

Будем форсировать?

Александр ХРУЛЕВ
кандидат технических наук

Автомобильный двигатель на вашей машине... Его не случайно сделали таким, какой он есть. Ведь, по замыслу создателей, двигатель должен точно соответствовать назначению автомобиля, что вполне логично. Как и приведенные в соответствие расход топлива и токсичность выхлопа. Правда, далеко не все водители довольны мощностными показателями своих моторов. «Какая мощность двигателя вас бы устроила?», — спросили мы одного из них. «Достаточная!», — был ответ...



Другое дело — гоночный автомобиль. Здесь все подчинено одной задаче: выжать из двигателя максимум всего, на что он способен, при этом расход топлива и токсичность выхлопных газов во внимание обычно не принимаются. И чем мощнее мотор, тем для гоночного автомобиля лучше. Помните, еще в 80-х годах мощность двигателя автомобиля «Формулы-1» объемом всего 1,5 л превышала 1000 л.с., — а это в 10(!) раз больше, чем у аналогичных по объему двигателей серийных легковых автомобилей тех же лет.

Нужен ли подобный мотор-монстр на обычной машине? Конечно, нет, ведь шоссе — это не гоночная трасса, и вряд ли даже спортивный стиль езды потребует здесь более 25-30% такой невероятной мощности.

Тем не менее, моторы со спортивным «характером» выпускаются. Сравните: мощность двигателя нашего ВАЗ-2106 составляет 80 л.с., а у некоторых модификаций моторов Honda при том же объеме — более 160 л.с.! Значит, в любителях прокатиться «с ветерком» недостатка нет. Плохо это, хорошо — не нам судить. Но то, что для спортивного стиля езды нужен мощный мотор, сомнения не вызывает.

Вопрос в другом — где его взять, этот мощный мотор, если под капотом самый обыкновенный? Конечно, можно купить иномарку с двигателем сил, этак, в двести-триста. Но, к сожалению, даже в весьма подержанном состоянии такая машина недешева, а затраты на ее эксплуатацию через год-другой вполне могут

превысить стоимость самой покупки. Перспектива грустная, ведь как не хочется отказываться от мечты...

Выход все-таки есть. Рядовой двигатель штатного автомобиля можно форсировать, т.е. заметно повысить его мощность. Для этого требуются желание, время и, разумеется, знание технической стороны вопроса.

Немного теории

Как в любом серьезном деле (а двигатель и все, что с ним связано, — дело, как известно, очень и очень непростое), начать лучше с теории, которая гласит, что мощность любого двигателя внутреннего сгорания (ДВС) прямо пропорциональна рабочему объему, частоте вращения и так называемому среднеэффективному давлению (что это такое, покажем ниже). Для четырехтактного двигателя мощность N_e (в лошадиных силах) выражается формулой:

$$N_e = 0,0011 i \cdot V_H \cdot P_e \cdot n, \quad (1)$$

где i — число цилиндров; V_H — рабочий объем одного цилиндра, л; P_e — среднеэффективное давление, кг/см²; n — частота вращения, об/мин.

Разобравшись в формуле, нетрудно сообразить, что увеличением любого из перечисленных параметров (или всех сразу) и будет достигнуто повышение мощности двигателя или, другими словами, его форсирование.

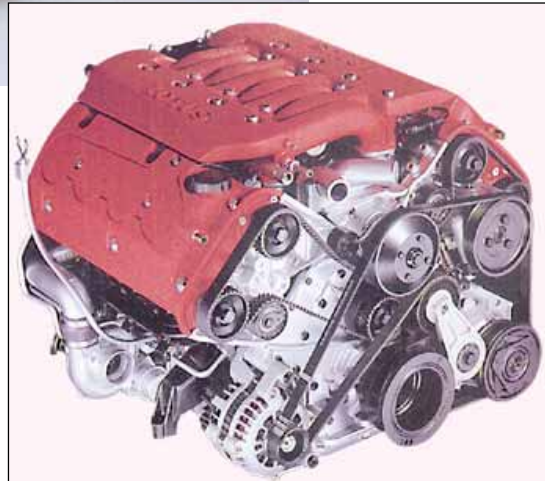
Что касается объема цилиндров, то здесь картина ясна — чем он больше, тем «лучше». Оперировать частотой вращения уже слож-



нее: мощность увеличится при ее повышении, но как поднять частоту, если, к примеру, двигатель больше, чем до 6000 об/мин, не «раскручивается»? А давление P_e ? С чем его «едят»? Как увеличить? А раз вопросы возникли, рассмотрим тему подробнее.

Для начала представим весь рабочий цикл двигателя в следующем графическом виде: по горизонтальной оси будем откладывать текущий объем цилиндра, соответствующий поло-

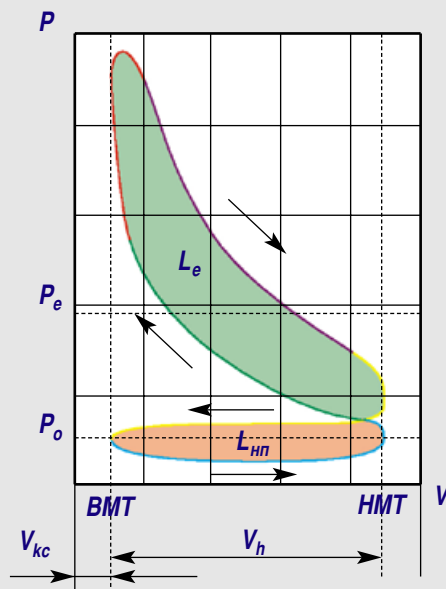
жению поршня при его движении от верхней мертвой точки к нижней и обратно. Очевидно, текущий объем будет изменяться — от объема камеры сгорания V_{kc} в



Для повышения P_e можно увеличить наполнение цилиндров топливовоздушной смесью и улучшить очистку от выхлопных газов. Но тогда потребуются увеличить диаметры каналов и тарелок клапанов, что само по себе — довольно трудоемкое дело.

Можно пойти другим путем — повлиять на сгорание топлива. В частности, более точное дозирование бензина, а также его равномерное распределение по цилиндрам заметно поднимают мощность двигателя. Добиться этого можно, если вместо

карбюратора поставить систему впрыска топлива. Правда, в этом случае важно обеспечить «правильный» алгоритм управления, чтобы система должным образом обогащала топливовоздушную смесь тогда, когда от двигателя требуется максимальная мощность. Современные же системы



Индикаторная диаграмма четырехтактного ДВС:
 P_e — среднее эффективное давление; P_0 — давление окружающей среды; V_{kc} , V_h — объем камеры сгорания и рабочий объем цилиндра; L_e — полезная работа цикла; $L_{пп}$ — работа насосных потерь.

- впуск;
- сжатие;
- сгорание;
- рабочий ход;
- выпуск.

верхней мертвой точки до полного объема цилиндра $V_{kc} + V_h$ в нижней. По вертикальной оси отложим давление в цилиндре P при данном положении поршня. В результате получится так называемая индикаторная диаграмма ДВС, показывающая зависимость давления в цилиндре от текущего объема цилиндра. Так вот, площадь под этой кривой есть не что иное, как работа цикла, пропорциональная мощности. Если учесть потери на трение деталей и привод агрегатов, то среднее эффективное давление составит:

$$P_e = 0,1 \frac{L_e}{V_h}, \quad (2)$$

где L_e — полезная работа цикла (вся работа цикла за минусом потерь), Дж.

Что влияет на V_h ? Этих факторов несколько. Например, степень сжатия. Чем она выше, тем лучше для нашей цели, ведь давление в цилиндре при сгорании растет. Но реально степень сжатия сильно повысить нельзя — возникнет детонация, от которой не спасет даже дорогой высокооктановый бензин.

управления двигателем, как правило, в первую очередь нацелены на уменьшение расхода топлива и токсичности выхлопных газов. Поэтому для получения от двигателя максимальной мощности требуется определенное изменение (тюнинг) системы управления — иначе нужного результата не добиться.

Существует еще один способ — изменить фазы газораспределения. К примеру, поставить другой распределительный вал, обеспечивающий большую продолжительность тактов впуска и выпуска. Кстати, этот путь не столько увеличивает давление P_e , сколько позволяет поднять максимальную частоту вращения (почему, мы объясним ниже), а значит, и максимальную мощность.

На величину давления P_e влияют и некоторые другие «мелочи». Например, более короткие и легкие поршни, а также тонкие поршневые кольца позволяют уменьшить потери на трение. Если на малых частотах вращения большого эффекта это не даст, то на больших прибавка к мощности будет ощутимой. Применяют также специальную «настройку» впускного и выпускного каналов. Длину впускного канала можно подобрать так, что возникнет динамический наддув за счет интенсивных колебаний воздуха в канале, увеличивающий наполнение цилиндра. А «настройка» выпускного канала улучшит очистку цилиндра от выхлопных газов, оставшихся в цилиндре в конце такта выпуска.

