

# Тюнинг: от идеи до практики

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

(Продолжение. Начало в № 7/2002)

**В предыдущей статье мы рассмотрели теоретические основы форсирования двигателя и наметили пути, по которым будем двигаться на практике. Сегодня мы попробуем сделать первые практические шаги.**

Прежде всего сформулируем задачу: требуется улучшить эксплуатационные характеристики автомобиля со стандартным двигателем, а именно, динамику разгона и максимальную скорость. Решение этой задачи предполагает вмешательство в конструкцию двигателя с целью повышения его мощностных характеристик.

Объектом наших опытов был выбран редакционный ВАЗ-21093, выпущенный в 2001 году, с пробегом всего 5 тыс. км. Совсем новый автомобиль, его двигатель объемом 1500 см<sup>3</sup> с невысокой степенью форсирования (литровая мощность около 36 кВт/л) — идеальный вариант для отработки и проверки всех способов форсирования.

## С чего начать?

Наверное, с покупки необходимых комплектующих? Или с разборки двигателя?

Не угадали. Вначале оценим исходные мощность и крутящий момент стандартного двигателя. Для этого автомобиль отправляется на мощностные испытания.

Существуют два варианта таких испытаний. Первый — снять двигатель с автомобиля, чтобы затем установить его на специальный испытательный стенд. Такими стендами оснащены



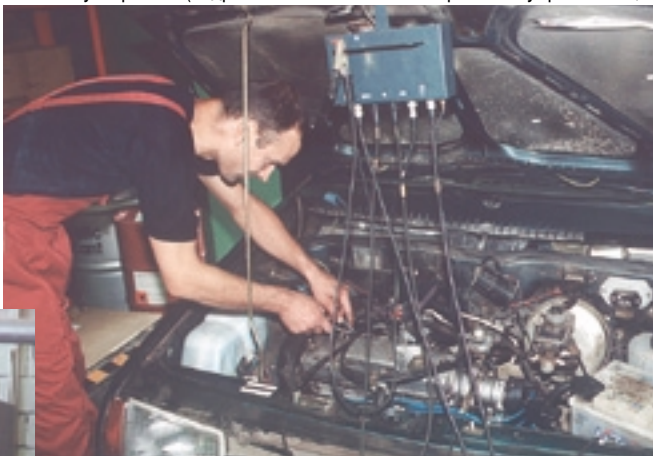
многие научно-исследовательские лаборатории и организации, связанные с отработкой процессов в автомобильных двигателях.

На стенде двигатель крепится к раме, а его маховик через специальную муфту присоединяется к валу тормоза (гидравлического или электриче-

ского). Тормоз нагружает работающий двигатель, при этом крутящий момент от вала передается на корпус тормоза и измеряется специальным датчиком. Такие испытательные стенды нередко снабжаются системами программного управления, что позволяет испытывать двигатели

не только на установившихся, но и на переходных режимах.

Такие стенды имеют ряд преимуществ. И в первую очередь это точность измерения всех параметров — частоты вращения, крутящего момента, мощности. Технически испытания весьма сложны — двигатель надо демонтировать, а затем снова устанавливать в автомобиль. Для нас такой вариант неудобен — долго, трудоемко, а значит, дорого.

