

Ремонт головки блока: как избавиться от притирки

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

Как известно, при ремонте головок блока цилиндров нередко обнаруживается износ клапанов. Клапаны при этом могут быть изношены по фаске (она приобретает характерную вогнутую форму), стержню и его торцу, по которому клапан контактирует с толкателем. Седло, работавшее в паре с таким клапаном, также имеет не лучший вид. Естественно, изношенные детали не могут нормально работать в отремонтированном двигателе.

Как обычно решают такую проблему? Разумеется, самое простое решение — заменить головку блока в сборе с клапанами на новую и забыть о проблеме. Но, как правило, простое оказывается далеко не лучшим. Новая головка блока — вещь дорогая, да и новые клапаны могут быть весьма недешевы, особенно если цену одного клапана надо умножить на их требуемое количество (16, 24, 32, а то и все 48). Кроме того, ГБЦ и клапаны на некоторые моторы могут оказать-

ся в «длинном» заказе, и их удастся получить не раньше чем через 2–3 недели, а то и месяц, что уже никак не назовешь не только простым, но и рациональным способом решения проблемы.

Вот тогда и встает вопрос о ремонте. Ремонт седел — операция традиционная и в общем-то хорошо известная. Менее распространен, но возможен и ремонт клапанов — когда стержень клапана практически не изношен, в то время как фаска тарелки и торцевая поверхность стержня

потеряли первоначальную геометрию в результате длительной работы в паре с сопряженными деталями (с седлом и толкателем соответственно). Во всех этих технологиях есть определенное количество вариантов — попробуем их рассмотреть.

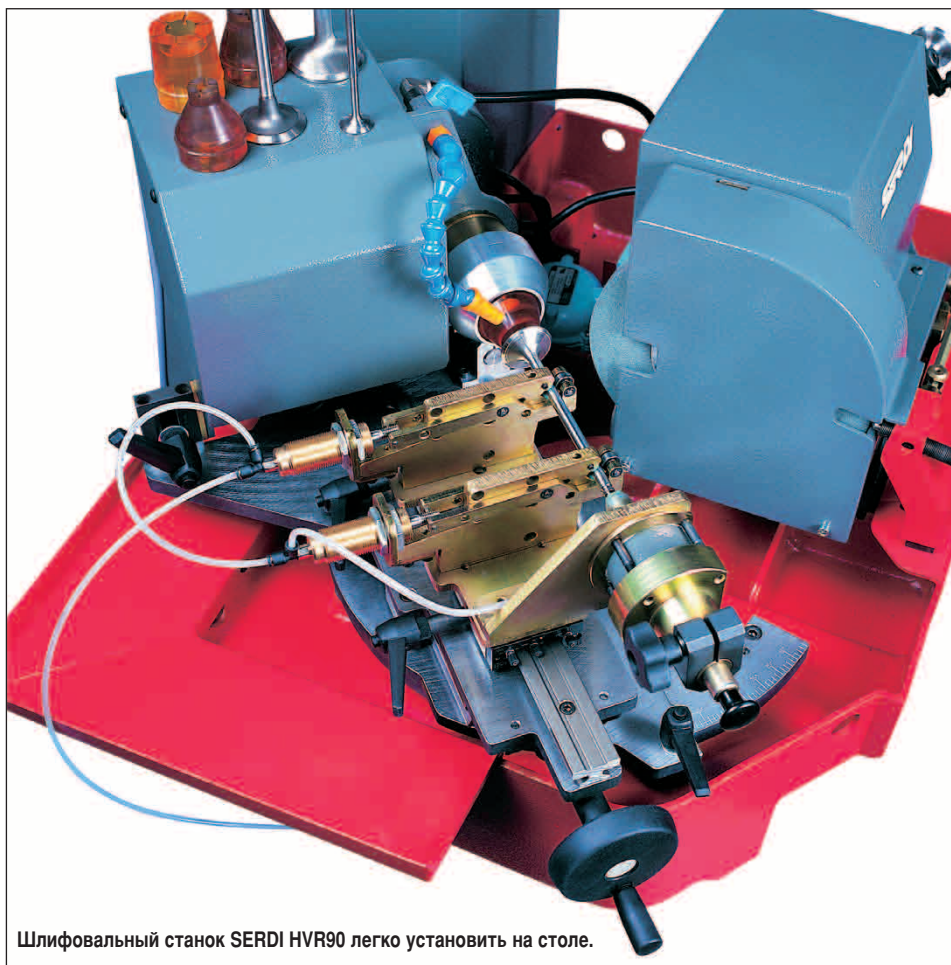
Дело мастера боится?

Некоторые «мастера», например, вообще не придают значения фаске и торцу клапана. Поправили седла ручными фрезами — и «в путь», берут и притирают изношенную фаску к седлу в надежде, что притирка все исправит. Даже проверяют потом посадку клапанов с помощью керосина — видимо, прочитали когда-то об этом в древних писаниях эдак полувековой давности. К сожалению, чудес не бывает — такую «работу» хорошей никак не назовешь, тем более что на торец стержня в подобных случаях обычно внимания совсем не обращают. В результате клапаны прогорают из-за неправильного сопряжения с седлом, и мотор стучит по причине «косяго» контакта торца с толкателем.

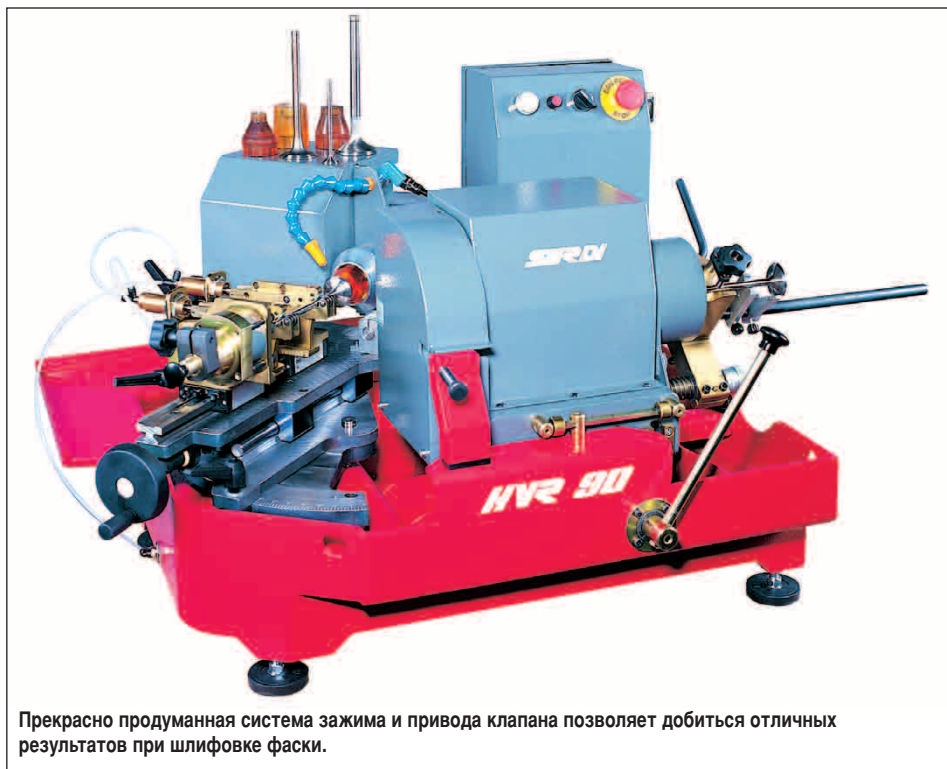
Более грамотные мотористы покупают специальный ручной инструмент для ремонта фаски клапанов. Споры нет, вещь известной фирмы красивая, да и недорогая. Но, к сожалению, имеет целый ряд недостатков. Так, с помощью этого приспособления практически не удастся исправить биение фаски относительно стержня, если такое имеет место. Кроме того, биение уже обработанной фаски в среднем получается довольно большим и редко выходит меньше 0,02–0,03 мм (фаска нового клапана «бьет» не больше 0,01 мм). В довершение всего резцы, используемые в приспособлении, формируют микропрофиль поверхности, весьма далекий от идеала, что требует обязательной последующей притирки для сглаживания микронеровностей. В общем, сил затрачивается порядком, а хорошего выходит мало. И, заметьте, везде требуется эта притирка. Видимо, неспроста...

О «доброй» притирке замолвите слово...

Притиркой, как известно, называют процесс «пристукивания» и «пришлепывания» клапана к седлу с абразивной пастой. Проводится такая операция вручную, с помощью соответствующе-



Шлифовальный станок SERDI HVR90 легко установить на столе.



Прекрасно продуманная система зажима и привода клапана позволяет добиться отличных результатов при шлифовке фаски.

но — криво и косо. Тогда, чтобы исправить ее «работу», и надо было притирать — долго и тщательно.

А какие двигатели ремонтировались в те далекие времена? Как правило, это были тихоходные нижнеклапанные монстры, которые нынче увидишь не во всяком музее. Их удельная мощность (на 1 литр объема) едва дотягивала до 25 л.с., обороты — до 3500, а степень сжатия 7,0 казалась пределом фантазии.

С какими же клапанами и седлами имели дело наши дедушки? В принципе, с такими же, как и сейчас, если не считать, что самый тонкий стержень клапана был 9 мм, а самая узкая фаска — около 3 мм.

А что мы имеем сегодня? Удельная мощность современных двигателей выросла почти в четыре раза, обороты — вдвое, степень сжатия перевалила за 11. При этом диаметр стержня клапанов уменьшился до 5,5–6,0 мм, а ширина фасок — в три (!) раза.

Несмотря на такие достижения мировой автопромышленности, у нас в России автосервисы по-прежнему, как и полвека назад, дружно трут. Притирают, понимаешь, седла к клапанам, а клапаны к седлам, невзирая на год выпуска, марку и модель двигателя. И нисколько не задумываются о том, что на дворе уже XXI век, и ему соответствует не только техника, но и давно применяемые во всем мире ремонтные технологии, включая оборудование для ремонта. Но нет, отдельные «ученые», видимо, настолько досконально, от корки до корки, изучили древние фолианты, что даже умудряются герметичность седел «на керосин» проверять! Хотя о чем это мы — такие умельцы обычно ничего не читают,

го приспособления, позволяющего вращать и «пристукивать» клапан. В результате этого отдельные неровности и погрешности седла и фаски клапана удается сгладить, что делает посадку клапана более плотной.

А когда ее, притирку, применяют? Очевидно, тогда, когда детали обработаны из рук вон плохо и криво. Тогда три сильнее и дольше и получишь то, что хотел — герметичность. Только никакого правильного профиля сопрягаемых поверхностей, углов там всяких на фасках уже не будет — паста все сотрет и сгладит.

А так уж она нужна, эта притирка? Ведь очевидно: чем точнее обработаны фаска и седло, тем меньше в ней, притирке, потребность. Например, в серийном производстве моторов такой процесс не применяется — не только по причине больших затрат времени, но и вследствие высокой точности обработки сопряженных деталей.

С другой стороны, притирка во многих случаях наносит значительный ущерб долговечности клапанного механизма. Например, на двигателях нередко применяются седла из специального чугуна и спеченных материалов. А они обладают пористостью, и во время притирки поры заполняются абразивом. В дальнейшем при работе двигателя абразив поступает в зону контакта клапана с седлом, что приводит к интенсивному изнашиванию сопряженных по-

верхностей. Особенно сильно страдают от притирки клапаны некоторых современных двигателей, у которых для улучшения теплоотдачи и снижения трения в материале седла содержится бронза.

Лет 50 назад чем обрабатывались, к примеру, седла клапанов? Правильно (как это вы догадались?), с помощью ручных фрез, в лучшем случае. Потому что хорошего оборудования для ремонта седел наша промышленность как-то не освоила. Как работает ручная фреза, тоже понят-



Торец стержня и его фаску HVR поправит за считанные секунды.

а любят народный фольклор, устные предания «старины глубокой».

Завидная консервативность, не правда ли? Помните Райкина: их бы энергию, да в мирных целях! И электрический ток вырабатывать. Потому как если ко всем «притирщикам» динамо-машину подключить, то энергии на целую ГЭС получить можно. На радость Чубайсу.

