



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 топливopодачи 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 поговорку

«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 возвышается 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 $\varnothing 86$ 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 $\varnothing 89,5$ 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 эксплу-

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 $V_{к.с.}$:

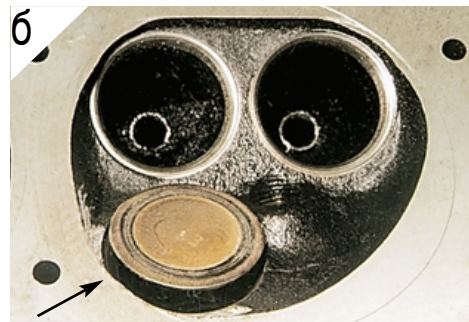
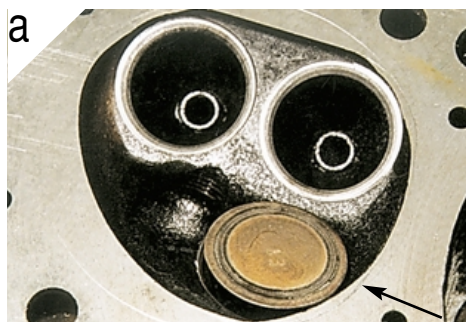
$$\epsilon = V_h / V_{к.с.} + 1,$$

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

где V_h — рабочий объем цилиндра; $V_{к.г.}$ — объем камеры в головке блока; $V_{к.п.}$ — 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).



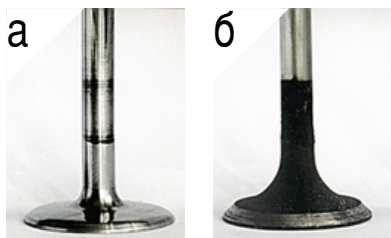
Прежде чем растачивать блок, необходимо определить, хватит ли толщины стенок.

приведем окончательный вид формулы:

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

где D — диаметр цилиндра; $\delta_{пр}$ — толщина прокладки; δ_n — 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 $\varnothing 89,5$ 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 «бу». 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, благо 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 маслонасос: 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 «бу» не найти, поэтому новые оси изготовили из стальной трубы — после цементации, закалки и шлифовки они ничуть не уступают «фирменным», но только

втрое 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 поговорки.

«...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.

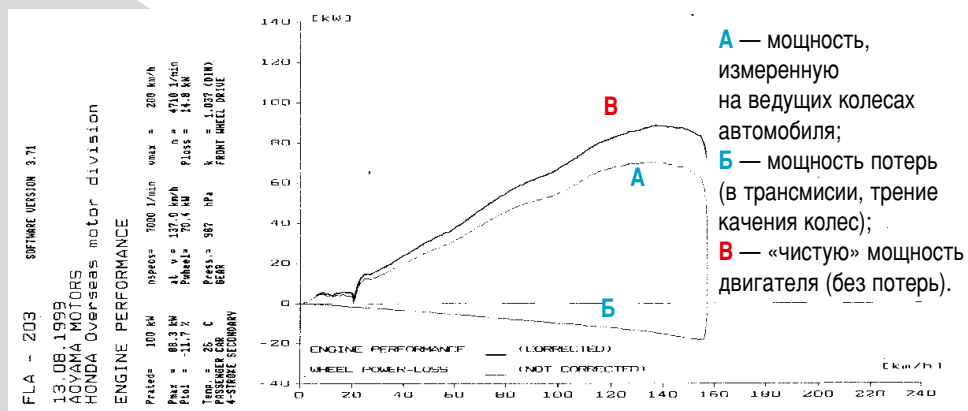
Стенд фирмы Bosch модели FLA203, установ-

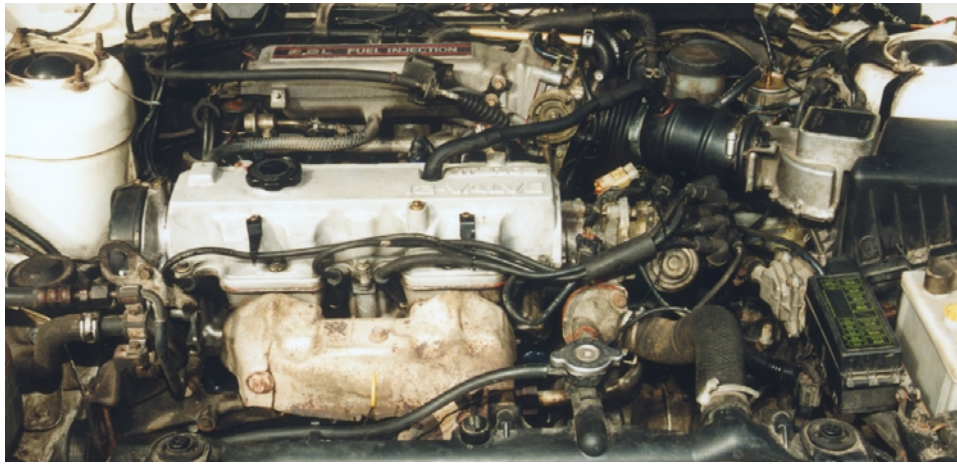


Мощной стенд FLA203 фирмы Bosch — прекрасный инструмент для испытаний двигателя. Компьютер управляет загрузкой колес автомобиля на беговых барабанах на всех режимах.



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.

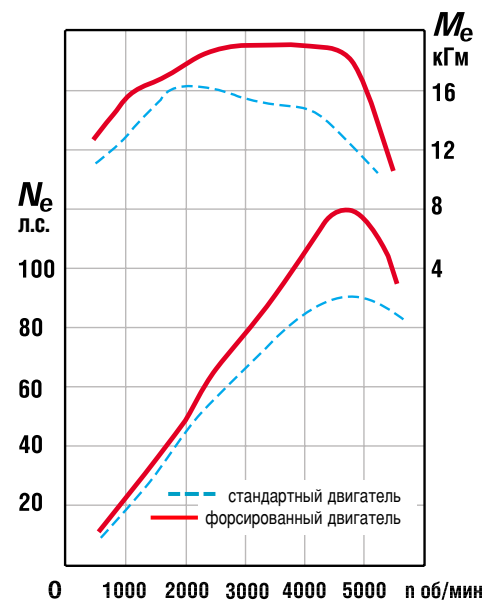
Получив такую характеристику нашего мотора, мы несколько удивились. Например, тому, что даже после 300 тыс. км пробега максимальная мощность оказалась больше паспортной на 1 л.с. (91 л.с. вместо 90). Но еще больше удивило то, что максимум этой мощности пришелся не на 6000 об/мин и даже не на 5500 об/мин, 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. 

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