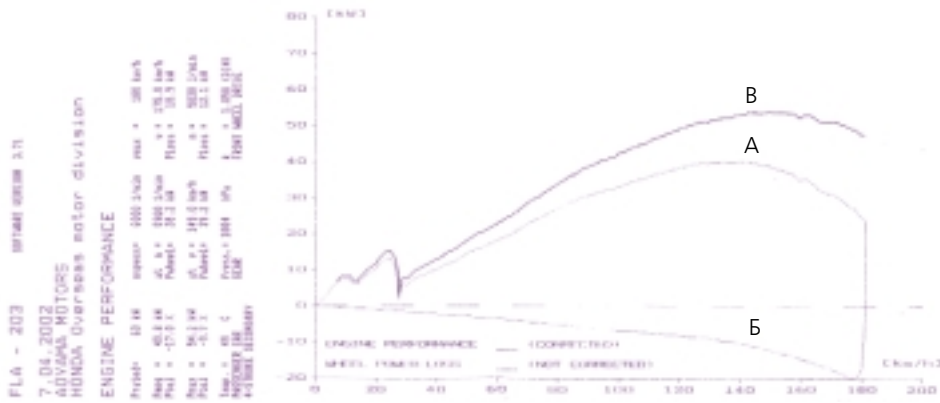


Мощностной стенд FLA203 фирмы Bosch — прекрасный инструмент для испытаний двигателя непосредственно на автомобиле.



Чтобы автомобиль не «слетел» с барабанов, поперечное смещение передних колес ограничивают роликами, а под задние колеса подкладывают колодки.





Протокол испытаний позволяет легко определить:  
 А — мощность, измеренную на ведущих колесах; Б — мощность всех потерь;  
 В — «чистую» (без потерь) мощность двигателя.

Имеются иные мощностные стенды для испытаний двигателя непосредственно на автомобиле. Один из них установлен в Сервисном Центре ЗАО «Аояма Моторс» — официального дистрибьютора фирмы Honda. Туда мы и отправили наш стандартный ВАЗ-21093.

мощности) запускают двигатель и разгоняют автомобиль на 1-й передаче. Далее дается полный «газ», и автомобиль плавно разгоняется на 4-й передаче. В это время непрерывно регистрируется и выводится на дисплей значение мощности на ведущих колесах.

### Как будем мерить?

Мощностной стенд фирмы Bosch модели FLA203 работает по следующему принципу: двигатель нагружается через трансмиссию автомобиля и его ведущие колеса, приводящие в движение тормозные барабаны.

Методика испытаний достаточно проста. Автомобиль устанавливают ведущими колесами на тормозные барабаны стенда, закрепляя здесь же специальные ролики, предохраняющие его от бокового съезжания. Задние колеса фиксируют колдками, препятствующими «выпрыгиванию» автомобиля с барабанов. Далее закрепляют датчики частоты вращения (на высоковольтный провод свечи 1-го цилиндра надевается клемма соответствующего кабеля) и температуры всасываемого воздуха. Теперь можно приступить непосредственно к испытаниям.

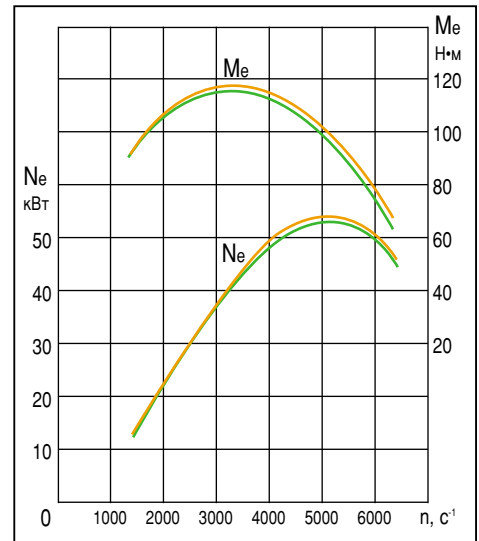
Стенд FLA203 — прекрасный инструмент для любых мощностных испытаний, поскольку позволяет проводить испытания на всех режимах — от работы двигателя на холостом ходу до движения с максимальной скоростью в режиме максимальной мощности. Для этого стенд имеет программное управление, причем вся необходимая информация отображается на дисплее в режиме реального времени, а в конце испытаний полученные данные могут быть распечатаны.

Важным преимуществом стенда является оперативность проведения испытаний — на один замер, т.е. определение параметров двигателя во всем рабочем диапазоне частоты вращения, уходит не более 10 минут. Делается это так. После программирования режима работы стенда (устанавливают максимальную скорость движения автомобиля, соответствующие ей максимальные обороты и предполагаемый диапазон изменения



Правильно установить распределительный вал без специального «разрезного» зубчатого шкива невозможно.