К сожалению, а может к счастью, автосервисы пока в РАО ЕЭС не входят. Поэтому делать все надо грамотно, ориентируясь не на дедушек в ватниках, а на современные технологии и знания процессов, происходящих в двигателе. Именно по этой причине все ремонтные технологии для клапанов и седел следует рассматривать в первую очередь с точки зрения потребности в притирке после обработки. Если притирки не требуется, то технология по точности обработки не уступает серийной, ее следует при-



Старый клапан (а) после обработки на станке HVR90 (б). Почувствуйте разницу...

знать удовлетворительной и рекомендовать для ремонтного производства. Напротив, если притирка необходима, то технология неудовлетворительна и применять ее нельзя (или, к примеру, применять допустимо, но только в исключительных случаях).

Так что же нужно, чтобы исключить притирку? Для этого необходимо сразу несколько условий. Очевидно, должна быть соосность седла и отверстия в направляющей втулке, с одной стороны, и фаски и стержня клапана — с другой. Первое дает оборудование для ремонта седел клапанов, второе — оборудование для ремонта самих клапанов. Общие требования к этим ремонтным процессам, исключая какие-либо финишные операции, в том числе притирку, довольно жесткие — оборудование должно обеспечивать несоосность (несовпадение и/или перекос осей на базовой длине детали) соответствующих поверхностей не более четверти рабочего зазора. В данном случае это зазор между стержнем клапана и втулкой. Почему же четверть, а не половина или треть? Для ответа рассмотрим этот вопрос более подробно. Но в уме запишем — технологии ремонта седел и клапанов тесно связаны друг с другом, и рассматривать их надо вместе. Иначе не избежать досадных ошибок.

Сколько-сколько?

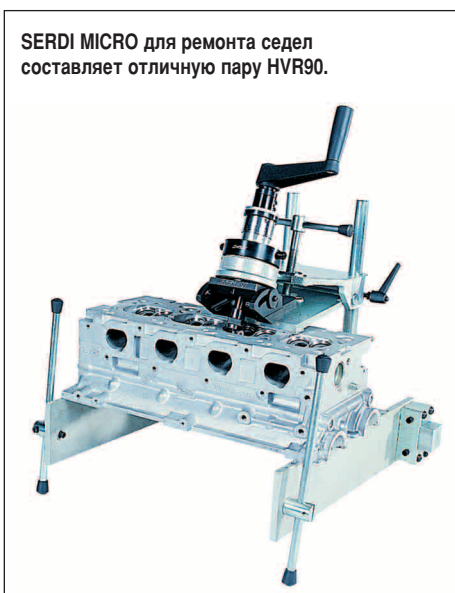
Допустим, седло и отверстие направляющей втулки абсолютно соосны. Тогда, очевидно, фаска клапана будет полностью прилегать к седлу только в том случае, если несоосность фаски и стержня не превысит половины рабочего зазора стержня во втулке (перекос осей фаски и стержня в первом приближении не учитываем).

Но несоосность возможна и между втулкой и седлом. Тогда, разделив допуски поровну, получим очевидный результат — для того чтобы исключить какие-либо финишные операции при ремонте седел и клапанов, необходимо выбранной технологией обеспечить несоосность втулки с седлом и стержня с фаской не более четверти рабочего зазора. Учитывая, что смещение оси одной из поверхностей относительно другой вызывает взаимное биение этих поверхностей, максимально допустимая величина этого биения будет вдвое больше смещения осей, то есть половиной от зазора во втулке.

Переведем дух и оценим результат. Если принять среднюю величину зазора между стержнем и втулкой 0,03 мм, то притирка не будет нужна в случае, если все взаимные биения поверхностей уложатся в 0,015 мм.

Результат вполне предсказуем — как и в любом другом соединении двигателя, все огрехи производства и ремонта должны быть меньше

SERDI MICRO для ремонта седел составляет отличную пару HVR90.



половины рабочего зазора. Но оценим этот результат еще и с точки зрения ремонтной практики. А здесь так — никакая ручная фреза для седел или ручное приспособление для ремонта фасок клапанов даже не приблизятся к этой цифре! По причине отсутствия жесткости инструмента относительно базы, от которой ведется обработка, или вовсе из-за отсутствия этой самой базы. Это значит, что применение «гаражного» инструмента просто обрекает «гаражников» на долгую и мучительную притирку.

Ну что ж, флаг им в руки, пусть трут. Нас же интересует не гаражный, а профессиональный ремонт — для него-то что выбрать?

Скоро сказка сказывается...

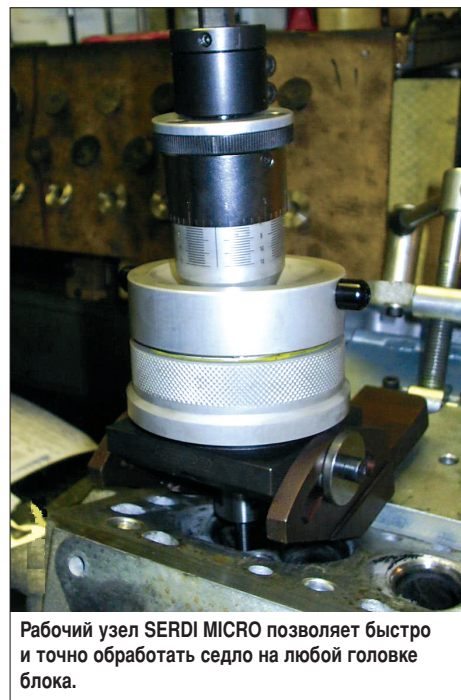
Первое, что пытались в недалеком прошлом внедрить на некоторых ремонтных предприятиях, — это универсальные станки. Так, для шлифовки фасок клапанов иногда приспособивали

доставшиеся в наследство от прошлых времен круглошлифовальные станки. Спору нет, хороший станок — и полдела сделано. Только вот не задача — у такого оборудования не предусмотрен зажим клапанов. Тоже не беда, проблему решали с помощью различных приспособлений, включая специальные патроны, цанговые зажимы и т.д. Тем не менее ремонт клапанов современных двигателей на таком оборудовании остается проблематичным независимо от усилий, потраченных на доработку станка.

Еще одно подобное «решение» — обработка фаски на токарном станке. Трудности те же, но следует прибавить отвратительное качество поверхности фаски, которое практически невозможно улучшить. Естественно, в дальнейшем весьма вероятны прогары таких клапанов.

Неудачей, как правило, оканчиваются и попытки использовать отечественные специализированные станки для шлифовки фасок клапанов. Это вообще отдельная тема. В целом такое оборудование, разработанное много десятилетий назад на основе неких иностранных аналогов, могло бы в какой-то степени удовлетворить потребности отечественного ремонтного рынка. Если бы не одно «но» — его недостаточная приспособленность для ремонта тонких клапанов современных двигателей.

Так, в те далекие времена, как мы уже отмечали выше, стержень клапана был жестким и прочным, поскольку имел диаметр в среднем 9–11 мм. Тогда все просто — зажимаем стержень в какой-нибудь патрон и шлифуем фаску без особых проблем. А теперь попробуйте то же самое сделать в таком патроне, если стержень 5,5 мм диаметром. Что, не получается? То-то...



Рабочий узел SERDI MICRO позволяет быстро и точно обработать седло на любой головке блока.



Вакуумтестер — неперенный элемент грамотной технологии ремонта ГБЦ.



Быстрая и надежная проверка герметичности посадки клапанов — без нее работа не может считаться законченной.

Проблема в том, что патрон-то не зажимает такой маленький стержень точно, да и тарелка консольно висит — шлифовальный круг ее легко отжимает. В результате биение фаски относительно стержня легко выходит за все допустимые пределы независимо от того, какой старый станок используется — универсальный или специализированный.

Не лучше обстоит дело и с оборудованием для обработки седел. Ручные фрезы мы уже рассмотрели — ничего хорошего с ними не выходит. Как правило, ничего путного не удается сделать и с помощью специальных шлифовальных машин для седел — по причине недостаточной жесткости ручных образцов или громоздкости стационарных монстров, что делает их использование для ремонта головок двигателей легковых автомобилей, особенно современных, весьма затруднительным.

В последние годы получили распространение более совершенные ручные машины — с режцовыми головками. Такие машины сегодня выпускают не только зарубежные, но и некоторые отечественные фирмы. В этих приспособлениях удается добиться существенно большей жесткости режущей системы и точности обработки, нежели у ручных фрез. Во многом этому способствует система самоцентрирования режущего инструмента относительно базы — отверстия в направляющей втулке.

К сожалению, далеко не все такие образцы отвечают необходимым требованиям — не всегда их конструкция действительно жесткая, что негативно отражается на точности обработки седел. Поэтому неудивительно, что все попытки добиться с их помощью взаимного биения седла и втулки менее 0,02–0,03 мм тоже обречены на провал. Точнее, на последующую долгую и тщательную притирку клапана к седлу. Что, в принципе, одно и то же. Так что же получается — выхода нет?

...Да не скоро дело делается

Поиск выхода из тупика, по нашему мнению, надо начинать с анализа рынка оборудования. Действительно, существует довольно много производителей профессионального оборудования для ремонта клапанного механизма. Но даже первый взгляд на их продукцию показывает интересную картину — многие фирмы специализируются на полной гамме станков для ремонта двигателей. Здесь и шлифовальные, и расточные, и хонинговальные для различных деталей и поверхностей — просто глаза разбегаются!

Ну что же, когда все, да еще в одном месте — это удобно. Но широкая универсальность и узкая специализация — вещи немного разные. Тем более что оборудование для ремонта головок и клапанов у этих фирм даже немного теряется среди мощных станин, шпинделей и суппортов.

В такой ситуации привлекают внимание специализированные фирмы, которые, вполне вероятно, «собаку съели» на ремонте клапанных механизмов. И такая фирма, одна из немногих, — французская SERDI, основу производственной программы которой составляют именно «головочные» станки, а не какие-либо другие.

Возможно, кому-то нужны самые мощные, высокопроизводительные и дорогие образцы. Такие среди широкого спектра станков SERDI имеются, включая прецизионные станки с уникальной тройной воздушной системой для сверхточного базирования режущего инструмента относительно направляющей втулки. Но это дорогостоящая техника, применение которой оправдано для крупных предприятий с большими объемами выпускаемой или ремонтируемой продукции. И действительно, эти станки успешно работают во всем мире, включая заводы многих автомобильных фирм. Более того, оборудование данной марки давно прописано у моторостро-

телей и команд «Формулы-1» — там, где точность важнее всего.

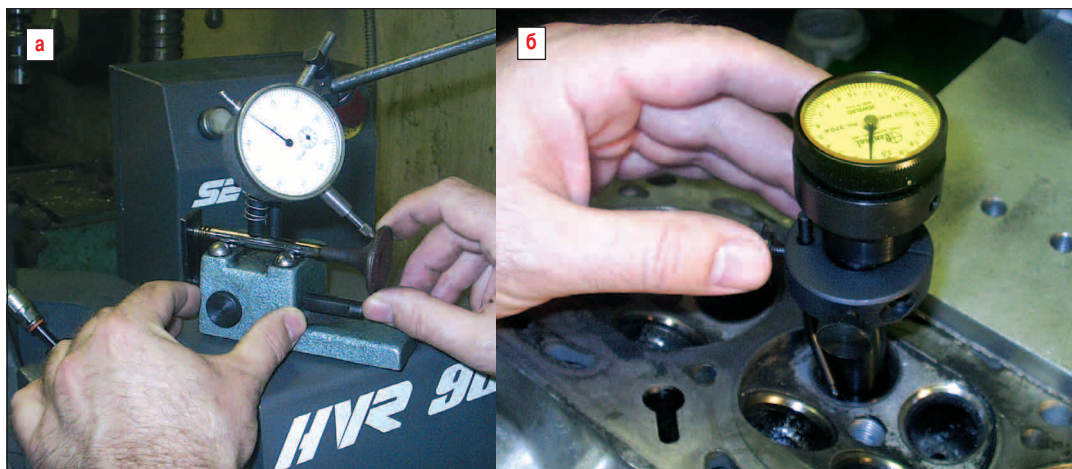
Но для нас, учитывая реалии отечественного рынка ремонтных услуг, наибольший интерес представляют именно недорогие позиции, доступные многим автосервисам. Поэтому мы выбрали только два станка, отвечающие, на наш взгляд, потребностям отечественных сервисов и моторных мастерских по главному критерию «качество—цена». Это портативный станок для седел SERDI MICRO и шлифовальный станок для фасок клапанов SERDI HVR90.