Но самым кардинальным способом повышения P_e является использование наддува. Прав-

да, просто установить на двигатель, например, турбокомпрессор, нельзя — обязательно возникнет детонация. Да и многие детали, включая поршни, кольца и клапаны, могут не выдержать повышения нагрузок и температур. Поэтому применение наддува всегда сопряжено со значительными изменениями в конструкции двигателя.

Как видим, путей повышения максимальной мощности двигателя много. Но все они достаточно сложны, чтобы можно было так запросто ими воспользоваться. А потом, так ли важно стремиться к повышению максимальной мощности? Ведь она реализуется только на максимальной (или близкой к ней) частоте вращения. Часто ли такие режимы встречаются, даже если использовать спортивный стиль езды? Пожалуй, только при движении с максимальной скоростью. Но в городе это нереально. За городом при нынешнем состоянии дорог мало где и когда удастся без реальной угрозы для безопасности достигнуть хотя бы 150 км/час, да и ограничения скорости существуют повсюду.

Какой двигатель лучше

Оказывается, при эксплуатации автомобиля в самых обычных условиях наших улиц и дорог более важна и наглядна вовсе не мощность как таковая (какая разница, сколько в данный момент «выдает» мотор — 80 или 180 л.с.), а динамика разгона автомобиля. Что это такое, становится понятным, если сравнить, например, ощущения водителя в автомобиле, который разгоняется до 100 км/ч за 20-25 сек., и в том, который делает это за 8-10 секунд. В первом случае всегда возникает мысль, что с двигателем не все в порядке. Во втором — водителя вдавливает в спинку сиденья, а автомобиль в управлении воспринимается очень динамичным и маневренным. Именно эти качества важнее всего.

Динамику разгона автомобиля определяет крутящий момент двигателя — чем он выше, тем быстрее разгон. Крутящий момент (M_e) связан с мощностью простой зависимостью

$$M_e = 716 \frac{N_e}{n} \quad (3)$$

Подставив сюда выражение для мощности, получим:

$$M_e = 0,796 \cdot i \cdot V_h \cdot P_e \quad (4)$$

Из чего следует, что крутящий момент напрямую от частоты вращения не зависит. Но косвенная зависимость все равно существует: вследствие изменения P_e по частоте вращения крутящий момент меняется, и в области средних частот вращения обычно имеет максимум.

Зависимость крутящего момента и мощности от частоты вращения при полностью открытой дроссельной заслонке называют внешней скоростной характеристикой двигателя. Она многое может рассказать о характере мотора.

Например, сравним два двигателя: один — обычный, типа нашего «ВАЗовского», другой — форсированный, при том же рабочем объеме имеющий вдвое большую максимальную мощность. Различия легко увидеть на скоростной характеристике: несмотря на значительно большую максимальную мощность, второй двигатель на малых и средних частотах вращения проигрывает и в мощности, и в крутящем моменте первому, слабосильному. Значит, чтобы реализовать преимущество в мощности, такой форсированный мотор придется эксплуатировать только на высоких оборотах.

Нетрудно представить, как это будет выглядеть на практике: чтобы быстро тронуться с места, придется предварительно надавить на «газ» и вывести двигатель на повышенные частоты вращения. Для городской езды такой режим эксплуатации неудобен, да и сцепление долго не протянет.

Почему так получается? Причин много, но выделим главную — наполнение цилиндров смесью меняется при изменении частоты вращения. У обычного мотора фазы газораспределения, в том числе и продолжительность впуска, выбирают такими, чтобы на средних, наиболее часто используемых, частотах вращения наполнение цилиндров было максимальным. Тогда при уменьшении частоты вращения фазы окажутся слишком «широкими», а при ее увеличении — слишком «узкими», из-за чего в обоих случаях крутящий момент будет уменьшаться (более подробно см. «АБС-авто», 1998, № 12). Тем не менее, подобный компромисс дает приемлемые для обычного автомобиля динамику и максимальную скорость.

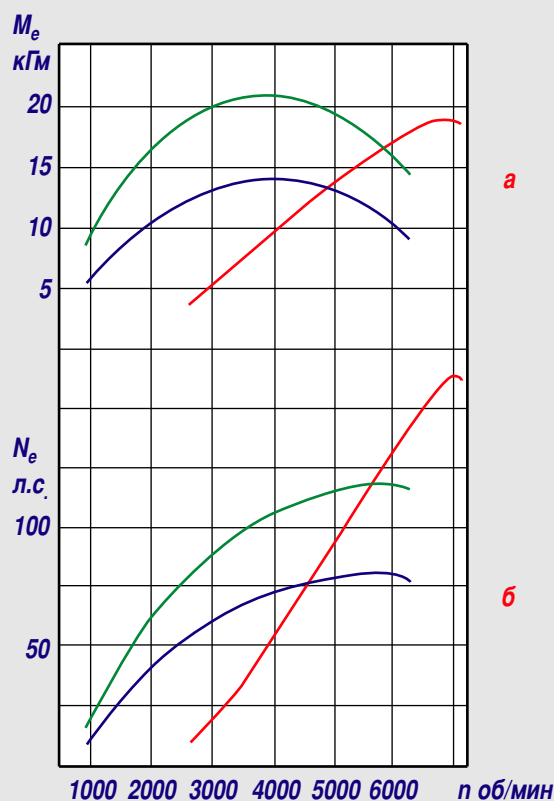
Другое дело — спортивный форсированный мотор. Его фазы газораспределения слишком «широкие», иначе на больших частотах вращения не получить максимума крутящего момента и мощности, да и не раскрутить без этого двигатель, к примеру, до 7000-8000 об/мин. Но тогда большие потери на низких частотах вращения неизбежны. Они возникают, в основном, за счет заброса выхлопных газов во впускной коллектор. Рабочий диапазон частоты вращения у такого мотора оказывается слиш-

ком узким, и реализовать его можно только за счет увеличения числа передач. Для гоночной трассы это нормально, а для города — неприемлемо.

Как форсировать двигатель?

В принципе можно было бы, по примеру той же Honda, изменять фазы газораспределения в зависимости от частоты вращения. Но практически это нереально — слишком сложен механизм регулирования фаз. Поэтому для двигателя обычного автомобиля нужны другие способы форсирования.

Посмотрим еще раз на формулу (4) крутящего момента: в ней присутствует рабочий объем двигателя. А если попытаться увеличить именно его? Городское шоссе — не спортивная трасса, на нем нет классификации автомобилей по рабочему объему. Поставим тогда рядом с указанными выше моторами третий, самый обычный, но с увеличенным раза в полтора объемом. Видите, что получилось? Максимальная мощность возросла, но осталась в целом заметно меньше, чем у спортивного мотора. Зато крутящий момент намного



Внешние скоростные характеристики двигателей (при полностью открытой дроссельной заслонке):
а) изменение крутящего момента по частоте вращения;

б) изменение мощности по частоте вращения;
 — стандартный двигатель 1.5 л;
 — двигатель с увеличенным до 2.2 л объемом;
 — форсированный двигатель 1.5 л.

повысился почти во всем рабочем диапазоне частот вращения. А значит, и динамика разгона автомобиля стала лучше.

Но это не все. Двигатель с увеличенным рабочим объемом оказывается очень «эластичным». При спокойной езде одной пятой передачи вполне достаточно для движения на всех скоростях, начиная буквально с 40 км/час. При этом двигатель использует свои возможности не полностью, частота вращения коленвала у него в среднем меньше, чем у стандартного мотора, не говоря уже о спортивном. А значит, его ресурс будет гораздо больше.

Конечно, технически повысить в полтора раза рабочий объем, сохранив блок цилиндров неизменным, не получится. Более реально повышение объема на 10-20%, для чего достаточно расточить «родные» цилиндры

под поршни большего диаметра и установить коленчатый вал с увеличенным радиусом кривошипа. Если же к перечисленным работам добавить доводку впускных каналов, седел клапанов и камер сгорания, несколько увеличить степень сжатия, позаниматься с системой управления, выполнить ряд других работ, то поднять крутящий момент и максимальную мощность можно уже на 35-40%. А установив другой распределительный вал с чуть более широкими фазами, удастся сохранить динамику на малых и средних частотах вращения, и значительно, уже на 40-50%, увеличить крутящий момент и мощность на больших частотах.

Напротив, распределительный вал с более «острыми» кулачками еще более повысит крутящий момент на низких частотах. Тогда, «топ-

нув» по педали газа, легко заставить колеса буксовать и на сухом асфальте, причем не только на первой передаче. Весь вопрос лишь в том, что конкретно мы хотим получить от двигателя.

Конечно, все эти переделки не пройдут даром, особенно пострадает экономичность двигателя. Но ведь мощность требует жертв, не так ли? О том, как практически сделать двигатель мощнее, читайте в наших следующих публикациях.



Справка «АБС-авто»: форсировать двигатель любого автомобиля можно на «АБС-сервисе», тел.: 945-74-40.