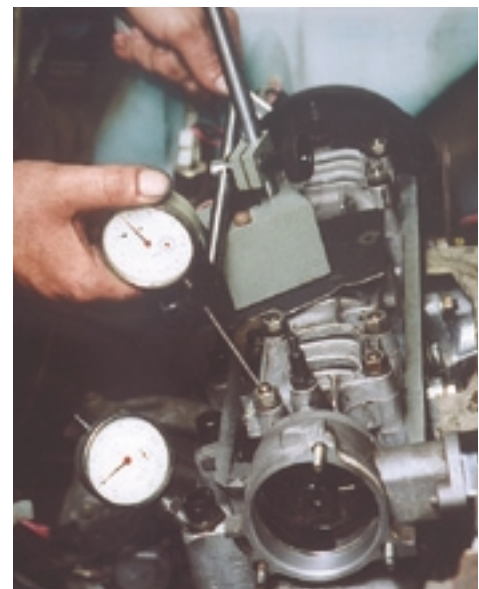
Заметим, что эта величина еще не есть собственно мощность двигателя, которая больше измеряемой на величину мощности потерянной на преодоление сил трения качения колес и сопротивления трансмиссии. Поэтому для получения значений искомой мощности двигателя выполняется специальная процедура: при достижении максимальной скорости резко, не сбрасывая «газа», выжимают сцепление, и сразу бросают «газ», одновременно переводя рычаг переключения передач в нейтральное положение. Система управления стенда начинает «обратный отсчет»: тормозит автомобиль, а точнее, его трансмиссию и ведущие колеса, измеряя величину мощности всех потерь. И, наконец, после остановки колес компьютер прибавляет эту величину к той, что получена на разгоне.



Внешняя скоростная характеристика стандартного двигателя ВАЗ-21083, полученная на стенде, вполне согласуется с заводскими данными:  
 — со штатным воздушным фильтром  
 — с воздушным фильтром K&N.

В результате получается «чистая», без влияния трансмиссии, характеристика мощности двигателя в зависимости от скорости автомобиля. Хотя, возможно, и не столь точная, как у исследовательских мощностных стендов: потери в трансмиссии непостоянны и зависят от многих факторов (температура масла, шин и др.), что вносит дополнительные погрешности, особенно на высоких скоростях. С другой стороны, двигатель испытывается в реальных условиях во время функционирования систем впуска, выпуска и управления, т.е. в момент их комплексного влияния на мощностные показатели. Поэтому ответ на вопрос о том, на каком стенде получаются более точные результаты, не столь однозначен, как может показаться на первый взгляд.

Точное положение распредвала относительно коленвала может быть найдено только с помощью индикаторов часового типа.





**«Стандарт» — он и в Африке...**

Результат испытаний нашего автомобиля — это протокол с графиком зависимости мощности двигателя от скорости автомобиля. Согласно протоколу максимальная мощность составляет 54,2 кВт при 5030 об/мин, что соответствует скорости движения автомобиля на 4-й передаче 149 км/час. По формуле

$$N_1 = 1,36 N_2$$

где  $N_1$  — мощность в л.с.,  $N_2$  — мощность в кВт, находим, что наш совершенно стандартный мотор выдает 73 л.с. при 5030 об/мин — цифра весьма близкая к паспортной (72 л.с. при 5600 об/мин).

Остается построить характеристику двигателя. Для этого необходимо связать скорость  $V$  автомобиля с частотой вращения  $n$  коленвала по формуле

$$n = \frac{5030 V}{149}$$

а также рассчитать крутящий момент  $M_e$ , зная мощность  $N_e$  на данных оборотах:

$$M_e = \frac{9550 N_e}{n}$$

после чего нанести полученные значения на график.