Начнем с HVR90. Небольшой настольный станок позволяет с одинаковым успехом шлифовать фаски любых клапанов длиной 70–290 мм и диаметром стержней 4–14 мм и тарелок 12–90 мм. Что неудивительно — в конструкции станка применены специальные роликовые призмы, прижатие стержня клапана к которым осуществляется автоматически пневмоцилиндрами при включении вращения клапана. Прижатие, что характерно, точное, жесткое и однозначное.

Но это не все — одновременно еще одним пневмоцилиндром происходит нажатие на торец стержня клапана и прижатие его тарелки к вращающемуся полиуретановому наконечнику шпинделя (он и вращает клапан). Последнее особенно важно — висящий на призмах клапан дополнительно фиксируется еще и по краям, что заметно повышает жесткость всей схемы и уменьшает отжим тарелки клапана от круга при шлифовании фаски. И никаких шариковых, цанговых, кулачковых и прочих патронов и зажимов!

Очень удобно и приспособление для шлифовки торца стержня — в течение считанных секунд обрабатывается не только торец, но и его фаска, если это необходимо. Ну а собственно шлифовка фаски тарелки занимает не более 5–10 секунд.

И что получается? Ставим готовый клапан на прибор, измеряющий биение фаски относитель-



Грамотный ремонт клапанного механизма предполагает проверку биения фаски клапана относительно стержня (а) и седла относительно направляющей втулки (б), для чего используются специальные измерительные приборы.

но стержня, — так и есть, биение не превысило три деления микронного индикатора, то есть 6 микрон, вдвое меньше, чем мы рассчитывали! Завидный результат, тем более что он дает возможность увеличить допуск на биение седла — с 0,010 до 0,015–0,020 мм. А это неплохо, ведь процесс шлифовки обычно точнее, чем резания, поэтому на последний хотелось бы иметь допуск побольше. Кстати, вот она, та самая связующая цепочка между ремонтом клапанов и седел — тут как тут!

Ну что ж, посмотрим теперь, что дает станок для обработки седел. SERDI MICRO снабжен специальной станиной UNICLAMP, она ставится на верстак, а уже на нее устанавливается головка блока. Станина имеет кронштейн, который одновременно позволяет прижать головку к станине и установить рабочий узел станка. Такая конструкция позволяет легко ориентировать станок на любых ГБЦ независимо от параллельности их плоскостей и угловых наклонов клапанов.

Рабочий узел включает в себя шпиндель с резцедержателем и лимбом с ценой деления в 0,02 мм и ходом 15 мм для определения глубины обработки, а также систему ориентирования, которая позволяет наклонять шпиндель до 30 градусов в продольном направлении и дополнительно центрировать его в пределах 8 градусов в любых направлениях. Этого достаточно для всех известных головок блока.

Система центрирования полностью механическая и позволяет практически «намертво» зафиксировать положение шпинделя простым поворотом соответствующего колеса на рабочем узле. А это важно, поскольку отсутствуют различные нежесткие или недостаточно жесткие элементы в креплении шпинделя. Например, не используются разного рода магниты, нередко применяемые в аналогичных станках других производителей: магнит в системе центрирования требует идеально плоской подложки, в противном случае возникает люфт, резко снижающий точность обработки.

Еще одна интересная особенность и преимущество — в станке используются такие же твердосплавные резцы, резцедержатели и пилоты, что и в полноразмерных станках SERDI. Кстати, на станке могут применяться резцы любого профиля, но наиболее удобны так называемые мультиугловые, которые сразу формируют полный профиль седла — и рабочую, и примыкающие фаски. Такие резцы имеют всевозможные углы и ширину фасок — что называется, на любой вкус. По каталогу фирмы всегда можно заказать и получить не только любой резец, но и пилот для направляющей втулки любого диаметра из огромной номенклатуры этих изделий.

Еще одно преимущество — станок комплектуется вакуумтестером для проверки герметичности клапанов после обработки. Это имеет принципиальное значение, поскольку без нормальной проверки невозможно оценить качество ремонта (керосин не в счет — эту проверку оставим «истинным ценителям»). Вакуумтестер работает от воздушной сети, за счет эжекции создается разрежение в рабочей части прибора, которое измеряется вакуумметром. Для проверки достаточно поставить клапан в головку блока (не собирая пружину), установить на прибор специальную насадку, близкую по форме к отверстию канала, прижать ее к отверстию и нажать кнопку — прибор покажет разрежение в канале, которое не должно быть меньше 0,6 кг/см².

Теперь осталось попробовать станок SERDI MICRO в деле. Устанавливаем головку блока, настраиваем вылет резца (это делается быстро с помощью специального приспособления, в которое вставляется клапан) и обрабатываем последовательно несколько однотипных седел «как чисто». Теперь ставим специальное измерительное приспособление для определения взаимного биения седла и клапана и проверяем, что получилось.

А получилось следующее — из 4 обработанных седел одно имеет биение примерно 0,03 мм,

два — в пределах 0,04–0,05 мм и одно — около 0,06 мм. Проверяем на вакуум — везде одинаковая герметичность, разрежение примерно 0,7 кг/см². Непонятно почему, но биения седел вышли за те допустимые пределы, о которых мы говорили выше...

Обрабатываем еще раз, более медленно и аккуратно — уже лучше, биения лежат в пределах 0,03–0,05 мм. Становится понятно — вручную не удастся абсолютно точно установить рабочий узел станка, да и усилия при вращении шпинделя рукояткой, вполне возможно, вносят свой вклад в погрешность обработки. Нельзя исключить и погрешность са-

мого измерения. Но интересно, что еще одна повторная обработка седел с максимальной тщательностью все-таки привела к уменьшению биения некоторых седел почти до приемлемого уровня — 0,02–0,03 мм.

Итак, в конечном счете, получается суммарное биение седла и фаски клапана несколько больше, чем мы рассчитывали. Причем основной вклад в это биение вносит погрешность обработки седла, а не фаски клапана. Интересно, а как обстоит дело с новыми заводскими деталями — головкой блока и клапанами? Берем новую ГБЦ марки ВАЗ и такие же клапаны, измеряем и... получаем биение седел около 0,03–0,04 мм, а фасок клапанов в пределах 0,01 мм — практически то же самое, что мы получили при ремонте.

Что это значит, понятно — применяя хорошее оборудование для ремонта клапанов и седел, притирку, в самом деле, можно упразднить, подтверждением чего мы и добились нашим экспериментом. И подтвердили — оборудование SERDI действительно позволяет создать надежную технологию ремонта, по результатам близкую к технологии массового производства. Но можно ли совсем исключить пресловутую притирку из технологии ремонта? В принципе, да, но делать такое исключение надо осторожно, что называется, с умом, а именно — с обязательной проверкой и перепроверкой результатов. А как же иначе? **АБС**

Наша справка: получить консультацию, посмотреть в действии и приобрести оборудование SERDI, а также качественно отремонтировать головку блока, коленчатый вал, блок цилиндров или весь двигатель можно в Специализированном моторном центре «АБ-Инжиниринг».
Тел.: (095) 787-3212, 158-7443,
www.ab-engine.ru

таким же — не водить же их, в самом деле, сорок лет по пустыне. Да и нет у нас в запасе этих сорока лет...

А может, лишить «рукастого» права самостоятельной замены масла и фильтров? Кстати, это хорошо сочетается с тезисом о лицензировании, озвученным в начале этой главы. Понимаю, что запретить продажу моторных масел и фильтров в магазинах в одночасье не реально, — слишком многое здесь завязано. Но зато замена масел и фильтров на аттестованных сервисах, да еще под контролем экологических служб, исключит сливание в реки шести тысяч условных цистерн с «отработкой», о которых говорилось выше.

«Ха-ха, — скажет мой оппонент, — по этой логике надо запретить и продажу топоров. А вдруг ваш «рукастый» начнет ими калечить и убивать?»

Уверяю вас: если бы половиной купленных топоров рубились не дрова, а головы, продажу этих древних орудий труда запретили бы. Или, как минимум, отпускали бы их по специальным разрешениям и охотничьим билетам. А как же — оружие! Убивает «весомо, грубо, зримо»!

Позвольте спросить: а половина всей «отработкой», выливаемая в воду и на землю, — это что, не оружие? Конечно, оружие, причем — химическое, убивающее тайно и медленно. И продающееся, между прочим, свободно...

Эпилог

Словом, проблема назрела. Остается совсем немного времени, чтобы решить ее. Поэтому журнал обращается к руководителям всех рангов, специалистам-экологам, работникам автосервисов, водителям и даже к многократно упомянутому нашему «рукастому»: давайте прекратим самоуничтожение!

Вспомним слова американского поэта Роберта Эберхарта: «Не бойся врагов, в худшем случае они могут тебя убить; не бойся друзей, в худшем случае они могут тебя предать. Бойся равнодушных — они не убивают и не предадут, но с их молчаливого согласия происходят все предательства и убийства на земле».

Так давайте же не будем равнодушными к судьбе будущих поколений! Пусть ходят по чистой земле, пьют чистую воду, едят чистые продукты, разъезжают на чистых автомобилях. А наше дело — «вычистить конюшни». Гераклу это удалось. А мы что — хуже?

P.S. На сайте Правительства Москвы автор статьи прочел любопытную фразу: «Разработана документация на техническое оборудование по утилизации отработанных автомобильных масляных фильтров». Интересно было бы взглянуть — если не на оборудование, то хотя бы на документацию.

АБС

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

Дело



Ремонт двигателя без проверки герметичности каналов охлаждения и смазки головки блока цилиндров, да и самого блока, — рискованное дело, грозящее неприятными последствиями. Между тем, существует надежный способ гарантированно их избежать.

Важный этап восстановительного ремонта двигателя — его разборка и обследование с целью определения технического состояния узлов и деталей. При осмотре головки блока цилиндров обычно первоочередное внимание обращают на степень износа деталей газораспределительного механизма. Чаще этим и ограничиваются, забывая о том, что при эксплуатации возможны повреждения корпуса головки. Его участки, непосредственно образующие камеры сгорания двигателя, испытывают высокие циклические нагрузки, механические и тепловые. Одним из последствий их совместного воздействия является то, что с течением времени в теле головки могут образовываться трещины.

Бомба замедленного действия

Образование трещин в ГБЦ — явление не экзотическое, а, напротив, довольно распространенное. Наиболее подвержены ему головки дизельных двигателей, поскольку они работают в условиях наибольших нагрузок. В первую очередь, это головки, изготовленные из чугуна, уступающего алюминиевым литейным сплавам в пластичности. Но и в алюминиевых ГБУ трещины не редкость. Поэтому некоторые автопроизводители (например, VW) даже допускают наличие трещин на корпусе головок ди-

зельных двигателей при условии, что они не сквозные и их размеры не превышают установленных пределов.

Обычно трещины появляются в местах, которые характеризуются наибольшими градиентами температур: в районе форкамеры, между седлами впускных и выпускных клапанов и так далее. ГБЦ бензиновых двигателей, алюминиевые и чугунные, повреждаются реже, и в основном по причине нарушения теплового режима двигателя, перегрева или наличия внутренних дефектов литья в виде раковин или скрытой пористости.

Любая трещина в теле головки, даже небольшая, представляет собой потенциальную опасность. Являясь концентратором напряжений, она с течением времени развивается, увеличиваясь в размерах. Трещина опасна не только уменьшением механической прочности головки. В зависимости от характера и местоположения она может привести к ослаблению посадки запрессованных в головку деталей: клапанных седел, форкамер, направляющих втулок клапанов. Но наиболее угрожающие последствия для работоспособности двигателя возможны в тех случаях, когда развитие трещины приводит к нарушению герметичности проходящих внутри головки каналов систем смазки и охлаждения.