Юрий ПРОБАТОВ
старший мастер моторного
участка «АБС-сервиса»,
Александр ХРУЛЕВ
кандидат технических наук

(Продолжение)

БУДЕМ ФОРСИРОВАТЬ?

В прошлом номере журнала («АБС-авто», 1999, № 7) мы рассмотрели основные принципы форсирования двигателей и показали в общих чертах, какими способами можно добиться повышения крутящего момента и мощности двигателя, а также динамики разгона автомобиля. Сегодня речь пойдет об одном из таких способов, связанных с доработкой системы питания и топливодозирования.

Подавляющее большинство отечественных машин оснащены карбюраторными системами питания. А карбюратор, как известно, не лишен недостатков. Среди них в первую очередь отметим неравномерность распределения топлива по цилиндрам и практическую невозможность приготовить топливовоздушную смесь нужного состава во всем диапазоне режимов работы двигателя. Особенно часто наблюдается последнее, что и неудивительно. Ведь любой карбюратор имеет несколько ступеней приготовления топливовоздушной смеси. И если нажатием на педаль газа постепенно увеличивать частоту вращения, например, от холостого хода (750-950 об/мин) и далее к повышенным оборотам (1100-2000 об/мин), средним (2500-3500 об/мин) и высоким (4000-6000 об/мин), то в карбюраторе последовательно будут задействоваться или, наоборот, отключаться различные дозирующие системы (ступени). При переходе от одной ступени к другой нередко и происходят «провалы» мощности двигателя из-за чрезмерного обеднения или обогащения смеси.

Конечно, можно попытаться отрегулировать карбюратор так, чтобы на всех режимах работы мотора карбюратор выдавал то, что от него требуется. Но давайте вспомним, что у большинства карбюраторов лишь два винта — «качества» и «количества», влияющих, в основном, лишь на холостой ход и



режим повышенных оборотов. Вот и получается, что регулировка карбюратора на других режимах становится очень сложным и трудоемким делом, в котором без подбора сечений различных жиклеров, газоанализа выхлопных газов, множества испытаний уже ничего не добиться. И далеко не каждый механик сможет даже незначительно улучшить работу карбюратора, к примеру, на средних и высоких частотах вращения и нагрузках.

Но это только одна из проблем. Другой недостаток карбюраторных систем связан со впускным коллектором. Поступая в коллектор, топливовоздушная смесь должна равномерно и одинаково распределяться по цилиндрам, а этого, как правило, и не происходит. Часто эффект неравномерной подачи смеси связан с производственными или даже конструктивными недостатками.

В качестве примера рассмотрим хорошо знакомый многим автолюбителям впускной коллектор автомобилей ВАЗ. Недостаток первый: разная длина впускных каналов. Подобная конструкция сразу приводит к неодинаковому наполнению цилиндров смесью, а значит, к дополнительным потерям мощности. Недостаток второй: неудачное расположение камер карбюратора. Так, на режимах от холостого хода до средних оборотов и нагрузок в 1-й и 4-й цилиндры поступает смесь, более обогащенная, чем во 2-й и 3-й, так как работает только первая камера карбюратора. Если резко нажать на педаль «газа», то ускорительный насос опять-таки подаст дополнительное топливо в первую камеру, откуда большая часть его попадет в те же 1-й и 4-й цилиндры (правда, у карбюраторов «Солекс» этот недостаток не проявляется так сильно — форсунка ускорительного насоса есть и во второй камере).

На средних и больших частотах вращения и на

грузках начинает работать вторая камера, и тогда более богатая смесь поступает уже во 2-й и 3-й цилиндры. Очевидно, при таком распределении смеси двигатель не может и не должен работать ровно, а автомобиль не будет плавно и быстро разгоняться. Более того, из-за потерь мощности и крутящего момента и сужения диапазона их максимальных значений применяемые коробки передач плохо стыкуются с двигателями — ухудшается не только динамика разгона, но и экономичность.

Но и это не все. На всех без исключения «вазовских» моторах не совпадают каналы коллектора и головки блока в месте их стыка. Так как смесь движется в каналах с высокой скоростью, снижение аэродинамических потерь является важным резервом повышения мощности и крутящего момента. Однако, если даже отполировать стенки каналов, ощутимых изменений не добиться — в месте стыка образуются вихревые потоки, сводящие все усилия на нет и препятствующие поступлению смеси в цилиндры.

Что же делать? Есть несколько вариантов решения. Самый простой — доработать штатный коллектор. Необходимо в первую очередь выровнять длину каналов, срезав часть перегородки между соседними каналами. Тогда под карбюратором будет образована полость, в которой смесь, прежде чем попасть в каналы, хорошо перемешается независимо от того, какие камеры карбюратора и на каких режимах работают.

После этого впускной коллектор нужно поставить на головку на штифты, чтобы их взаимное положение всегда было одним и тем же. А уж вслед за установкой штифтов следует подогнать каналы в коллекторе и головке так, чтобы на стыках не было уступов. Тут поможет полоска плотной бумаги, прижимаемой поочередно к фланцу коллектора и ответной поверхности головки, — полученные отпечатки отверстий каналов позволяют легко установить места несовпадений.

Таким способом удастся достичь неплохих результатов, в частности, улучшения динамики автомобиля без увеличения расхода топлива. При этом заметно расширяется диапазон максимального крутящего момента и максимальной мощности, к тому же они несколько повышаются.

Конечно, более кардинальным решением будет установка двух или четырех карбюраторов. Такая схема по сравнению с традиционной дает значительное увеличение крутящего момента и мощности, но резко усложняет работы по настройке системы питания. Что неудивительно: ведь двух совершенно одинаковых карбюраторов не бывает. А если их четыре? Тогда ошибка в регулировке хотя бы одного из них может сразу свести на нет все преимущества. Учитывая, что практическая реализация подобного способа форсирования связана еще и с большим объемом переделок, его нельзя назвать перспективным для обычного дорожного автомобиля (хотя на спортивных автомобилях подобная схема используется довольно часто).

Все говорит за то, что карбюратор — не самый удачный прибор для реализации нашей идеи форсирования. Необходим впрыск топлива. Но даст ли он улучшение мощностных характеристик, если на современных автомобилях вся электронная система управления настраивается в первую очередь на снижение расхода топлива и вредных выбросов с выхлопными газами? Конечно, принципиально можно настроить электронику на то, что нужно, т.е. сделать так называемый электронный тюнинг. Но нас более всего интересовали вовсе не тонкости такой настройки, а вопрос: что может дать впрыск топлива по сравнению с карбюратором? Поэтому для эксперимента выбрали достаточно простую механическую систему впрыска *Bosch K-Jetronic*, широко применявшуюся в 80-е годы на автомобилях европейского производства.

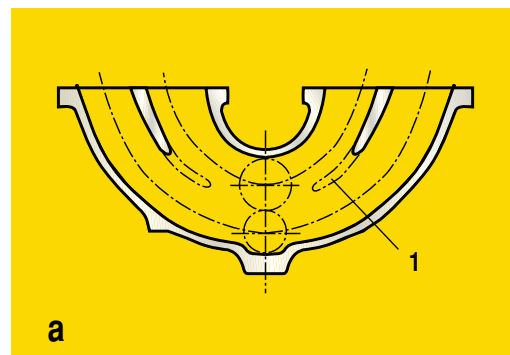
Эта система (нами был выбран вариант от *Audi-80* 1,6 л 1982 г. выпуска) отличается от применяемых ныне именно отсутствием электронного блока управления. Значит, чтобы установить ее на двигатель, не нужно мудрить с проводкой, ставить и подключать датчики — достаточно просто смонтировать все узлы системы на автомобиле и провести нужные регулировки. Не вдаваясь в подробности устройства системы (это можно сделать, обратившись к соответствующей литературе), отметим, что главным параметром, по которому регулируется количество подаваемого топлива в системе *K-Jetronic*, является расход воздуха. Для этого применен расходомер, заслонка которого через рычаг связана с плунжером дозатора (распределителя) топлива. Чем больше воздуха поступает в двигатель, тем сильнее отклоняется заслонка, поднимая плунжер. Давление топлива перед форсунками увеличивается, и, соответственно, возрастает подача топлива в двигатель, причем форсунки в системе *K-Jetronic* работают не в импульсном режиме, как в системах электронного впрыска, а непрерывно.

Данную систему установили на двигатель *ВАЗ-2103*, предварительно доработав впускной коллектор, как описано выше. В топливном баке разместили насос от «инжекторного» *ВАЗ-2108*, провели топливные трубопроводы. Форсунки установили на впускном коллекторе, сделав для этого специальные отверстия.

Правда, этим переделки не ограничились. Заманчиво было узнать, как повлияет впрыск на работу двигателя на самых высоких частотах вра-



Так установлен бензонасос в обычном «жигулевском» баке.