Получилась вполне стандартная для двигателя ВАЗ-21083 внешняя скоростная характеристика, причем максимальный крутящий момент (около 115 Н·м) достигается при 3300 об/мин — очень хорошее повторение заводских паспортных данных (110 Н·м при 3400 об/мин). Таким образом, при обкатке моторов на стенде Bosch FLA203 замеры мощности вполне достоверны, несмотря на потери в трансмиссии и на трение качения шин. Это наш ответ скептикам, поскольку в «тюнинговой» среде все еще бытует мнение, что подобные стенды занижают мощность двигателя.

**«Джентльменский набор»**

После мощностных испытаний исходного мотора наступает первый этап решения поставленной задачи. При этом мы не предполагаем сколько-нибудь серьезного «вторжения» в конструкцию двигателя, а остановимся пока на «поверхностных» работах, в том числе регулировочных.

При таких работах требуется специальный распределительный вал с измененными фазами газораспределения и подъемом клапанов. Наиболее доступны для этих целей распредвалы уфимской фирмы «МастерМотор». Они выпускаются несколькими вариантами для каждого типа отечественных двигателей (ВАЗ-«классика», 21083, 2110-16V, 1111, а также ЗМЗ-402, 406 и УЗАМ 331).

Для нашего двигателя ВАЗ-21083 имеется пять вариантов валов (их цена 3-3,5 тыс. руб.). Часть из них — «низовые», призванные в первую очередь увеличивать крутящий момент на низких



Настройка карбюратора и зажигания после установки нового распредвала занимает немало времени.

и средних оборотах, а вовсе не максимальную мощность. С другой стороны — самый «верховой» вал (по нумерации фирмы «МастерМотор» № 54) требует снятия и переделки головки блока. Поэтому, как разумный компромисс, мы выбрали вал № 52 — он тоже «верховой», но может быть без проблем установлен на место штатного.

К распредвалу обязательно нужен специальный шкив — с возможностью поворота зубчатого венца относительно ступицы, чтобы точно отрегулировать взаимное расположение коленчатого и распределительного валов. Обычный и наиболее распространенный вариант такого узла — разрезной шкив, выполненный из двух стандартных (стоимость около 900 руб.). Более сложные шкивы, к примеру, с алюминиевой ступицей, дороже (1200 руб. и более).

Если поставлена задача улучшить характеристики двигателя на высоких частотах вращения, стандартный карбюратор будет «тормозом» — его диффузоры и смешительные камеры (26-28 мм) не «пустят» необходимого количества воздуха. Поэтому желательно установить другой карбюратор с увеличенными проходными сечениями (свыше 3 тыс. руб.), тем более, если в перспективе мы планируем дальнейшее повышение мощности и крутящего момента. Вариантов здесь много: самые «навороченные» карбюраторы Solex имеют размеры смешительных камер до 34/34 мм, но такую технику лучше использовать при «глубоком» тюнинге, сопровождаемом увеличением объема двигателя.

И, наконец, воздушный фильтр. Штатный фильтроэлемент, даже после сравнительно небольших пробегов, обладает заметным сопротивлением, что при больших частотах вращения и нагрузках ограничивает расход воздуха. Чтобы исключить эти потери, применяют так называемые

мые фильтры нулевого сопротивления. Такие фильтры для разных двигателей, включая ВАЗ-21083, производит, к примеру, американская фирма K&N (около 2,5 тыс. руб.).

Итак, наш «джентльменский набор» потянул по минимуму почти на 10 тыс. руб., не считая установочных работ. Однако хочешь ездить быстро — плати за скорость.

**Тюнинг? Это просто...**

Замена распределительного вала на двигателе ВАЗ-21083 не представляет каких-либо трудностей и занимает несколько часов. Правда, с «тюнинговым» валом несколько сложнее — требуется специальная установка его положения.