Недаром в «правильных» руководствах по эксплуатации автомобилей приводится разумный совет: почаще обращать внимание на состояние

— В ВОЛШЕБНЫХ ПУЗЫРЬКАХ



Работа начинается с установки ГБЦ на подвижную монтажную раму. Предварительно на отверстия рубашки охлаждения в боковой поверхности головки установлены заглушки, одна из них — со штуцером для подвода воздуха.

охлаждающей жидкости в расширительном бачке системы охлаждения. Присутствие в ней следов моторного масла или запаха отработавших газов — верные приметы, указывающие автовладельцу на грядущие проблемы и неминуемую потерю денег. Если причина не в поврежденной прокладке головки блока, то, скорее всего, — в скрытой в головке трещине. Причем первая «примета» — следствие того, что трещина соединяет канал смазки и охлаждения друг с другом. Поскольку давление в системе смазки выше, происходит просачивание масла в охлаждающую жидкость. Последствия — скрытые, неконтролируемые утечки моторного масла и снижение эффективности охлаждения двигателя вследствие образования эмульсионной смеси антифриза и масла.

Вторая, более распространенная «примета» говорит о проникновении в систему охлаждения отработавших газов и пророчит более серьезные последствия. В этом случае трещина соединяет рубашку охлаждения с камерой сгорания двигателя, и процесс развивается в двух направлениях. Под действием высокого давления, создающегося в камере сгорания при воспламенении смеси, система охлаждения через трещину наддувается горячими выхлопными газами. После остановки двигателя, когда давление в цилиндре становится меньше, чем в системе охлаждения, в него тем же путем просачивается охлаждающая жидкость. Обладающая неплохими моющими свойствами, она вычищает внутренности камеры сгорания, заодно смывая со стенок цилиндра смазку. Часть охлаждающей жидкости на неработающем двигателе поступа-

ет в картер и смешивается с моторным маслом, ухудшая его смазывающие свойства. Помимо этого, наличие трещины приводит к падению компрессии, снижая способность топливной смеси к воспламенению. В результате в двигателе наблюдаются пропуски воспламенения, он быстро перегревается и работает буквально «на износ».

Упомянутые явные симптомы разгерметизации каналов смазки и охлаждения становятся заметными, когда трещина достигает внушительной величины. В то же время она начинает свою жизнь с

микроскопических размеров и до поры никак себя не проявляет. Это означает, что отсутствие на момент ремонта двигателя внешних проявлений, говорящих о наличии трещин во внутренних полостях головки, не может служить гарантией того, что механизм «бомбы замедленного действия» уже не запущен.

Стоит отметить, что не всегда в разгерметизации рубашки охлаждения головки виноваты высокие нагрузки и температуры. Довольно часто ее причиной является коррозия. Она повреждает посадочные поверхности технологических отверстий системы охлаждения, в которые запрессовываются заглушки. Со временем коррозия приводит к образованию сквозных отверстий по периметру заглушек и утечкам теплоносителя. Неисправность очень коварна, так как обнаружить причину потери охлаждающей жидкости непросто.



Каналы системы охлаждения, открывающиеся в привалочную плоскость головки, закрываются уплотняющими прокладками.

Визуальное обследование головки не всегда позволяет обнаружить трещины в ее корпусе. Во-первых, они хорошо замаскированы слоем нагара и могут иметь незначительные размеры. Во-вторых, часто трещины открываются не на внешнюю поверхность головки, а в ее внутренние полости (каналы системы смазки и охлаждения) или же могут скрываться под седлами клапанов, форкамерами, направляющими втулками. В таких случаях не поможет и применяющийся иногда метод «проявления» трещин пескоструйной обработкой поверхности головки.

Как быть в таком случае? Ограничиться внешним осмотром и далее положиться на удачу? Это очень рискованный путь. Известно немало случаев из практики, когда



На прокладки устанавливается прозрачная плита, изготовленная из оргстекла. Она позволит осматривать поверхность головки при испытаниях.

только что восстановленный двигатель, ремонт которого стоил клиенту многих десятков тысяч рублей, оказывался неработоспособным. Авторемонтные предприятия, которые не радуют перспектива за свой счет переделывать дорогостоящую работу и терять авторитет в глазах своих клиентов, давно включили в перечень обязательных работ, выполняющихся при ремонте двигателя или ГБЦ, операцию проверки скрытых полостей головки на герметичность. При наличии специализированного оборудования она выполняется быстро и стоит клиенту не очень дорого.



Плита надежно прижимается мощными струбцинами.



Сжатый воздух подается в полость головки через шланг с быстросъемным разъемом.

Разминирование

Прежде чем рассказывать о технологии проверки герметичности внутренних полостей ГБЦ, еще раз напомним, в каких случаях ее следует выполнять. В идеале — во всех без исключения, когда выполняется ремонт двигателя или головки. Особенно в следующих:

- если при эксплуатации двигателя отмечались симптомы, указывающие на нарушение целостности внутренних каналов ГБЦ;
- если поводом для ремонта послужил перегрев двигателя, как правило, чреватый образованием трещин;
- когда ремонтируется дизельный двигатель, особенно с ГБЦ, изготовленной из чугуна;
- после заварки трещин в легкосплавной головке для проверки качества выполненных сварочных работ;
- при приобретении бывшей в употреблении головки взамен вышедшей из строя.

О последнем случае стоит сказать особо. Стоимость новой головки блока для подержанного импортного автомобиля, даже без газораспределительного механизма, может превышать уровень 1000 EUR. Ее приобретение нередко оказы-



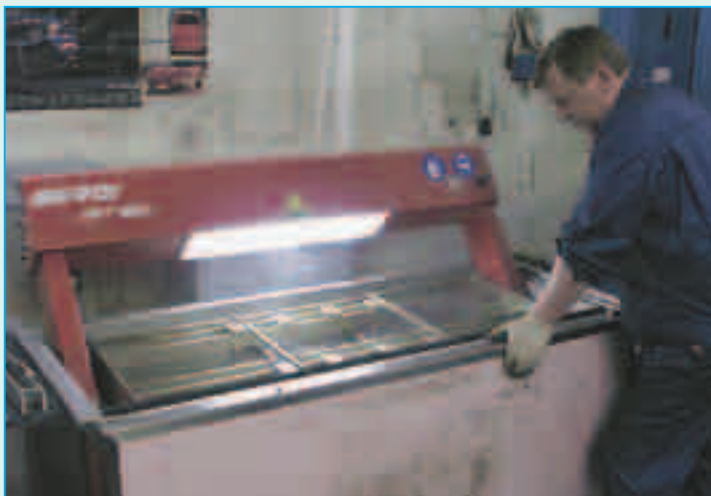
Установка снабжена вентилем и манометром для регулировки и контроля давления.

вается экономически нецелесообразным, так как цена ГБЦ может быть сравнимой с остаточной стоимостью автомобиля. Одно из возможных решений — покупка «бэушной» головки.

Идя таким путем, нужно помнить, что качество головок для автомобилей производства конца 80-х — начала 90-х годов, предлагаемых на разборках, очень низкое. Даже если внешний вид головки не вызывает подозрений, устанавливать ее на двигатель без проверки герметичности — опасное занятие. Еще свеж в памяти пример, когда клиент, искавший ГБЦ для «опелевского» дизеля,

намаялся вдоволь: ему пришлось привезти в моторный центр ни много ни мало — пять головок! В четырех из них были обнаружены скрытые трещины. Потеря клиентом времени на их поиски — ничто в сравнении с экономией денег, которые ему пришлось бы заплатить за то, чтобы демонтировать головку, собрать и отрегулировать следующую, а затем установить ее на место. И так пять раз! Согласитесь, убедительный пример важности контроля герметичности ГБЦ.

Наиболее удобно и быстро его можно осуществить, используя специально предназначенные для этого установки. Они разрабатываются и изготавливаются рядом зарубежных фирм. Принцип действия установок основан на опрессовке внутренних полостей головки с помощью сжатого воздуха. Предварительно исследуемая полость, например, рубашка охлаждения, заглушивается. С этой целью привалочная плоскость головки герметизируется с помощью резиновых прокладок и плиты, выполненной из оргстекла большой толщины. На отверстия охлаждающего контура, выходящие на боковые поверхности головки, также ставят заглушки. Через одну из них, снабженную штуцером, внутрь испытываемой полости пода-



Дана команда «на погружение».



Исследуемый агрегат (в данном случае головку блока) можно автоматически вращать на 360°.



Пузырьки воздуха наглядно показывают местоположение трещины. В данном случае она находится вблизи одной из опор распределительного вала.

ется сжатый воздух при давлении 4-6 бар.

Головка погружается в воду, которой наполнена термоизолированная ванна. В воде, температура которой поддерживается около 70°C, головка нагревается до ее рабочей температуры. Благодаря тепловому расширению металла, вскрываются все трещины, даже те, что были закрыты при комнатной температуре. Местоположение трещин определяется визуально, по истечению сжатого воздуха



Не прошло и десяти минут, как к обследованию готов очередной объект — ГБЦ двигателя МВ.

не только головок, но и блоков, включая и V-образные. Появление сквозных трещин в блоках — явление более редкое, но не менее опасное для работоспособности двигателя. Не составит труда определить место течи в радиаторе. Опрессовкой можно не только проверить герметичность контура охлаждения или смазки, но и установить характер видимых трещин, сквозные они или нет. С помощью установки

«шебные пузырьки» гарантированно покажут наличие и место неисправности.

Подробно особенности процесса опрессовки ГБЦ показаны на иллюстрациях. Испытаниям подвергались головки 4-цилиндрового бензинового мотора Mitsubishi и 6-цилиндрового дизеля Mercedes-Benz. Работа выполнялась на специализированной установке, которая обладает характеристиками, делающими ее эксплуатацию экономичной, а работу — удобной. Термоизолированная ванна имеет большие размеры; предусмотрено искусственное освещение рабочей зоны; погружение испытуемого агрегата и его вращение автоматизированы. Установка комплектуется набором приспособлений для подготовки объекта исследования к опрессовке. Все вопросы практической работы продуманы настолько, что проверка герметичности внутренних полостей ГБЦ занимает буквально несколько минут.

Нельзя не упомянуть о другом аспекте применения установки, экономическом. Установка для опрессовки относится к категории технологического оборудования, которое характеризуется минимальным сроком окупаемости. Действительно, стоимость оборудования — доступная, эксплуатационные затраты — минимальные, производительность — очень высокая. К этому можно прибавить существующий дефицит подобных услуг на рынке авторемонта. Все факторы говорят за то, что с помощью установки можно не только эффективно решать проблемы ремонта двигателей, но и зарабатывать деньги, предоставляя услуги по опрессовке автомобильных агрегатов. Опять же, благодаря «волшебным пузырькам».



У этого агрегата обнаружено две «болевых точки». Одна из них — трещина под седлом выпускного клапана.



Вторая — негерметичность корпуса вблизи одного из выпускных каналов.

из полости головки, сопровождающемуся образованием «волшебных пузырьков». Для удобства поиска мест утечки установка позволяет вращать головку вокруг продольной оси на 360°.

Габаритные размеры ванны некоторых моделей установок позволяют проводить опрессовку

можно проконтролировать герметичность посадочных поверхностей направляющих втулок клапанов. Случается, что масло попадает в камеру сгорания именно этим путем, а не по стержню клапанов, через изношенные маслосъемные колпачки и отверстия втулок. Во всех случаях «вол-

Опрессовать головку и блок цилиндров, а также выполнить ремонт этих деталей можно в **СМЦ «АБ-Инжиниринг»**.
Тел.: (095) 158-7443, 787-3212.
www.ab-engine.ru

Ремонт головок блока цилиндров: Цена несоосности

Часть 1



ИГОРЬ ПЕТРИЦЕВ, директор фирмы «Мотор Технологии» (С.-Петербург)

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

То, что головка блока цилиндров (ГБЦ) — один из наиболее важных и ответственных узлов двигателя, никому объяснять не надо. На долю ГБЦ совместно с клапаным механизмом приходится почти половина всех дефектов, связанных с двигателем. Естественно то особое внимание, с которым профессионалы относятся к технологиям и оборудованию, применяемым при ремонте головок блока цилиндров. Потому что в этом деле, как и во всем, что связано с моторным ремонтом, не без хитростей.