щения. А, как известно, при частоте вращения более 7000 об/мин у выбранного нами мотора клапаны перестают «отслеживать» профиль кулачков распредвала. При этом выпускные клапаны могут не успевать закрываться, что грозит ударом поршня по ним в конце такта выпуска. Чтобы этого не случилось, клапаны облегчили, а под пружины клапанов подложили дополнительные шайбы. Кроме того, привалочную плоскость головки блока профрезеровали так, чтобы увеличить степень сжатия до 9,8 — предполагалось, что двигатель будет эксплуатироваться на бензине с октановым числом не ниже 95.

И вот после всех переделок и монтажных работ наконец — запуск.

На тахометре всего 500 об/мин, но двигатель работает так, что буквально можно ставить на него стакан с водой. Резко увеличиваем обороты — никаких провалов, стрелка тахометра моментально взлетает до отметки 8000 об/мин.

Выезжаем на загородное шоссе. Здесь результаты превзошли все ожидания: разгон с места до 100 км/ч занял около 7,5-8,0 сек., а максимальная скорость оказалась около 200 км/ч.

Снижаем скорость до 20 км/ч, включаем третью передачу и нажимаем на педаль акселератора. Автомобиль очень плавно и достаточно быстро разгоняется до 160 км/ч. А что в городе? С места удается уйти практически от любой машины. Но, обратив внимание на указатель уровня топлива, мы были неприятно удивлены: на 100 км по городу (правда, двигатель все время работал на режимах, близких к максимальным, и стрелка тахометра редко опускалась ниже пяти тысячной отметки) расход оказался около ... 20 литров. Продолжив испытания по городу в спокойном РЕЖИМЕ, ПОЛУЧИЛИ ТЕМ НЕ МЕНЕЕ РАСХОД ОКОЛО 9 Л/100 КМ.

На загородном шоссе при том же спокойном режиме (скорость держали около 90 км/час) расход оказался вполне приличным и составил около 7 л/100 км.

Но не все получилось так хорошо, как хотелось бы. Например, было выяснено, что нормально отрегулированный на холостом ходу двигатель теряет мощность на высоких оборотах (более 5000 об/мин), хотя на средних оборотах и холостом хо-

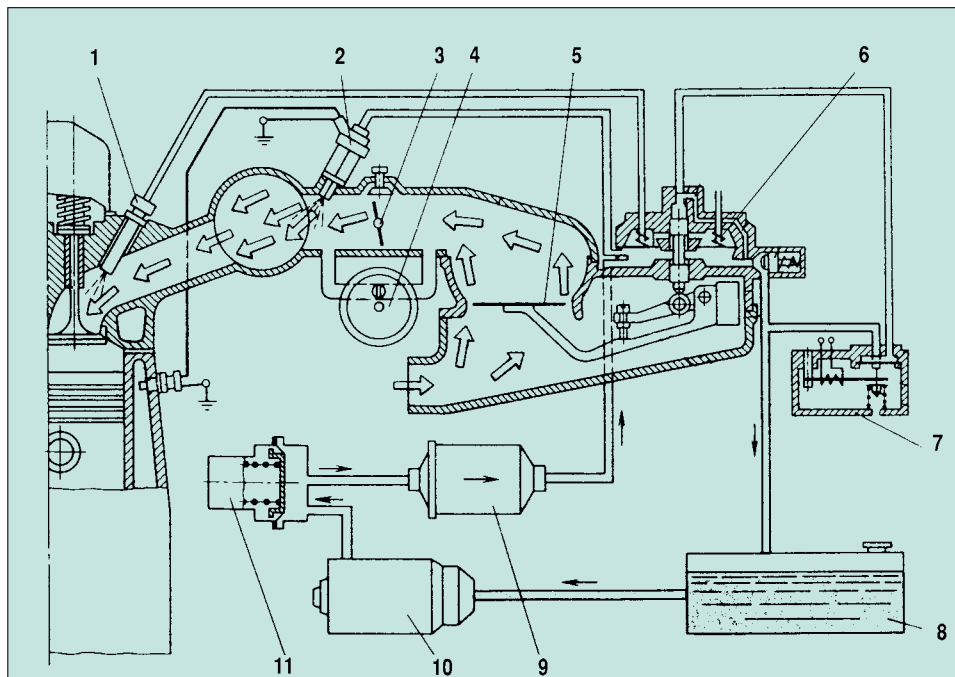


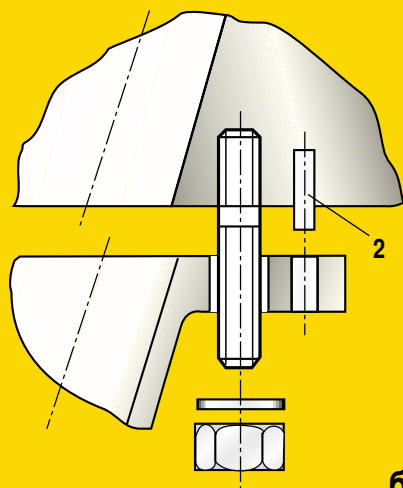
Схема системы впрыска K-Jetronic, примененная для форсирования двигателя ВАЗ:

- 1 — форсунка; 2 — пусковая форсунка; 3 — дроссельная заслонка;
4 — клапан дополнительной подачи воздуха; 5 — заслонка расходомера;
6 — распределитель топлива; 7 — терморегулятор; 8 — топливный бак;
9 — топливный фильтр; 10 — топливный насос; 11 — аккумулятор давления топлива.

ду работает очень неплохо. При обогащении смеси появляется значительный прирост мощности и крутящего момента на максимальных оборотах (5000-8500 об/мин), но тогда на холостом ходу токсичность выхлопных газов становится недопустимой (СО превышает 4-5%). Очевидно, разработчики системы, конструкторы фирмы *Bosch* стремились в первую очередь снизить токсичность и расход топлива, а вовсе не увеличить мощность на столь высоких оборотах (на автомобиле *Audi-80*, с которого была снята система, стоял ограничитель частоты вращения, срабатывающий при 6300 об/мин). Ну а нашей основной целью было выяснить, как влияет изменение системы топливоподачи на характеристики дви-

гателя. В данном случае хорошо видно, что система распределенного впрыска дает очень неплохие результаты, хотя для ее установки, например, на тот же «жигулевский» двигатель, требуются серьезные доработки. Они позволяют улучшить мощностные характеристики двигателя при прежних расходе топлива и токсичности выхлопа. Однако обеспечить соответствие сразу всем перечисленным требованиям в полной мере очень трудно, и нам это не удалось, поскольку мы ставили перед собой задачу прежде всего повысить мощность и крутящий момент. Кроме того, не будем отрицать, что система *K-Jetronic* уже устарела и очередь за современной электронной системой впрыска.

АБС



Доводку впускного коллектора надо начинать со срезания перегородок между каналами (а) и установки его на штифты (б):

- 1 — срезанная часть перегородки;
2 — штифт.

6



Будем форсировать?

В прошлом материале («АБС-авто», 1999, № 8) мы убедительно показали, какое влияние может оказать более совершенная система подачи топлива на мощностные характеристики двигателя. Судя по откликам, наши внимательные читатели заметили, что только улучшением топливopодaчи нельзя добиться тех результатов, о которых мы рассказали — необходимы доработки в механической части двигателя. Именно такую работу мы недавно выполнили на «АБС-сервисе».

Когда речь идет о каких-либо доработках в механической части двигателя, лучше не торопиться. Известно, что любое, даже незначительное, изменение его конструкции может весьма негативно отразиться на надежности и ресурсе. А раз так, то не стоит бросаться в бой сломя голову, видя лишь не вполне ясные еще очертания «зверя» у себя под капотом. Лучше вспомнить хорошую русскую пословицу

«Семь раз отмерь...»

Вначале определимся: какой двигатель будем «мерить», а после — «резать»? Отечественный, к примеру — «ВАЗовский»? Или иномарочный? С отечественным работа проще. По крайней мере, если что-то не получится, то и не страшно — легко приобрести новую деталь, узел или даже весь двигатель в сборе. Да и опыт форсирования таких моторов немалый — спортсмены их используют, естественно, в форсированном виде, для кросса, ралли, ипподромных и кольцевых гонок. Так что ничего нового в переделке «ВАЗовского» двигателя нет. Надо только правильно выполнить все извест-

ные в этом деле рекомендации. Желательно к тому же не забывать и соображения, которые мы высказывали ранее («АБС-авто», 1999, № 7), в частности, о том, что не все способы форсирования, применяемые в спорте, годятся для обычного дорожного автомобиля.

Другое дело — иномарки. Про их моторы вообще известно не слишком много, а о форсировании — еще меньше. Да и можно ли что-то улучшить в двигателе какой-нибудь известной фирмы?

Можно. И мы это сделали, выбрав для наших исследований редакционный автомобиль *Mazda-626* 1991 года выпуска с самым обычным двухлитровым восьмиклапанным двигателем.

Когда машина прошла более 300 тыс. км, начал расти расход масла. Значит, капремонт двигателя был уже не за горами. А что такое капремонт? Разборка и сборка обязательно. И если во время ремонта «зарядить» мотор специально доработанными деталями и узлами, то...