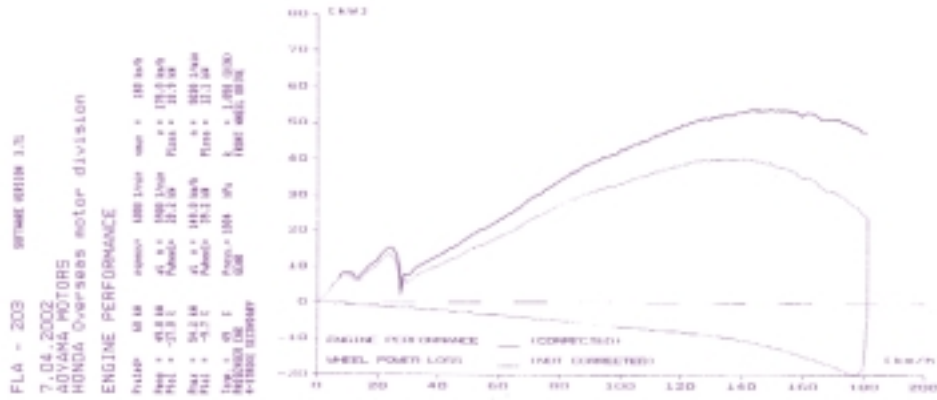
Для этого удобнее всего использовать два индикатора часового типа: один — для точного определения ВМТ по днищу поршня через свечное отверстие, второй — для определения высоты подъема клапанов 4-го цилиндра при их перекрытии. Как только правильное положение вала «поймано», затягиваются болты крепления венца

Фильтр K&N выглядит весьма респектабельно, но дает эффект лишь на больших оборотах, да и то в основном для двигателей с увеличенным до 1,6-1,7 л рабочим объемом.



к ступице шкива (ремень ГРМ, естественно, должен быть уже натянут).

После окончательной сборки всей «навески» начинается этап настройки системы управления. Зажигание устанавливается традиционным способом, а вот с настройкой карбюратора придется повозиться. Газоанализатор здесь не очень удачный помощник — он позволит настроить карбюратор лишь предварительно. Для более точной настройки нужен или стенд, или специальный прибор — «лямбда-метр». Последний представляет собой индикатор в цепи обычного  $\lambda$ -зонда, отражающий качество топливовоздушной смеси на разных режимах работы двигателя. Правда,



Протокол испытаний двигателя VAZ-21083 с валом № 52 фирмы «МастерМотор» — максимальная мощность возросла до 60,7 кВт (на 9 л.с.).

здесь есть одна трудность: для установки  $\lambda$ -зонда в выхлопную систему в приемной трубе необходимо просверлить отверстие и приварить гайку с соответствующей резьбой. По окончании настройки отверстие надо заглушить.

И, наконец, воздушный фильтр K&N устанавливают вместо штатного корпуса с фильтроэлементом с помощью специальных пластин и крепежа (входят в комплект фильтра).

Сделав несколько пробных поездок и убедившись, что машина вполне отвечает нашим ожиданиям, мы посчитали этот этап законченным (около 2,5 тыс. руб. за все работы). Оставались замеры на стенде.

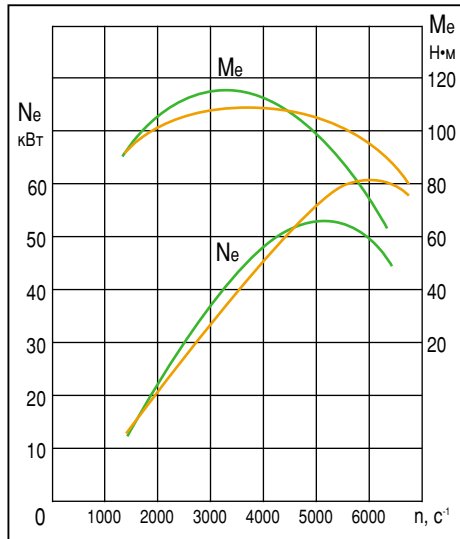
### Что получилось?