«...Э-э, да у вас детали были плохие. Видите, направляющие оказались из мягкого материала, да и клапана кривые — вот и изнашивались. А мы тут ни причём...».

Знакомый разговор? Наверное, кое-кто из владельцев автомобилей уже попал в подоб-

ную ситуацию. Да и недоумение работников автосервиса тоже как-то можно понять — вроде все делали правильно, так нет, поди ж ты.... Тем не менее, проблема быстрого износа и даже поломки деталей клапанного механизма после ремонта двигателя существует.

В прошлом нередко данная проблема решалась предельно просто — виновником объявлялись запчасти, за качество которых сервисы старались снять с себя всякую ответственность. И часто это получалось, или, как говорится, «прокатывало» — удрученный клиент покупал новые детали и заново платил за работу, ругая последними словами нечистых на руку торговцев, торгующих всякой дрянью, а также, в зависимости от родословной своего автомобиля, отечественный или импортный автопром, ее, эту дрянь, производящий.

Нынче времена уже не те, люди становятся грамотнее — и технически, и юридически, и просто так второй раз за одно и то же платить не станут. Хотя спору нет — некачественные запчасти еще встречаются, и отечественные, и импортные. И действительно, провоцируют быстрые износы и поломки в двигателе после ремонта. Это, в самом деле, большая проблема и одновременно — тема для отдельного разговора. Но нас более всего интересует такой вопрос — а вдруг запчасти были нормальные, проверенные, а износ или поломка все равно случились? Скажете, не бывает? Еще как бывает! Более того, на деле это происходит значительно чаще, чем кажется на первый взгляд.

Герметичный — значит ...

Чтобы понять суть проблемы, надо посмотреть, как работает отдельно взятый клапан. Как известно, главная его задача — надежно (читай — герметично) уплотнить полость цилиндра и камеры сгорания. То есть в закрытом положении не пропустить ни воздух, ни продукты сгорания топлива — ни в камеру, ни обратно.

Как решается такая техническая задача? Довольно просто — надо, чтобы уплотнительная фаска на тарелке клапана точно прилегалась к седлу. По всей окружности и по определенной ширине. Вот тогда будет герметично.

К слову сказать, точное прилегание клапана к седлу — это некая «палка о двух концах». На одном конце герметичность, а на другом охлаждение. То есть, когда горячая тарелка клапана (а нагревается она до 700–800 °С и даже более) садится в седло, имеющее температуру, близкую к температуре охлаждающей жидкости (100 °С), она, естественно, охлаждается. И тем лучше и быстрее, чем плотнее посадка. Таким образом получается, что герметичность и охлаждение тесно связаны друг с другом: герметичный клапан никогда не перегреется. Верно и обратное — клапан, работающий при своей нормальной рабочей температуре, герметичен. А иначе перегрелся бы...

Но все это, так сказать, притяжка. Для обеспечения плотной посадки клапана в седле необходимо соблюсти ряд условий, нарушение которых напрямую влечет целый «букет» неисправностей, начиная с негерметичности

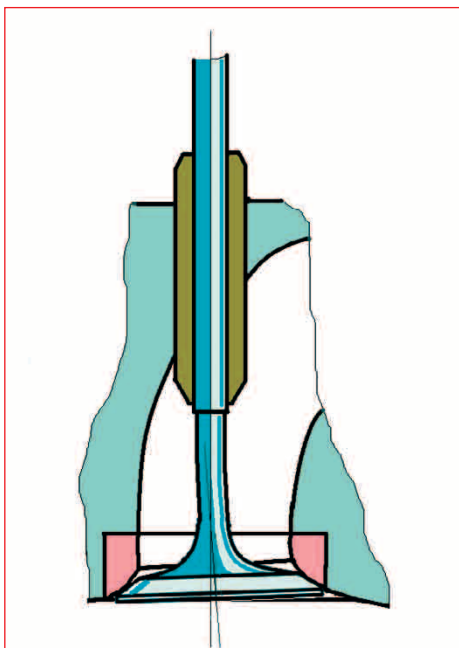
вплоть до прогара тарелки и даже разрушения клапана. Попробуем разобраться, что это за условия такие...

Как не перегреть клапан?

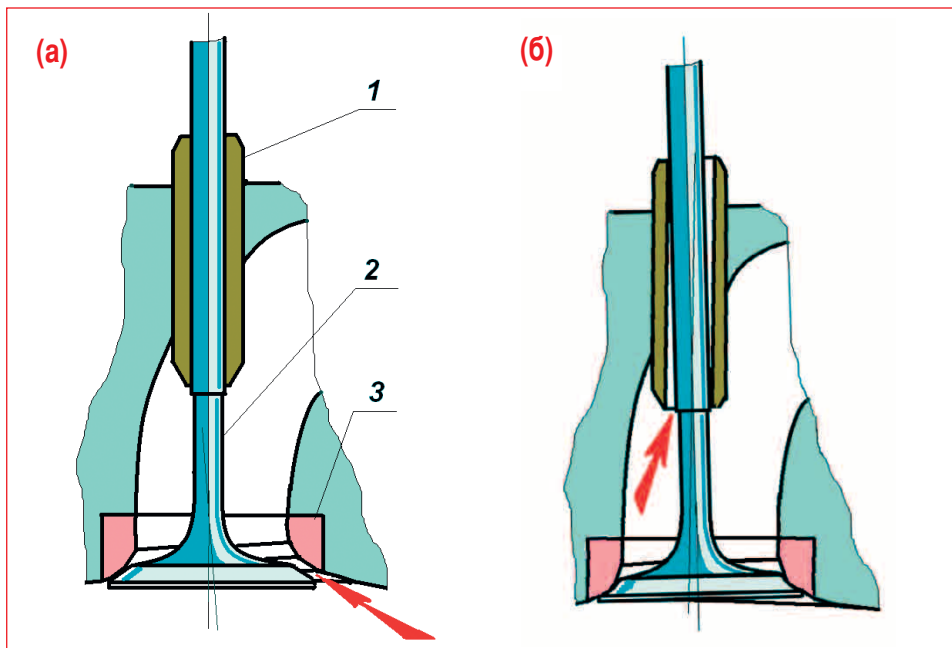
Посмотрим на клапан еще раз, повнимательней. Он имеет довольно длинный стержень, вставляемый в отверстие направляющей втулки. Хорошо, давайте поставим — что увидим? В отверстии втулки стержень ходит легко, но практически не болтается. Тем не менее, зазор там должен быть — в среднем около 0,03–0,04 мм. Иначе клапан при работе нагреется, его стержень вблизи тарелки несколько расширится и заклинит во втулке. Так что лучше пусть зазор будет чуть больше, чем меньше. Но не в этом суть.

Вот тарелка клапана точно садится в седло. А почему точно? Не требуется никакой специальной подготовки или «верхнего» образования, чтобы заметить простую вещь — рабочая фаска тарелки должна быть строго соосна стержню, точно так же, как рабочая фаска седла — отверстию направляющей втулки. Иначе клапану просто не попасть в седло. Ни за что, ни за какие коврижки: застрянет где-нибудь посередине, и щель останется. Какая уж тут герметичность? А с охлаждением так вообще «труба» — в щель потекут горячие газы, быстро нагреют непрлегающую кромку. И все — конец нашему бедному клапану, расплавился, прогорел.

Действительно, для плотного прилегания деталей точность, с которой их изготавливают и ремонтируют, должна быть очень высокой. Потому что все суммарные отклонения формы (некруглость) и взаимного расположения их поверхностей (биение, несоосность), должны укла-



Изгиб стержня клапана в «кривом» седле — основная причина обрыва тарелки и выхода двигателя из строя.



Чтобы тарелка клапана встала на свое законное место в «кривом» седле (а), ей надо износить седло, а стержню клапана — направляющую втулку (б): 1- направляющая втулка, 2- клапан, 3- седло.

дываться в половину рабочего зазора между этими деталями, то есть в 0,02 мм. В две сотых доли миллиметра! Из которых, к примеру, одна «сотка» достанется клапану, а другая — седлу.

Много это или мало? Смеем заверить — очень мало. Ни на глаз увидеть, ни руками пощупать, ни на зуб попробовать — только измерить специальными приборами. А уж сделать и того труднее — для этого требуется специальное оборудование.

Высокой точности обработки рабочих поверхностей, тем не менее, недостаточно для долгой и счастливой работы клапанного механизма. Форма, или, как говорят специалисты, профиль прилегающих поверхностей тоже немаловажен. Мы бы даже сказали — чрезвычайно важен. Прилегание должно осуществляться по поверхности деталей определенного профиля, при этом фаска тарелки должна быть шире фаски седла, несколько выступая за ее края. Именно такая форма сопряжения гарантирует большой ресурс деталей.

Помимо этого, решающее значение имеет ширина фаски седла. Слишком широкая фаска приводит к ухудшению герметичности сопряжения. В самом деле, усилие пружины клапана распределяется по всей площади контакта, создавая определенное давление (его называют удельным) клапана на седло. Если площадь большая, то удельное давление низкое, и клапан плохо уплотняет седло. Напротив, если фаска на седле узкая, то в сопряжении возникает высокое удельное давление, способствующее хорошему уплотнению. Однако это тоже плохо — ускоряется износ фасок, падает ресурс деталей. Так что ширина фаски седла, а она всегда задается производителем автомобиля, является

компромиссом между плотностью посадки и ресурсом. Недаром на гоночных двигателях находят применение даже седла с радиусным профилем без фасок — так надежнее уплотнение, которое в спорте важнее ресурса.

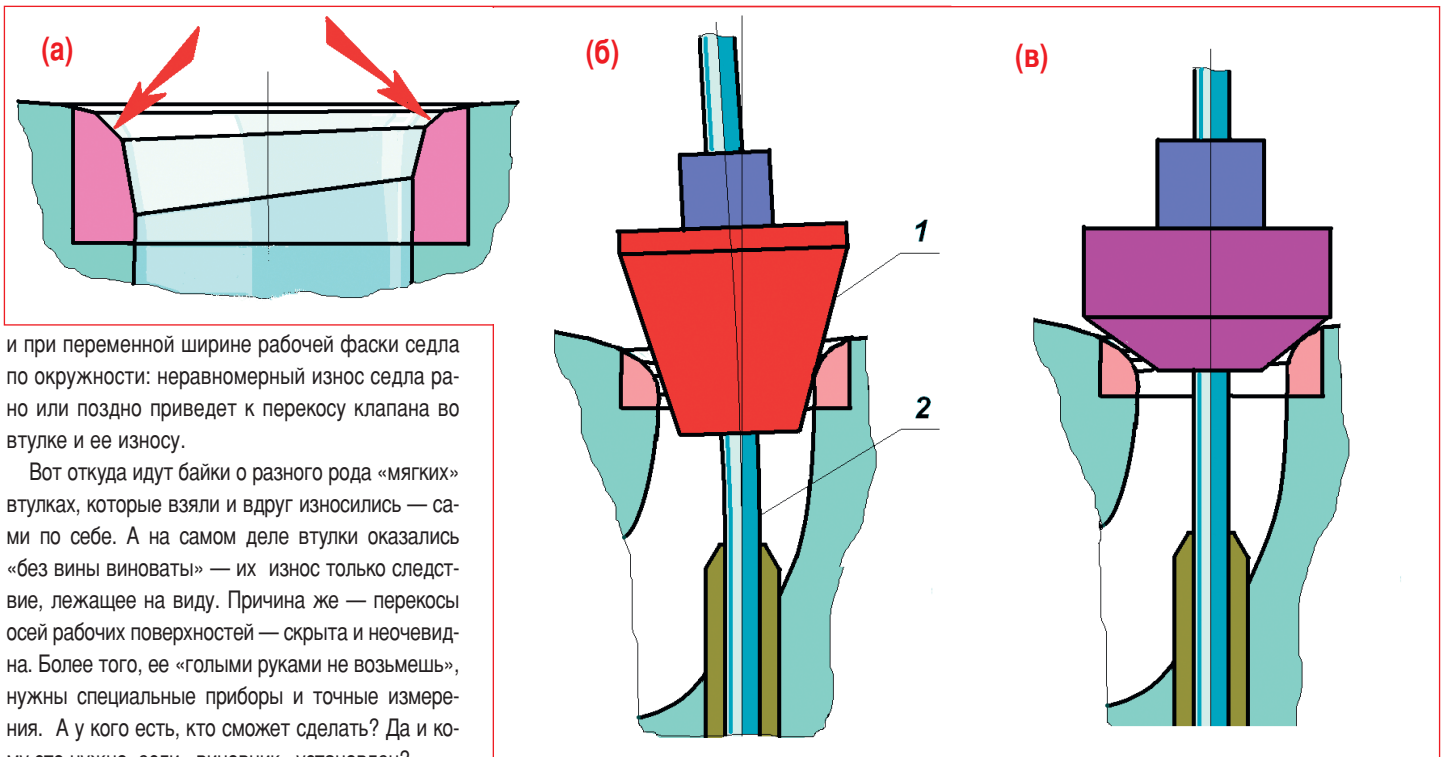
Цена заблуждения

Интересно, что рабочие фаски седла и клапана в результате износа со временем теряют свой идеальный конический профиль: фаска клапана становится вогнутой, а седла — выпуклой. В этом хорошего мало — в отдельных участках сопряжения возникает существенная разность удельных давлений, что отрицательно сказывается на плотности посадки деталей.