Не так все просто — разобрали, «зарядили», собрали. Если решать задачу, что называется, «в лоб», то дело может здорово затянуться, да еще, не дай Бог, результат окажется со знаком «минус».

Поэтому мы пошли совсем другим путем и сначала постарались «семь раз отмерить».

Начали вообще с «чистой» теории. Какие двигатели ставила фирма *Mazda* в те годы на модель «626»? Оказывается, разные. Среди них базовый — 2.0 л 8 клапанов (такой стоит на нашей машине) и его модификации — 2.0 л 12 клапанов, 2.0 л 16 клапанов и 2.2 л 12 клапанов (все двигатели — инжекторные). У двухлитровых моторов блоки цилиндров и коленчатые валы практически одинаковые, у модификации 2.2 л блок отличается только высотой, а коленвал — радиусом кривошипа (они, естественно, увеличены — на 12 мм и 4 мм соответственно).

Что делать дальше, стало уже примерно ясно: надо искать коленчатый вал от модели 2,2 л с увеличенным радиусом кривошипа и другую головку блока. Вал («б/у», но вполне приличный) нашли быстро, а вот за головкой блока пришлось побегать. 16-клапанная оказалась довольно дорогой редкостью, пришлось покупать 12-клапанную в сборе с клапанами, распредвалом, гидротолкателями. К такой головке впускной коллектор от базового 8-клапанного мотора не подходит, поэтому приобрели соответствующий ей коллектор (все эти детали были тоже не новые).

В итоге получили такую задачу: надо собрать в «коротком» двухлитровом блоке «длинный» коленвал, поставить другую головку. Естественно, с «родными» поршнями и шатунами это не получится — поршень в верхней мертвой точке возвышется над плоскостью блока на 4 мм. «Укорачивать» шатун, как это иногда делают у «ВАЗовских» моторов, нельзя не только из-за снижения надежности. У всех японских двигателей слишком мал зазор между поршнем и противовесами коленвала в нижней мертвой точке. Значит, единственным решением остается установка новых, более коротких, поршней (укороченных не только сверху, но и снизу).

Но прежде чем заниматься поршнями, потребовалось определить, насколько можно увеличить их диаметр. С прежним Ø86 мм двигатель оказался бы с рабочим объемом 2.2 л (2184 см³), а хотелось его увеличить как можно больше, учитывая, что мощностные показатели прямо пропорциональны рабочему объему («АБС-авто», 1999, № 7).

Чтобы точно определить новый диаметр цилиндра, нашли старый блок от такого же двухлитрового мотора. С помощью специального прибора («стенкомера») была промерена толщина стенок всех цилиндров — и по окружности, и по высоте. Оказалось, что она составляет в среднем около 6 мм и только вблизи перемычек между цилиндрами падает до 4,5-5 мм. Как известно из практики, стенка не должна быть тоньше 3 мм, иначе цилиндры будут «дышать» и могут треснуть. Исходя из этого, выбрали новый Ø89,5 мм. С таким диаметром объем цилиндров увеличился до 2.4 л (2365 см³).

А как быть со степенью сжатия? У исходного варианта она всего 8,6 (бензин АИ-92). Сильно увеличить ее — значит, перейти на более дорогой бензин и заметно превысить прежние затраты на эксплуа-

тацию. В конечном счете остановились на компромиссном варианте — решили, что степень сжатия 8,9 позволит сохранить тот же бензин, но несколько повысит мощностные характеристики.

Однако от принятых цифр до конкретной конструкции еще далеко: объем цилиндров вырос почти на 20%, значит, надо увеличивать и объемы камер сгорания. Здесь возможны два способа — доработать камеры в головке блока или сделать более глубокие выборки в поршнях.

Начали с головки блока, попутно решив еще одну проблему. На блок с цилиндрами большего на 3.5 мм диаметра стандартная прокладка головки блока не ложится — ее стальная окантовка будет «свисать» в цилиндры и быстро прогорит. Помогли специалисты фирмы «Механика» — с новой прокладки аккуратно сняли окантовку, отверстия под цилиндры увеличили и окантовали прокладку заново.

Когда такую прокладку мы приложили к головке блока, оказалось, что вблизи седел клапанов боковые стенки камер теперь можно «отодвинуть» на 2,5-3,0 мм. И главное здесь — вовсе не увеличение объема камер. В стандартном варианте при открытии клапана его тарелка проходит рядом с боковой стенкой камеры (зазор между тарелкой и стенкой всего 1-1,5 мм). Естественно, это негативно сказывается на наполнении и очистке цилиндра, ведь стенка сбоку «загромождает» часть сечения открытого клапана. Когда же камеры обработали, сняв материал с боковых стенок по контуру новой прокладки, эти узкие сечения «освободились». Значит, можно рассчитывать на дополнительный прирост мощности.

Поставив клапаны и свечи, камеры сгорания в головке «пролили» маслом и определили их объем. Теперь найти объем выборки в днище поршней не составит труда, если использовать формулы для степени сжатия ϵ и объема камеры сгорания $V_{\text{к.с.}}$:

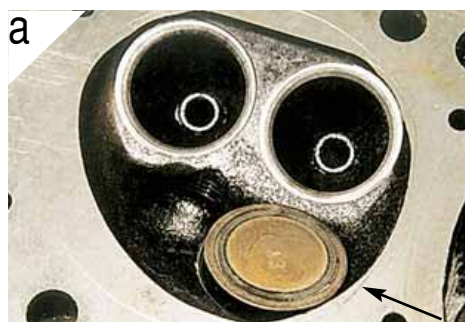
$$\epsilon = V_h / V_{\text{к.с.}} + 1,$$

$$V_{\text{к.с.}} = V_{\text{к.с.п}} + V_{\text{к.с.г}} + \Delta V,$$

где V_h — рабочий объем цилиндра; $V_{\text{к.с.г}}$ — объем камеры в головке блока; $V_{\text{к.с.п}}$ — объем выборки в поршне; ΔV — поправка на толщину прокладки головки и выступание поршня над плоскостью блока.

Опуская промежуточные преобразования,

У стандартной головки тарелка клапана с одной стороны прикрыта боковой стенкой камеры сгорания (а). Если стенку «отодвинуть», можно рассчитывать на улучшение процессов наполнения и очистки цилиндра (б).



Прежде чем растачивать блок, необходимо определить, хватит ли толщины стенок.

приводим окончательный вид формулы:

$$V_{\text{к.с.п}} = V_h / (\epsilon - 1) - V_{\text{к.с.г}} - 0,785 D^2 (\delta_{\text{пр}} - \delta_{\text{п}}),$$

где D — диаметр цилиндра; $\delta_{\text{пр}}$ — толщина прокладки; $\delta_{\text{п}}$ — выступание поршня над плоскостью блока.

И только после всех измерений и расчетов приступили к изготовлению поршней. Их конструкция была разработана фирмой «АБ-Инжиниринг» на основе опыта, полученного при производстве и испытаниях поршней различных конструкций, в том числе и для наиболее форсированных двигателей спортивных автомобилей. Материал поршней — высококремнистый алюминиевый сплав, весьма стойкий не только к тепловому расширению, но и к износу. Поршни облегчены и имеют более низкую массу и специальное покрытие, а с учетом малой высоты и микропрофиля юбки — низкое трение в цилиндре. Поршневые кольца Ø89,5 мм подобрали от разных моторов: верхние и средние — молибденированные толщиной 1.5 мм от двигателя 3.1 л *General Motors*, а маслосъемные — хромированные толщиной 3,5 мм от «мерседесов-



Доработанный впускной клапан (а) по сравнению со стандартным (б) имеет более тонкую тарелку и плавный переход к уплотнительной фаске. Это увеличивает наполнение цилиндра.



Поршни от «АБ-Инжиниринг» (справа) заметно отличаются от «фирменных» (слева), но ходить будут не меньше.

ского» M102 (все кольца имеют ремонтное увеличение 0,5 мм).

Что еще изменили в базовом моторе? Уменьшили длину поршневых пальцев и отказались от их прессовой посадки в верхней головке шатунов — «плавающие» пальцы более долговечны. Но бронзовые втулки в шатуны не ставили (их верхние головки слишком тонкие), а точно обработали отверстия головок хонингованием, обеспечив сопряжение с пальцем типа «сталь по стали» и зазор в нем около 10 мкм. Такая не совсем обычная конструкция проверена фирмой «АБ-Инжиниринг» на спортивных моторах. Кстати, дорабатывали не «родные» шатуны, а от другого аналогичного мотора —

наша машина в это время еще ездил со своим старым двигателем

Осталось только подготовить впускной коллектор, ведь он у модели 2.2 л 12 клапанов существенно отличается от базового (2.0 л 8 клапанов). Более того, у этих моторов вообще разные системы управления — другие датчики и исполнительные механизмы, их количество и расположение, другие электронный блок управления и проводка. Если все это менять, будет не только долго, но и слишком дорого — даже в варианте «б/у». А что если просто переставить стандартные компоненты на другой коллектор? Просто, да не очень — слишком много всего на коллекторе. Пришлось купить еще один коллектор в сборе — теперь уже от базового варианта 2.0 л 8 клапанов, бланк недорого. Поставив оба коллектора рядом и прорисовав все схемы соединений, постепенно переставили и пересоединили все компоненты с коллектора 2.0 л 8 клапанов на коллектор 2.2 л 12 клапанов.