Повторное испытание на мощностном стенде показало: мощность двигателя заметно возросла — с 73 до 82 л.с.

Прибавка в 9 л.с. — это совсем немало. Правда, ощущается она только начиная с 4000 об/мин — на более низких оборотах обновленный двигатель (а именно так можно оценить наше вмешательство) проигрывает исходному стандартному.

Отметим, что проигрывает только на первом этапе тюнинга, пока реализован самый простейший вариант. В дальнейшем все характеристики можно будет «поправить» — для этого имеется немало возможностей. Но уже сейчас ясно — повышение максимальной мощности не дается даром. Как следует из полученных характеристик, максимальный крутящий момент упал почти на 10%, хотя при этом его характеристика здорово выровнялась, и в очень широком диапазоне оборотов (2000-5500 об/мин) момент стал практически постоянным.

Словом, мы получили совсем неплохой мотор для любителей спортивного стиля езды. Это — тоже результат. Теперь наш мотор легко раскручивается до 7000-7200 об/мин, и если правильно использовать его возможности, то машина становится заметно «веселее» на разгоне. Чего, собственно говоря, мы и добивались. Однако все возможности «простейшего» тюнинга на сегодняшний день уже исчерпаны — дальнейшее повышение



Внешняя скоростная характеристика двигателя с валом №52: кривая мощности сдвинулась в сторону высоких оборотов, а крутящий момент выровнялся, хотя и стал несколько меньше.  
 — стандартный двигатель  
 — форсированный двигатель

мощностных характеристик возможно только при более глубоком «вторжении» в конструкцию двигателя. Об этом — в наших следующих публикациях.



### Наша справка.

Получить необходимую консультацию и форсировать двигатели VAZ, VW и Opel можно в Специализированном моторном центре «АБ-Инжиниринг».  
 Тел. (095) 158-8153.  
 E-mail: ab@ab-engine.ru www.ab-engine.ru

Провести испытания автомобилей на мощностном стенде со снятием характеристик двигателя можно в Сервисном центре ЗАО «Аояма Моторс» по адресу:  
 г. Москва, ул. Новомосковская, д. 24.  
 Тел./факс: (095) 216-6810/6724/8483/2790/2572.  
 E-mail: aoyama.service@mtu-net.ru

# Bosch — Деталь ценою в жизнь

Название, вынесенное в заголовок, — чистейший литературный штамп. Но что делать, если именно таковой может оказаться цена во время незаменимых тормозных колодок. Или, к примеру, если они изготовлены без соблюдения необходимых требований к материалам и технологиям в одной из стран, ну хотя бы традиционного рисосеяния.

По этой причине каждый уважающий себя автолюбитель приобретает тормозные колодки известных производителей. О такой продукции мы писали и не собираемся в будущем прекращать эту тему.

Сегодня наша заметка посвящена продукции с известнейшим в мире именем — Bosch. Этот концерн известен, в первую очередь, производством высоконадежной электроники и электротехнических изделий. В то же время ассортимент продукции Bosch включает большую номенклатуру комплектующих к тормозным системам автомобилей разных марок. Само собой, торговая марка концерна — это гарантия того, что все подобные изделия тщательно проработаны и исключительно надежны.

Именно потому, когда на редакционном «Пассате» потребовалась замена тормозных колодок, было решено установить эти изделия фирмы Bosch.



Сама установка много времени не заняла. Колодки Bosch идеально «вписались» в тормозные суппорты передних и задних колес (на этой модели автомобиля все тормоза дисковые). Конечно, в комплекте колодок Bosch наличествовали и новые болты суппортов, покрытые фиксирующим составом.

С тех пор автомобиль пробежал более десяти тысяч километров. В ряде случаев происходило резкое торможение на скорости 170 км/час (при движении по загородным трассам). Никаких нареканий, да никто и не думал иначе, к эффективности работы тормозных механизмов за это время не было.

Визуально же, колодки практически не износились и должны прослужить еще очень долго.