Поняв, как взаимодействует клапан с седлом и втулкой, нетрудно предугадать последствия еще одного дефекта: когда по каким-либо причинам рабочая фаска на седле получается переменной ширины. Очевидно, после непродолжительной работы фаска седла (вследствие разницы в удельных давлениях на нее) начнет изнашиваться по окружности неравномерно и просто из круглой превратится в овальную, что быстро приведет к потере герметичности, перегреву и прогару клапана.

А теперь попробуем представить, что будет, если рабочая фаска седла, к примеру, несоосна с направляющей втулкой. Или фаска клапана — стержню. Тогда при посадке в седло клапан будет бить по краю седла, вызывая его быстрый односторонний износ и потерю герметичности. Но это не все — стержень, стараясь уследить за движением тарелки, тоже будет перекашиваться во втулке, что резко ускорит износ втулки. Кстати, аналогичная ситуация возникает также

Переменная ширина рабочей фаски седла — одна из причин повышенного износа деталей после замены направляющей втулки (а). Возникает при обработке седла ручным инструментом в результате разницы в усилиях отжима инструмента от седла для разных углов фасок: при больших углах (б) усилие и деформация пилота больше, чем при малых (в): 1 — фреза, 2 — пилот.



и при переменной ширине рабочей фаски седла по окружности: неравномерный износ седла рано или поздно приведет к перекоосу клапана во втулке и ее износу.

Вот откуда идут байки о разного рода «мягких» втулках, которые взяли и вдруг износились — сами по себе. А на самом деле втулки оказались «без вины виноваты» — их износ только следствие, лежащее на виду. Причина же — перекосы осей рабочих поверхностей — скрыта и неочевидна. Более того, ее «голыми руками не возьмешь», нужны специальные приборы и точные измерения. А у кого есть, кто сможет сделать? Да и кому это нужно, если «виновник» установлен?

Тем не менее, очень быстрый результат всякого рода кривизны в клапанном механизме — это падение мощности, повышенный расход топлива, неравномерная работа двигателя на холостом ходу, повышенное содержание токсичных веществ в отработавших газах, шумность, стуки, расход масла при весьма небольшом пробеге после ремонта. Понятно, что это связано с потерей компрессии, чего не сможет «победить» даже самая продвинутая электронная система управления двигателем, и большими зазорами клапанов во втулках, при которых масло уже не удержит даже самый эластичный маслосъемный колпачок.

А дальше хуже, если не сказать, совсем плохо. При такой кривой посадке стержень клапана каждый раз изгибается, как только садится в седло. Поэтому ни у кого не должно вызвать удивления, когда клапан «устанет» от такого издевательства над собой, и в один прекрасный день тарелка «благополучно» оторвется от стержня, продемонстрировав сомневающимся, что такое усталость металла. Тогда им просто повезет, если это случится на небольших оборотах, иначе взрыв мотора прозвучит скорее похоронным маршем, нежели лебединой песней. Видимо, и в этом случае тоже были втулки «неправильные»?

Не все то золото...

Итак, надеемся, что уже никому не требуется объяснять важность и в то же время сложность качественного ремонта клапанного механизма головки блока цилиндров. А именно, достиже-

ния при ремонте строгой соосности всех рабочих поверхностей и придания им правильного профиля. Посмотрим, что для этого делается на практике.

Для ремонта седел наиболее распространен ручной инструмент, а именно: разного рода ручные фрезы и многолезвьевые головки, как зарубежного производства, так и их не очень качественные копии отечественного происхождения. Работа с ними с виду проста: ставь во втулку направляющий стержень — пилот, надевай на пилот фрезу и крути сколько надо. Так работают сегодня в России многие гаражи и сервисы, большие и маленькие.

К сожалению, качество обработки седел таким инструментом при ближайшем рассмотрении не выдерживает никакой критики, несмотря на рекламные лозунги и уверения продавцов-распространителей этой, мягко говоря, продукции. В результате после обработки седло имеет полный «букет» дефектов, о которых мы уже говорили выше, но о которых многие даже не догадываются. Поэтому рассмотрим этот вопрос более подробно.

Первое, что необходимо отметить, — это полное отсутствие жесткости в системе «приспособление-инструмент-деталь». Дело в том, что приспособление — пилот, устанавливаемый в направляющую втулку, — не имеет крепления сверху и деформируется (изгибается) даже при легком нажатии на фрезу при обработке. Чем тверже седло и сильнее нажатие, тем больше получается перекося седла относительно втулки.

Особенно, если пилот тонкий или имеет цанговый зажим во втулке.

С помощью специального прибора мы не поленились провести прямые измерения биения обработанных таким инструментом седел относительно отверстий направляющих втулок после их замены на нескольких головках блока. И получили весьма печальный результат — биение седел оказалось очень нестабильным и лежало в пределах 0,08–0,15 мм, а в некоторых случаях и более! Причем даже последующая длительная притирка, которая приводила к заметному ухудшению профиля фасок седла и клапана, не могла полностью исправить положение — остаточное биение рабочих фасок составляло 0,04–0,08 мм! Естественно, что после такого «ремонта» разговаривать о ресурсе направляющих втулок и седел бессмысленно.

Нам могут возразить — работал не очень опытный специалист. Хорошо. Тогда вопрос — каким опытом должен обладать специалист, чтобы на глаз ловить «сотки»? Нет, пожалуй, здесь одного, даже золотого, глаза недостаточно — видимо, нужны еще специальные нюх, слух и ноготь. И обязательно золотой зуб, чтобы потом на него проверять то, что получилось. Интересно, где водятся такие спецы — пусть нам покажут.

Кстати, о притирке... Необходимость ее выполнять самым тщательнейшим образом в данном способе ремонта седел очевидна. А это иной раз просто фатально отражается на работоспособности и ресурсе клапанов и седел. И по

причине деформации профиля сопрягаемых поверхностей, и вследствие внедрения абразива в седло. Это тема отдельного серьезного разговора, хотя об этом мы уже говорили не раз. Но, видимо, недостаточно.

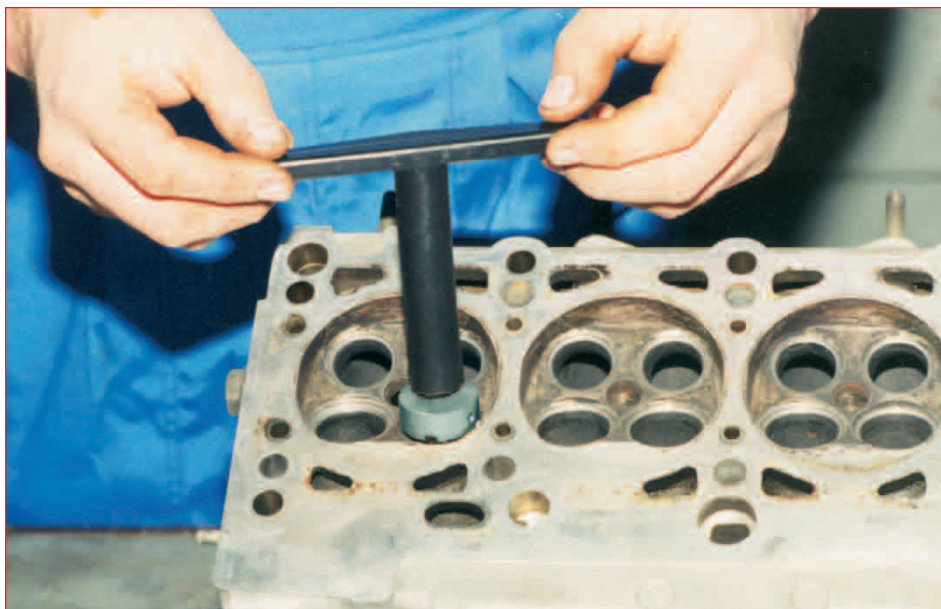
Следующая проблема — в ширине рабочей фаски седла. Оказывается, получить ее постоянной практически невозможно по двум причинам: все фаски седла делаются раздельно, разным инструментом, а пилот изгибается тем сильнее, чем меньше угол фрезы. Последнее означает, что наиболее сильно пилот будет гнуться (читай — делать фаску еще более несососной седлу) на примыкающей фаске под углом 60° и особенно 75°. А тогда о постоянной ширине рабочей фаски седла не может быть и речи, как и о нормальном ресурсе клапанного механизма. И еще более далекой становится задача выполнить рекомендации производителя по профилю седла.

Еще одна проблема — время. А оно, как известно, деньги. Раз нажимать на фрезу нельзя, надо затратить очень много времени, чтобы легонько, под собственным весом фрезы, крутить эту конструкцию. И хорошо, когда в головке блока мало седел, а за день сделать надо только одну такую головку. А если несколько, и многоклапанных?

Получается следующее — для ремонта седла таким инструментом необходимы: материал седла как можно мягче, а стержень клапана как можно больше в диаметре, чтобы пилот имел побольше жесткости. Такое сочетание материала и диаметра имели лишь некоторые старые двигатели, в большинстве своем нижневальные и нижнеклапанные. Напротив, для современных многоклапанных моторов с тонкими



Объективно оценить качество обработки седла можно только путем прямого измерения его биения относительно отверстия направляющей втулки.



Ручной инструмент для ремонта седел — именно из-за него после ремонта клапанного механизма современных двигателей возникает немало дефектов.

стержнями клапанов 5,5–6 мм и спеченными или стальными седлами о применении ручного инструмента лучше забыть. И убрать такой, с позволения сказать, «инструмент» от греха подальше, просто чтобы не портить чужие головки блока. А свои — тем более.

Некоторые иностранные фирмы предлагают ручной режущий инструмент для обработки не только седла, но и фаски клапана. К сожалению, проблемы здесь те же: исправить биение фаски старого клапана практически невозможно, а вот добавить еще — пожалуйста. Вид поверхности получается, правда, красивый, но, к сожалению, «не все то золото, что блестит»...

Общий вывод очевиден — ремонт клапанного механизма с использованием ручного инструмента непрофессионален по своей сути, поскольку в некоторых случаях не только не улучшает, а значительно ухудшает плотность посадки клапана в седле по сравнению с тем, что было до ремонта. А о ресурсе деталей лучше вообще забыть — такую «работу» можно сдавать с гарантией «только до ворот». Потому что дальше уже маячат тень прогара и призрак обрыва клапана...

Каемся — когда-то и мы «баловались» подобным «инструментом». От неимения лучшего оборудования, а большей частью от неверного понимания проблемы. Потому что тоже считали, что направляющие втулки бывают «мягкие», а клапаны — из «ведерной» стали. Хорошо хоть, что до обрыва дело не доходило. И хотя несколько раз меняли изношенные втулки и прогоревшие клапаны по гарантии, все равно приносим извинения всем нашим бывшим заказчикам. Что было — то было...