Приобрели также распределитель зажигания — базовый на новую головку не подходит. Кроме того, на всякий случай, чтобы потом не терять время, подготовили другой маслоснасос: обработали торцы его шестерен и плоскости разъема крышки и корпуса. Потребовалось также отремонтировать головку блока — восстановить седла, опорные шейки распредвала и постели подшипников, а также заменить оси коромысел. Хороших осей «б/у» не найти, поэтому новые оси изготовили из стальной трубы — после цементации, закалки и шлифовки они ничуть не уступают «фирменным», но только

второе дешевле. Клапаны тоже доработали — так, как обычно это делается для спортивных моторов. Ну и, конечно, заранее приобрели новые вкладыши коленвала, прокладки, сальники, маслосъемные колпачки, ремни и фильтры.

Всего на подготовку ушло почти два месяца — столько потребовалось времени, чтобы от «семь раз отмерь...» непосредственно перейти к финальной части работы и уже упомянутой поговорке.

«...один раз отрежь»

Когда уже «занесли руку с ножом» ...ну, чтобы «резать», еще раз остановились. Система управления двигателем остается прежняя, а двигатель-то будет совсем другой! Конечно, систему управления можно потом как-то настроить (кое-какие идеи по такой настройке у нас уже были), но лучше это сделать, да и проще, если иметь перед глазами хоть какие-нибудь исходные характеристики двигателя. А чтобы их снять, нужен специальный мощный стенд с беговыми барабанами.

В Москве таких стендов, по нашим сведениям, только четыре, и далеко не на все есть более или менее свободный доступ (некоторые используются, что называется, «только для своих»). Но один оказался у наших партнеров — компании «Аояма-Моторс», официального дистрибьютора фирмы Honda. И он был любезно предоставлен в наше распоряжение.

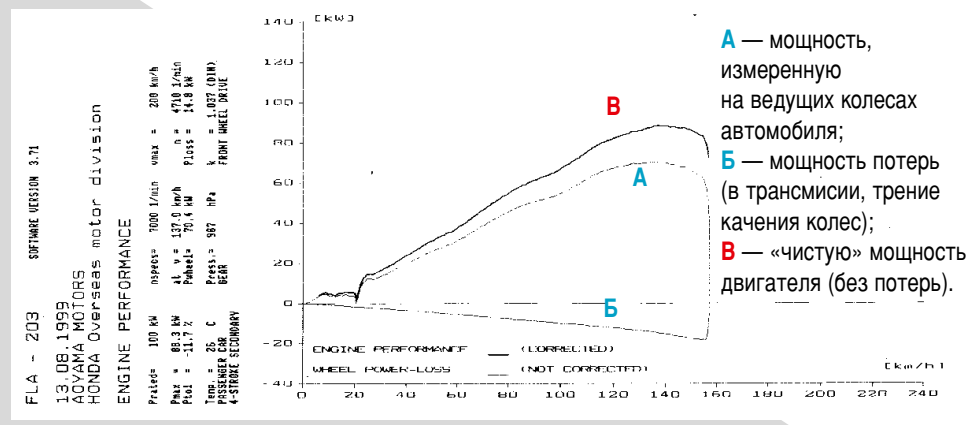
Стенд фирмы Bosch модели FLA203, установ-



Мощностной стенд FLA203 фирмы Bosch — прекрасный инструмент для испытаний двигателя. Компьютер управляет загрузкой колес автомобиля на беговых барабанах на всех режимах.



Протокол испытаний позволяет легко оценить:





Так теперь выглядит подкапотное пространство автомобиля *Mazda-626* с форсированным двигателем 2.4 л 12 клапанов. От стандартного мотора остался только блок цилиндров.

ленный в сервисном центре «Аоямы», — прекрасный инструмент для мощностного анализа двигателя и автомобиля в целом. Его несомненное преимущество в том, что двигатель может быть проверен на любом эксплуатационном режиме — от холостого хода до максимальной мощности, а автомобиль — от работы на месте до движения с максимальной скоростью. Нас прежде всего интересовала внешняя скоростная характеристика двигателя — зависимость мощности и крутящего момента от частоты вращения при полностью открытой дроссельной заслонке.

Методика измерения такой характеристики достаточно проста. Автомобиль ставят передними колесами на беговые барабаны, задние колеса при этом фиксируются ручным тормозом и колодками. Подсоединяют соответствующие кабели (в 1-ю очередь к высоковольтному проводу первого цилиндра, чтобы определить частоту вращения), программируют режим работы стенда. Затем двигатель запускают, включают 1-ю передачу, далее следует разгон, сразу переключение на 4-ю и полный «газ». Компьютер начинает плавно разгонять двигатель и, соответственно, автомобиль, измеряя мощность на колесах. Как только обороты достигают максимума, надо сделать следующее: нажать на педаль сцепления (без сброса газа), перевести рычаг переключения на нейтраль, отпустить газ — все очень быстро. Далее компьютер плавно тормозит трансмиссию, измеряя мощность всех потерь, а после остановки колес прибавляет эту мощность к измеренной на разгоне. В результате получается характеристика мощности двигателя без влияния трансмиссии.

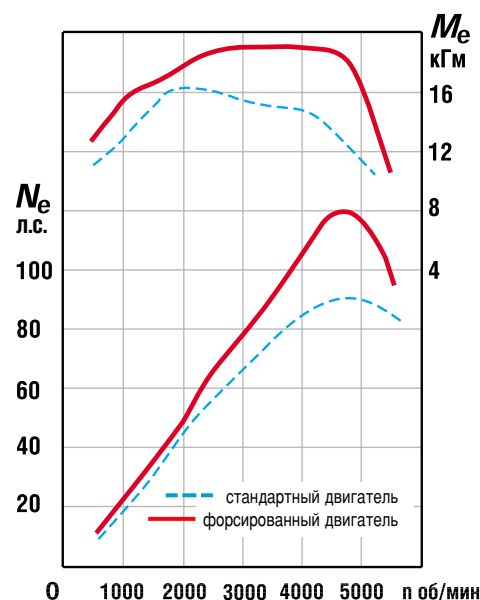
Получив такую характеристику нашего мотора, мы несколько удивились. Например, тому, что даже после 300 тыс. км пробега максимальная мощность оказалась больше паспортной на 1 л.с. (91 л.с. вместо 90). Но еще больше удивило то, что максимум этой мощности пришелся не на 6000 об/мин и даже не на 5500 об/мин, а всего лишь на 4700 об/мин — как у какого-нибудь дизеля! А это значит, что крутящий момент двигателя меняется очень плавно и получается довольно большим (16 кгм), особенно в об-

ласти малых оборотов. Все это полностью подтвердило наши выводы («АБС-авто», 1999, № 7) о том, что для городского автомобиля более важен высокий крутящий момент, а вовсе не максимальная мощность. Видимо, специалисты фирмы *Mazda*, проектировавшие 2-литровый двигатель мощностью всего лишь 90 л.с., были того же мнения.

Теперь можно было закончить работу по форсированию. Двигатель сняли и разобрали, а блок цилиндров расточили и отхонинговали, обеспечив зазор между поршнями и цилиндрами около 0,06 мм. Новые детали и узлы собрали на старом блоке, двигатель поставили на автомобиль. Работа заняла меньше недели, ведь все было подготовлено и проверено заранее. От старого двигателя теперь остались только блок цилиндров и некоторые второстепенные детали. В случае неудачи все можно было вернуть обратно, даже блок привести в исходное состояние, поставив в цилиндры «сухие» гильзы.

Но ничего возвращать не потребовалось. После запуска двигатель заработал как ни в чем не бывало, только с меньшим шумом на низких оборотах (на старой 8-клапанной головке не было гидротолкателей). Первые же поездки показали — динамика разгона изменилась столь значительно (с 12 до 9,5 секунд при разгоне до 100 км/час), что штатных опор двигателя не хватило (одна из «подушек» разорвалась уже через 50 км пробега). Учитывая спортивный опыт применения поршней, обкатку ограничили всего 100 километрами, после чего двигатель сразу стали «раскручивать» до 6000 об/мин. Правда, динамика разгона после 5500 об/мин становилась заметно хуже — видимо, сказывалось несоответствие системы управления новому двигателю.

Чтобы это проверить, испытания на стенде повторили. И вот результат — максимальная мощность увеличилась сразу на 30 л.с. и составила 120 л.с., правда, максимум ее остался на прежнем месте — на 4700 об/мин. Максимальный крутящий момент вырос на 3 кгм и превысил 19 кгм, причем в диапазоне от 2200 об/мин до 4800 об/мин он стал практически постоянен — совсем неплохой резуль-



Крутящий момент M_e и мощность N_e у форсированного двигателя в целом значительно возросли, особенно на средних оборотах. Однако на высоких оборотах сказались несоответствие прежней системы управления новому двигателю.

