечей (калильное число 2-3 по классификации Bosch), специально предназначенных для спорта. Чтобы такие свечи заработали нормально и быстро не вышли из строя, двигатель перед их установкой прогревается с использованием более горячих свечей.

Существуют также и спортивные карбюраторы с электронным управлением, но в отече-

они не получили распространения.

Существуют также и спортивные карбюраторы с электронным управлением, но в отечественном автоспорте они не получили распространения.

Редакция благодарит спортивную команду «Дельта-Моторспорт» за помощь в подготовке материала.

Справка «АБС-авто». Получить консультацию по конструкции спортивных двигателей, заказать необходимые детали и работы можно на фирме «АБ-Инжиниринг», тел.: (095) 488-77-92, и на «АБС-сервисе»Б тел. (095) 945-7440.