Теперь настали другие времена, и качество работ, а не вал любой ценой, вышло на первый

план. Это потребовало от нас пересмотра всей концепции ремонта клапанного механизма. Короче говоря, встал вопрос о применении инструмента и оборудования совершенно другого рода.

Раз — соосность, два — соосность...

На другом, противоположном от ручного инструмента, краю всей линейки возможных средств для обработки седел ГБЦ расположилось специализированное станочное оборудование. Его задачей как раз и стало то, что никогда не выйдет у ручных «крутилок» — точность обработки и производительность.

Сегодня специальные станки для обработки седел выпускают многие известные иностранные станкостроительные компании. Среди них итальянские AZ и Berco, датская AMC Schou, французская SERDI, американские Newen, Winona Van Norman, Sunnen, Storm Vulcan, Peterson и многие другие. Заметим, что в этот список нам, при всем желании, так и не удалось занести ни одного из отечественных производителей станков — в производственных программах российских заводов подобных станков не оказалось вообще. То ли по причине отсутствия в свое время необходимости качественно ремонтировать отечественные моторы, то ли из-за невозможности обеспечить требуемую точность изготовления узлов такого станка (что выглядит несколько сомнительно). А может, еще по какой-нибудь неведомой причине высшего политического толка. Так или иначе, а пришлось довольствоваться только тем, что есть — многочисленными иностранными образцами.

Но прежде чем проводить какой-либо анализ представленного на рынке оборудования, полезно рассмотреть кое-что из теории вопроса. Итак, есть

задача — так обработать седло, чтобы его биение относительно отверстия направляющей втулки было минимальным, в идеале не более 0,01 мм. Как этого добиться технически, то есть, какова должна быть схема базирования инструмента? Да и вообще, что это за инструмент такой?

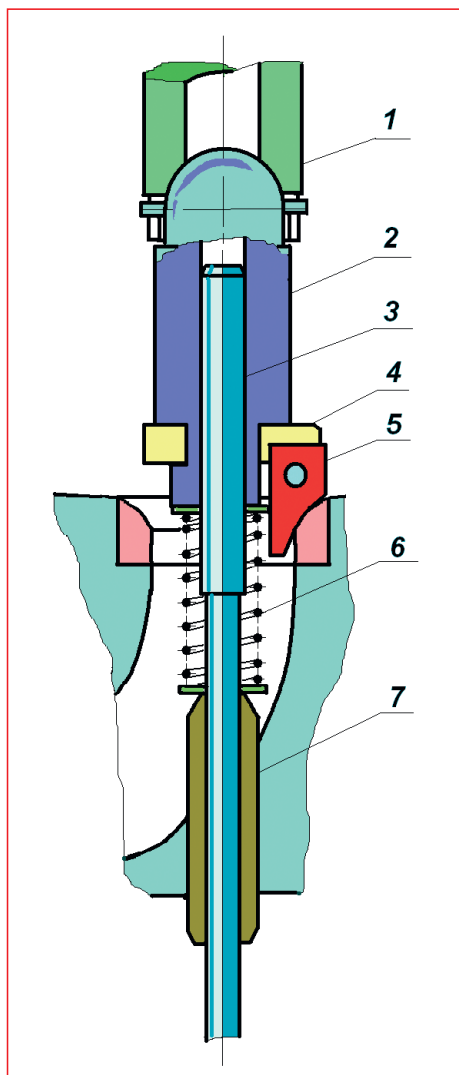
Все существующие станки имеют направляющий элемент — пилот, аналогичный тому, что используется и в ручном инструменте. Пилот представляет собой шлифованный с высокой точностью направляющий стержень, входящий в направляющую втулку либо с очень малым зазором, либо плотно, без зазора. В первом случае пилот цилиндрический, жестко крепится на шпинделе станка и вращается вместе с ним, во втором — конический и ставится во втулку неподвижно.

Но пилоту в станке уже не требуется держать инструмент — это задача прочного и жесткого шпинделя, именно на нем и закреплен с помо-

щью специального держателя инструмент, в качестве которого у большинства станков выступает резец из твердого сплава. Причем резец может быть как с одним углом (например 30°, 45° или 60°), так и с тремя углами для формирования сразу всего профиля седла. А главное назначение пилота другое — точно выверить положение шпинделя перед обработкой. Другими словами, наличие пилота предполагает, что технологический процесс обработки седла разделяется на две части — стадию центрирования шпинделя и собственно стадию обработки седла. Пилот нужен прежде всего на стадии центрирования, когда положение шпинделя настраивается и регулируется так, чтобы его ось вращения точно совпа-



Красивая вещь... Но для точной работы с головками блока современных двигателей не очень удачная.



Традиционная схема базирования инструмента в специализированных станках для обработки седел может удовлетворительно работать только при большом диаметре пилота: 1 — шпиндель, 2 — держатель инструмента, вращающийся на пилоте, 3 — неподвижный конический пилот, 4 — резцедержатель, 5 — резец, 6 — пружина, 7 — направляющая втулка.

Затем, когда шпиндель точно настроен и прочно закреплен, пилот может выполнять вспомогательную роль (например, быть дополнительной опорой шпинделя), поскольку точность обработки определяется жесткостью всего станка — станины, стола, приспособления для крепления головки блока, самого шпинделя.

Но самая большая проблема всех станкостроителей при создании таких станков оказалась именно в центрировании! Действительно, как настроить станок и обеспечить абсолютно точно соосность шпинделя и направляющей втулки, если шпиндель станка должен еще иметь некие механизмы его привода — вращения, наклона, продольного и поперечного перемещения, иначе просто не попасть в нужную ось втулки у головки блока, закрепленной на столе станка?! Ведь все это шпиндельное хозяйство весом не один десяток килограммов, а на конце тонкий пилот, к примеру, 5 мм, а то и 4 мм диаметром, который гнется даже пальцами! И он должен точно встать в отверстие втулки. Чуть что не так — и пилот изгибается, а об искомой соосности можно уже и не вспоминать.

А почему пилот может деформироваться при центрировании шпинделя? Причин много, но одна из главных — это трение, возникающее в подвижных элементах станка, регулирующих положение шпинделя на стадии центрирования. Что ж, посмотрим, какое решение этой проблемы нашли иностранные станкостроители, насколько хорошо идут дела в этом «королевстве»...

Если чуть-чуть не хватает...

Надо сказать, что многие производители кое-какое решение нашли давно, много лет назад. В определенной степени оно даже очевид-

но. Допустим, надо исключить (или значительно, во много раз, снизить) трение между двумя сопрягаемыми поверхностями. Для этого достаточно точно подогнать поверхности друг к другу и запустить между ними под давлением какую-нибудь жидкость, чтобы поверхности не соприкасались. Похожая схема, например, реализована в широко известных подшипниках скольжения.

Но жидкость, какая бы она ни была, имеет вязкость, поэтому совсем избавиться от трения не получится. Кроме того, применение жидкости сложно, поскольку требует насосов, фильтров и других гидравлических агрегатов и систем. Куда проще подавать в зазор... воздух от компрессора. Так в конструкциях «головочных» станков появилась воздушная подушка. И это определило внешний облик таких станков — весьма похожих один на другой независимо от фирмы-производителя.

Первым встал на воздушную подушку весь рабочий узел станка вместе со шпинделем. Для этого верхняя часть станины станка была сделана плоской, как и ответная поверхность рабочего узла. Причем точность обработки этих деталей потребовалась очень высокая, иначе бы происходило соприкосновение поверхностей и резкое снижение точности центрирования шпинделя. В результате тяжелый узел получил возможность по команде оператора свободно плавать в поперечном и продольном направлении от легкого нажатия рукой, для того чтобы на этапе центрирования можно было точно попасть в искомую ось направляющей втулки.

Однако этого «плавания» оказалось недостаточно для точного центрирования шпинделя. Дело в том, что закрепить на рабочем столе станка головку блока цилиндров так, чтобы оси отверстий всех втулок встали строго по вертикали, даже наклоняя ее во все стороны, невоз-

можно. Хотя бы потому, что в головке блока вследствие допусков на изготовление втулки могут стоять чуть-чуть непараллельно. Но этого «чуть-чуть» будет достаточно, чтобы испортить всю работу. Стало ясно, что шпиндель должен иметь некий шарнир, обеспечивающий при центрировании хотя бы небольшой его наклон в двух плоскостях. И вот здесь «мнения» производителей разделились...

Подавляющее большинство фирм пошли по такому пути. Той части пилота, которая входит в отверстие направляющей втулки, была придана слабо коническая форма. Такая, чтобы пилот заклинивал и сидел во втулке неподвижно. На верхнюю, цилиндрическую, часть пилота с малым зазором устанавливался специальный держатель инструмента с резцом. Верхняя же часть держателя выполнялась с двумя выступами так, чтобы шпиндель мог вращать держатель на пилоте и в то же время иметь возможность небольшого перекоса оси относительно оси вращения держателя (и пилота).

Такое соединение держателя и шпинделя (его еще называют байонетным) в общих чертах аналогично карданному шарниру, который, как известно, неплохо работает только при небольших перекосах осей. Поэтому задача центрирования шпинделя таким способом полностью не решается. Пришлось пойти еще на од-

ну «хитрость» — с помощью специального прибора, аналогичного обычному уровнемеру. Прибор вначале устанавливался на пилот, измеряя направление и величину его наклона от вертикали, после чего переносился на специальное место на шпинделе или рабочем узле станка. Далее оператор вручную регулировал наклон шпинделя, добиваясь тех же показаний прибора и обеспечивая тем самым параллельность осей пилота (и держателя) и шпинделя. После этой процедуры включалась воздушная подушка, шпиндель подвигался и соединялся (центрировался) с держателем. Затем подача воздуха выключалась, рабочий узел фиксировался на станине, и выполнялась обработка седла.

Постепенно станки данной схемы (с некоторыми вариациями) в 70–80-х годах прошлого столетия довольно широко распространились по всему миру и даже заняли господствующее положение в крупных гаражах и специализированных мастерских. Их преимущество в точности и производительности по сравнению с ручным инструментом было неоспоримым, что дало возможность производителям этих машин успокоиться, сочтя их конструкцию удачной. Почти, так сказать, на лаврах — на целые десятилетия вперед. А что, конструкция отработана, исполнение, даже внешне, на пять с плю-

сом, покупатели довольны — чем не повод для гордости?

Все бы было хорошо и дальше, но грянули 90-е годы — началась эра многоклапанных конструкций головок блока цилиндров. И вскоре выяснилось, что так хорошо отработанная схема постепенно теряет все свои преимущества. Можно даже сказать, что король, в определенном смысле слова, незаметно оказался голым... Но что из этого получилось, мы расскажем в следующем номере журнала. **АЕС**

Приобрести станочное оборудование для ремонта головок блока цилиндров фирмы SERDI (Франция), посмотреть это оборудование в работе, а также качественно отремонтировать ГБЦ двигателя любого автомобиля можно в Москве, у технического представителя компании SERDI по Московскому региону фирмы «АБ-Инжиниринг», тел. (095) 148-2432, www.ab-engine.ru или в Санкт-Петербурге, у эксклюзивного российского дистрибьютора SERDI фирмы «Мотор Технологии», тел. (812) 974-5454, www.spbmotor.ru.

компания
ТехноАльянс
ВЕСЬ СПЕКТР
ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ АВТОСЕРВИСА

Оборудование для профессионального ремонта, сварки и резки кузовов автомобилей.

Широкое разнообразие моделей, позволяет сделать выбор, полностью соответствующий вашим потребностям.

Сварочное оборудование SEBORA
Оборудование для профессиональной резки металла SEBORA

SEBORA ежегодно разрабатывает новые модели и совершенствует старые аппараты, стараясь быть всегда на шаг впереди своих конкурентов как по цене, так и по качеству своего оборудования.