тат, намного лучше, чем у базового двигателя.

Тем не менее, мощность мы не добрали. Судите сами — мощность двигателя 2.2 л 12 клапанов в базовой комплектации составляет 115 л.с. Если увеличить объем до 2.4 л, простым пересчетом получим 125 л.с. Но у нас доработанная головка блока, а это еще примерно 5-10 л.с. Значит, двигатель недодает как минимум 10-15 л.с. Почему?

Посмотрим на кривые мощности и крутящего момента. У двигателя 2,4 л после 5000 об/мин наблюдается их быстрое падение — гораздо более быстрое, чем у базового двигателя. Такой эффект не может быть связан только с фазами газораспределения, иначе крутящий момент и мощность снижались бы более плавно. Главная причина скорее всего кроется в переобеднении топливовоздушной смеси на этих режимах. Что и неудивительно — за счет возрастания расхода воздуха заслонка расхода встает «на упор» уже на средних оборотах. Значит, компьютер не получает команды на увеличение подачи топлива на больших оборотах, смесь переобедняется, а мощность падает.

Нужна настройка системы управления — специальная, т.е. не вполне стандартная с точки зрения традиционной диагностики системы управления процедура. Можно ли ее сделать, чтобы получить от двигателя максимум мощности? Вероятно, да, можно, но как — читайте в наших следующих публикациях. **АБС**

Справка «АБС-авто». По вопросам форсирования двигателей любых автомобилей обращайтесь на «АБС-сервис», тел.: (095) 945-74-40.



Будем форсировать?

АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ, кандидат технических наук

В одном из прошлых номеров журнала ("АБС-авто", № 11, 1999) мы рассказали о том, как можно форсировать двигатель иномарки. Но не смогли доделать работу до конца — помешала система управления, ограничившая подачу топлива и, соответственно, мощность на больших частотах вращения и нагрузках. Поэтому от механической части двигателя пришлось перейти к доработке его электронной системы управления. И вот что из этого вышло...

Постоянные читатели журнала, интересующиеся двигательной тематикой, наверное, помнят, что увеличение объема двигателя автомобиля Mazda-626 с 2.0 л до 2.4 л с одновременным переходом на головку блока цилиндров с 12-ю клапанами вместо 8-ми позволило поднять мощность двигателя с 90 до 120 л.с. При этом "старая" система управления оказалась не соответствующей "новому" двигателю. После 5000 об/мин мощность мотора падала, и раскрутить его, к примеру, до 6000 об/мин удавалось с трудом.

Проверки показали следующее. При разгоне автомобиля с полностью открытой дроссельной заслонкой флюгер датчика расхода воздуха встает на упор уже при 3000 об/мин. Не исключено, что при дальнейшем увеличении частоты вращения блок управления уже "не понимает" возраста-

ния расхода воздуха и не увеличивает подачу топлива в достаточной степени.

Как известно, на мощностных режимах требуется обогащение топливовоздушной смеси. Для этих режимов необходимо, чтобы коэффициент избытка воздуха лежал в пределах $\lambda = 0,85...0,90$. При таких значениях λ достигается максимальная температура в камере сгорания и, соответственно, максимальная мощность двигателя. Если же с ростом расхода воздуха при повышении частоты вращения подача топлива не увеличивается или увеличивается непропорционально, то смесь обедняется, и мощность падает.

Такую картину мы и увидели. Естественно, оставить все так, как есть — значит, не довести дело до конца. И мы решили искать выход из положения.

С чего начать?

Вообще говоря, слишком глубоко "влезать" в систему управления не хотелось — и так переделка двигателя доставила немало хлопот. Поэтому начали с общих рассуждений. Что влияет на подачу топлива? Частота и длительность импульсов на форсунках — это понятно. А что еще? Конечно, давление подачи. При его повышении расход топлива изменится согласно уравнению расхода топлива (G_t) через форсунки.

Если частота вращения и другие параметры

неизменны, то расход топлива определяется так:

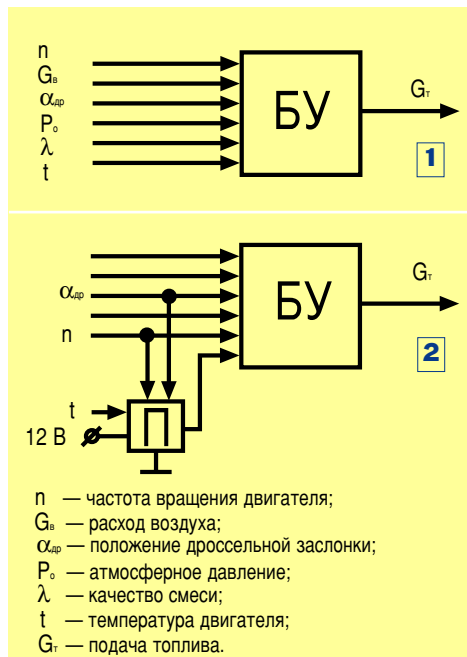
$$G_t = A \sqrt{\Delta P_t},$$

где A — коэффициент, постоянный для данного режима работы двигателя; ΔP_t — перепад давления на форсунках.

А чем увеличивать перепад давления? Надо поставить другой регулятор давления. Но подавляющее большинство моторов Mazda имеют одинаковое избыточное давление подачи 2,7...3,2 кг/см², а от других двигателей регулятор не подойдет — не те крепления.

Поступили так. Корпус регулятора распилили пополам и сделали новую крышку корпуса с регулировочным винтом. Теперь давление подачи оказалось возможным задавать — простым вращением винта. Но проблему этим не решили...

Увеличение давления топлива до 3,5 кг/см² (подача топлива при этом повышается приблизительно на 10%) сразу вызвало необходимость перестройки системы управления. По крайней мере, на холостом ходу смесь стала богатой. Затянули пружину датчика расхода воздуха, чтобы вернуть состав смеси на место. Такой ход оказался полезным: диапазон работы датчика расхода воздуха увеличился примерно до 3500 об/мин. Попробовали также "поиграть" опережением зажигания (у нашего автомобиля электронный блок управляет только подачей топлива, а опережение зажигания задает обычный "трамблер" — с помощью



1. Электронный блок управления двигателем (БУ) в качестве "черного ящика":

слева — входные параметры, справа — выходной параметр (подача топлива).

2. Подключив так приставку (П) к блоку управления, можно скорректировать подачу топлива.

центробежного и вакуумного регуляторов.

Но реально все эти процедуры почти ничего не дали: динамика разгона осталась практически прежней, а двигатель по-прежнему "зависал" — если не на 5500 об/мин, то чуть больше. Ну, может быть, чуть-чуть стало лучше, хотя это чуть-чуть явно испытаниями не подтвердилось. Топлива на больших оборотах все равно не хватало. Похоже, в систему управления все же придется залезть...

Как изменить

Настроить систему управления двигателем с помощью мощного стенда — дело долгое.



систему?

В принципе изменить "старую" систему управления так, чтобы она соответствовала "новому" двигателю, можно различными способами. И прежде чем выбрать какой-либо из них, желательно знать, о чем идет речь. Да и сравнить достоинства и недостатки этих способов тоже было бы неплохо. Иначе можно не получить то, что нужно.

Итак, начнем по порядку. Есть такой термин — "чип-тюнинг". Означает он следующее: ставится в блок управления (БУ) другая микросхема с новой программой управления двигателем. А там уже все, что нужно, записано. В виде таблиц или, как еще говорят, матриц. Стоп... Вот здесь и кроется вся сложность. Где взять такой "чип"? Для нашего мотора ничего готового не будет — эксклюзивный ведь вариант, другого такого нет.

Для стандартного мотора *Mazda* "чип" найти еще можно — за границей, к примеру. Только цены на такие изделия начинаются с 500-600 долл. США. Поэтому искать ничего не стали и перешли сразу ко второму варианту "чип-тюнинга" — непосредственному перепрограммированию БУ. А здесь еще хуже. Для перепрограммирования, если, конечно, это допускает элементная база БУ, нужны специальный электронный прибор — программатор и специальная программа. Дальше — испытательный стенд, чтобы точно определить, что конкретно нужно изменить в программе управления данного двигателя. Кто все это имеет? А кто сделает? Работа-то будет непростой, знать для нее много надо — и про характеристики двигателя, и про систему управления, и про методику перепрограммирования. Значит, и здесь начинать, видимо, не имеет смысла.

Что еще можно? На *Mazda-626* ставилось несколько моторов (см. "АБС-авто", № 11, 1999), в том числе 2.2 л 12 клапанов — очень похожий на наш. Может быть, использовать его БУ? Проблематично. Помимо блока потребуется и комплект датчиков (они почти все другие), а также пере-



Регулирование давления подачи топлива дает эффект только на малых и средних частотах вращения.

делка или замена проводки. Сложно, долго, дорого, и необязательно все получится хорошо, ведь наш мотор имеет больший объем. Поэтому этот вариант отвергли. С самого начала, еще когда начинали переделку двигателя.

Что же, получается, что все возможности исчерпаны? Нет, остался последний вариант. Вот за него мы и зацепились.

"Черный ящик"

Суть выбранного нами способа совсем не нова. Нет смысла менять блок управления или глубоко влезать в его "внутренности". Давайте используем принцип "черного ящика": мы не знаем, что внутри блока, но знаем его входные и выходные каналы. То есть, знаем или можем узнать, как изменение конкретного входного сигнала (а это сигнал любого из датчиков) влияют на выход — длительность импульсов тока, проходящего через обмотку форсунок.

Значит, можно попробовать изменить сигнал в заранее выбранном входном канале так, как нам нужно. Но не всякий входной канал подойдет для этой задачи. Какой же выбрать? В первую очередь это каналы датчиков расхода воздуха, положения дроссельной заслонки, температуры двигателя и абсолютного давления (другие датчики мы сочли второстепенными и сразу исключили их из рассмотрения). Все в той или иной степени могут повлиять на подачу топлива на интересующих нас режимах.

Далее пошли таким путем. Датчик абсолютного давления не подходит — слишком узок диапазон его воздействия на систему управления. Расходомер воздуха? Но его флюгер уже стоит на упоре и добавить что-нибудь вряд ли сможет. Датчик положения дроссельной заслонки тоже ничего не дает — заслонка в интересующем нас диапазоне режимов открыта полностью.

Остался температурный датчик. Вот у него-то возможности обогащения смеси просто неограниченны. Действительно, при низкой температуре, когда сопротивление датчика велико, БУ способен увеличить подачу топлива в несколько раз. Значит, воздействуя на этот канал по определенному закону, можно добиться обогащения топли-

воздушной смеси там, где нам нужно...

Но для этого нужен алгоритм, т.е. надо задать, когда, в зависимости от чего и насколько нужно увеличивать подачу топлива. Или, что в данном случае одно и то же, насколько "охлаждать" двигатель. Ведь блок воспримет наши действия именно как снижение температуры двигателя.

Для этой цели, очевидно, потребуется специальный блок — "приставка" к основному БУ. Такая "приставка" должна подключаться к цепи температурного датчика, чтобы корректировать его сигнал. Как корректировать, придумать в общем-то несложно. Топлива не хватает только на больших оборотах и нагрузках: чуть отпустить педаль газа — двигатель разгоняется и до 6000 об/мин. Сделали так. До 3500 об/мин приставка ни во что не вмешивается. Но вот частота вращения стала больше 3500 об/мин. Теперь все зависит от положения дроссельной заслонки. Если она прикрыта, то приставка по-прежнему не включается. И только если заслонка открыта полностью, начинается плавное "охлаждение" двигателя — тем большее, чем сильнее обороты отличаются от величины 3500 об/мин. А поскольку точно определить степень обогащения смеси без серьезных стендовых испытаний не получится, в салон необходимо вывести резистор для регулировки обогащения — от нуля до некоего максимума.

Сделать такую приставку для грамотного электронщика — дело техники. Попутно решили еще одну задачу. При резком нажатии на педаль газа двигатель давал несколько детонационных ударов — верный признак обеднения смеси. Поэтому в приставку дополнительно ввели функцию обогащения по скорости открытия заслонки. По тому же самому каналу температурного датчика. Степень обогащения, задав время его действия (около 1 сек), легко подобрали по условию исчезновения детонации.

Получилось?

Результат всей работы — не какие-то субъективные ощущения, а внешняя скоростная характеристика двигателя. Поэтому мы снова обратились к нашим партнерам — компании "Аояма-Мо-

С помощью резистора приставки удалось подобрать нужное обогащение смеси на больших оборотах и нагрузках.



торс", официальному дистрибьютору фирмы Honda. И повторили все измерения на том же мощностном стенде Bosch FLA 203 (см "АБС-авто", № 11, 1999). Только замеров пришлось сделать гораздо больше — чтобы настроить подачу топлива на режимах максимальной мощности.

Настройка выполнялась сразу по нескольким параметрам: искали оптимальное положение регулятора подачи (резистора). Но делали это при разном давлении топлива и соответствующей ему настройке датчика расхода воздуха (по отсутствию обогащения на холостом ходу).

И вот результат: мощность и крутящий момент возросли во всем диапазоне изменения частоты вращения. Теперь параметры уже не падают так сильно после 5500 об/мин, и хотя мощность и крутящий момент все равно снижаются (сказываются фазы газораспределения и настройка впускной и выпускной систем), двигатель продолжает "тянуть" до 6100 об/мин — вплоть до срабатывания "отсечки".

Итак, максимальная мощность выросла со 120 до 125 л.с., а максимальный крутящий момент — с 19 до 21,5 кг·м, что было достигнуто только настройкой системы управления двигателем. Если же сравнивать с базовым двигателем, то общее повышение составит: по мощности — почти 40%, по крутящему моменту — 30%. Интересно также сравнение с другим базовым двигателем Mazda 2.2 л 12 клапанов: максимальная мощность у нашего мотора по сравнению с ним выросла строго пропорционально увеличению объема — на 9%. А вот крутящий момент стал больше на 11%: на средних оборотах сказалось изменение формы камеры сгорания и проходных сечений клапанов.

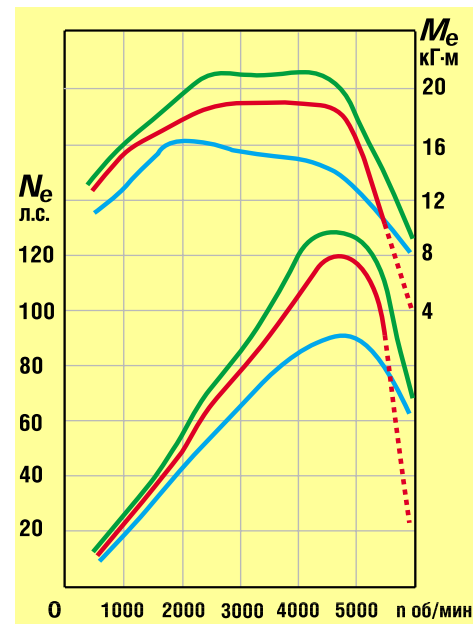
Много или мало?

Мы выжали из нашего двигателя все, что могли — больше уже не получится. И теперь немного знаем, что и как влияет на мощностные показатели. Поскольку вопросов читатели нам задают немало, попробуем ответить на некоторые из них.

Самый главный результат нашего эксперимента: мощность и крутящий момент двигателя определяются только его механической частью: объемом, фазами газораспределения, проходными сечениями каналов и длиной (настройкой) систем впуска и выпуска. Короче говоря, сколько сюда заложите, столько и получите. Задача же системы управления — лишь удержать уровень, заданный механикой, обеспечив при этом приемлемый расход топлива и токсичность выхлопных газов.

Поэтому всякие разговоры о волшебных результатах "чип-тюнинга" мы считаем безосновательными. Сколько можно прибавить настройкой системы управления? Пять, от силы семь процентов мощности. А механика легко даст в 3-5 раз больше.

Кстати, расход топлива у автомобиля вырос. Незначительно, если ездить спокойно, но замет-



После настройки системы управления мощность и крутящий момент увеличились во всем диапазоне частоты вращения:
— базовый двигатель 2.0 л 8 клапанов;
— форсированный двигатель 2.4 л;
— форсированный двигатель после настройки системы управления.

но, когда применяется стиль "газ-тормоз". Что же касается токсичности, то это более сложный вопрос. Отечественные нормы удовлетворяются автоматически, в том числе за счет обратной связи по датчику кислорода. Но вот, к примеру, принятый в других странах нормам автомобиль уже, скорее всего, не соответствует и испытаний по ездовым циклам не пройдет. Все это — естественная плата за повышение мощности. А по ресурсу форсированного двигателя у нас данных еще нет: пробег нового мотора составляет пока только 14 тысяч километров.

Если же оценивать форсированный двигатель в целом, то его преимущества, по нашему мнению, вовсе не в способностях автомобиля "ударить" первым со светофора или "положить" стрелку спидометра (хотя это теперь нетрудно). Стало легче ездить. В обычных условиях наших обычных дорог. Автомобиль стал с легкостью идти за педалью газа, его маневренность в городском потоке заметно улучшилась. И даже оказалась лишней одна из передач — четвертая. Ее можно теперь пропустить и переключить с третьей сразу на пятую.

Это означает, что коробка передач для нового двигателя уже не совсем подходит — вполне закономерный результат. И тоже требует доработки. Может быть, это будет еще одной темой для наших исследований.

АБС

Справка "АБС-авто". Форсировать двигатель любого автомобиля можно на "АБС-сервисе", тел.: (095) 945-74-40.