Точечная сварка TECNA

Оборудование соответствует международному стандарту ISO 9001, благодаря чему компания гарантирует высокое качество производимого оборудования. Повышение квалификации технического персонала позволяет не отставать от новейших технологий, а новая продукция компаний SEBORA и TECNA удовлетворяют всем требованиям клиентов.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОФИС:
123373, г. Москва, ул. Василия Петушкова, д. 3, офис 328
тел. (095) 514-05-71; факс (095) 491-99-18
<http://technoalliance.ru>, e-mail: ta-sales@concord.ru

ФИЛИАЛЫ:
г. Санкт-Петербург: (812) 515-69-46, e-mail: ta-sales@sp.ru
г. Омск: (3812) 56-32-05, e-mail: omsk@concord.ru
г. Екатеринбург: (343) 358-94-55, e-mail: ural@concord.ru

ГАРДИА Холдинг
Спар-эл

Polux BEAN **SUN**

- Диагностическое оборудование
- Мотортестеры, сканеры, дымомеры, газоанализаторы
- Стенды сход-развал
- Шиномонтажное оборудование
- Стенды для линий инструментального контроля
- Приборы для обслуживания кондиционеров

• Обслуживание и ремонт оборудования, обучение персонала

111033, Москва, ул. Самокатная, 2а. тел./факс: (095) 956-31-66, 956-21-66
E-mail: info@gardia.ru Internet: www.gardia.ru

Региональные представители:
Адакс-Сервис 630051, г. Новосибирск, ул. Ползунова, 21, а/я 43
тел. (3832) 79-04-51 факс: (3832) 19-08-58 info@adex.sib.ru
ГАРДИА Нева 190013, г. С.-Петербург, ул. Бронницкая, 24
тел./факс: (812) 316-44-44, 316-62-67 моб. 8-911-213-14-68
neva@gardia.ru

Ремонт головок блока цилиндров: цена несоосности



Часть 2

В предыдущем номере журнала мы рассказали о некоторых применяемых при ремонте головок блока цилиндров инструментах и оборудовании. Речь шла о типичных неисправностях клапанного механизма, связанных с нарушениями в технологии ремонта и в первую очередь с ошибочным выбором такого оборудования. Особенно когда дело касается ремонта головок блока современных двигателей, отличающихся малым диаметром стержней клапанов. Сегодня — продолжение начатого разговора.

Действительно, не каждый специализированный станок способен легко справиться с обработкой седел многоклапанных головок блока цилиндров. Даже несмотря на внушительный внешний вид, сверкающие детали и высокую цену. И на солидность фирмы-производителя тоже.

ИГОРЬ ПЕТРИЩЕВ, директор фирмы «Мотор Технологии» (С.-Петербург)

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

Кто не успел, тот опоздал...

В конце 90-х некоторые российские фирмы, специализирующиеся на ремонте автомобильных двигателей, не разобравшись до конца в ситуации, поспешили приобрести подобное оборудование. И, поддавшись на рекламу производителей и заверения продавцов, попробовали обрабатывать седла без последующей притирки. Но не тут то было — сразу пришлось столкнуться с претензиями заказчиков, почувствовавших ухудшение качества ремонта. Ничего не оставалось делать, как вернуть притирку на ее законное место и продолжать работать по старинке. Почему?

Ларчик открывается довольно просто — станки разработки 20–30-летней давности оказались непригодны точно обрабатывать седла многоклапанных головок блока, имеющих стержни клапанов малого диаметра. Чтобы это понять, достаточно посмотреть на схему центрирования, применяемую в этих станках, и представить, как это все работает.

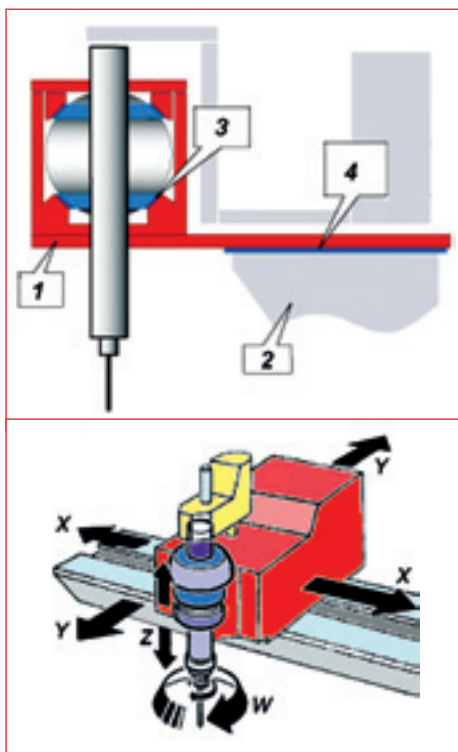
Как мы уже говорили, в этой схеме пилот установлен во втулке неподвижно, а на него сверху надет держатель инструмента. Шарнир же, образуемый в соединении держателя со шпинделем, имеет некоторую свободу, необходимую для работоспособности схемы. То есть, фактически держатель на пилоте висит консольно, да еще испытывает некоторое усилие со стороны шпинделя при вращении. Если речь идет о моторе старой конструкции, у которого клапаны имеют достаточно толстый стержень, больших проблем нет. Но стоит только начать обрабатывать седла головок блока с тонкими клапанами, как пилот начинает изгибаться, и вся точность станка куда-то пропадает — фаски седла после обработки получаются несоосны отверстию направляющей втулки.

Чем не аналог ручных резовых головок — у них тоже замечена подобная зависимость. Тем более что многие фирмы использовали в своих станках стальные пилоты, не отличающиеся высокой упругостью, в отличие от пилотов из твердого сплава. Но и это не все. При обработке современных головок блока проявляются и другие недостатки данной схемы, которые оставались в тени, пока речь шла о головках ста-

рых моторов. Например, вращение держателя на пилоте довольно быстро приводит к износу их сопряженных поверхностей, что также добавляет погрешности. В довершение всего конический пилот оказался не лучшим решением, и в направляющей втулке с отверстием малого диаметра не смог обеспечить правильное центрирование инструмента строго по оси втулки (реальный-то клапан не имеет конуса на стержне!).

Надо было срочно менять схему, а фактически всю конструкцию станка. Но многие производители, бросив немало сил на борьбу с коварной несоосностью седла и втулки, так и не смогли полностью решить задачу точной обработки седел в многоклапанных ГБЦ. Лишь единицы справились с этой проблемой, но какой ценой! Например, американская фирма Newen выпустила очень сложный станок с двумя плоскими воздушными подушками и электронным управлением сферическим шарниром шпинделя с помощью сервомоторов (эта запатентованная фирмой система получила название Pantograph). Нет слов, отличная машина, точная, но цена такова, что оправдывает ее приобретение только для крупносерийного ремонта или производства головок блока в заводских условиях. И ничего достойного серьезного внимания у других, тех, кто уже много лет выпускает с незначительными улучшениями все ту же морально устаревшую конструкцию. Почему?

Все очень просто. Оказалось, что «место под солнцем» уже занято. Схема базирования инст-



Сферическая воздушная подушка обеспечивает шпиндель необходимыми степенями свободы для точного центрирования инструмента:

- 1 — рабочее устройство станка;
 - 2 — верхняя часть станины;
 - 3 — сферическая воздушная подушка шпинделя;
 - 4 — плоская воздушная подушка рабочего устройства;
- X, Y — перемещение рабочего устройства на воздушной подушке;
Z, W — вертикальное перемещение и вращение шпинделя

инструмента, которая могла бы прийти на смену традиционной, но, в отличие от последней, прекрасно справляется с современными головками блока, имеет эксклюзивного хозяина. Ее давно запатентовала и широко использует в конструкции своих станков французская фирма SERDI.

Соосность? Это просто...

Первый патент, определивший на десятилетия вперед приоритеты в деле ремонта головок блока цилиндров, фирма SERDI получила еще четверть века назад, в 1980 году. Смысл изобретения состоял в следующем. На станке устанавливается не одна, а две воздушные подушки. Первая — традиционная, позволяет свободно, без трения, плавать рабочему узлу со шпинделем на станине. А вот во второй заключена вся хитрость — она не плоская, а сферическая! При подаче в нее воздуха шар, выполненный за одно целое со шпинделем, чуть приподнимается, и шпиндель, какой бы он ни был тяжелый, легко отклоняется на любой угол. И без малейшего трения!

Изменениям подверглась и вся конструкция пилота с резцедержателем. Цилиндрический пилот из твердого сплава закреплен на держателе, который, в свою очередь, жестко крепится к

шпинделю. Никаких шарнирных соединений — шпиндель обладает всеми необходимыми для точного центрирования степенями свободы: все стало жестко до предела. И еще. Пилот, приобретя цилиндрическую форму, стал точно моделировать стержень клапана в отверстии направляющей втулки, что только прибавило точности станку.

Еще одна деталь — резко упростилась работа оператора. Теперь для точного центрирования шпинделя не надо каких-либо специальных приборов, достаточно лишь включить обе воздушные подушки и попасть с помощью ручной вертикальной подачи пилотом в направляющую втулку. После того как шпиндель найдет свое положение (а это несколько секунд), подача воздуха в подушки прекращается, и рабочий узел со шпинделем фиксируется гидравликой или тем же воздухом, но на прижатие, — и можно начинать обработку седла. Кстати, на станках SERDI использована и более прогрессивная конструкция резца — он сменный, целиком из твердого сплава, и закрепляется на специальном регулируемом резцедержателе винтом, а не напаивается на резцедержатель, как у некоторых других производителей. С недавних пор эта конструкция резца стала стандартной для многих фирм.

Вылет резца на станках SERDI регулируется с помощью простейшего приспособления, в которое вначале устанавливается клапан обрабатываемого седла, по фаске которого выставляется специальная линейка. Далее клапан снимается, и приспособление устанавливается на пилот, предварительно вставленный в держатель инструмента. Остается только отрегулировать положение резцедержателя регулировочным болтом и зафиксировать стопорными винтами. Далее, установив держатель инструмента в шпиндель, можно начинать работу. После которой следует проверить ее качество вакуумтестером — у большинства станков SERDI эти приборы встраиваемые.

В общем, вся конструкция получилась настолько простой и удачной, что станки, выполненные по этой схеме, успешно выпускаются до сих пор с минимальными изменениями. Мало того, они оказались долгожителями — представитель первой серии станков SERDI 60 выпуска начала 80-х годов до сих пор работает в одной из московских фирм, а станок SERDI 100 в возрасте 20 лет — в Омске.

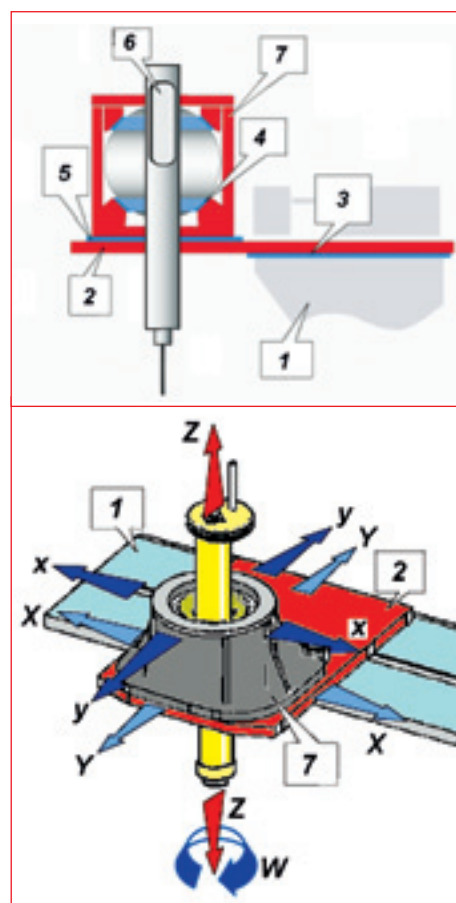
Интересен и такой факт: некоторые фирмы, продвигающие, и довольно успешно, оборудование других производителей, сами предпочитают, когда дело касается головок блока цилиндров, работать именно на станках SERDI. Естественно, не афишируя их наличие в своих цехах.

Однако, несмотря на такие достижения, все это время фирма не стояла на месте. Стремление еще более повысить точность центрирова-

ния инструмента, что особенно важно для многоклапанных малолитражных двигателей с диаметром стержня клапана до 4 мм, привело инженеров фирмы в 1996 году к новой разработке — тройной воздушной подушке, также защищенной патентом.

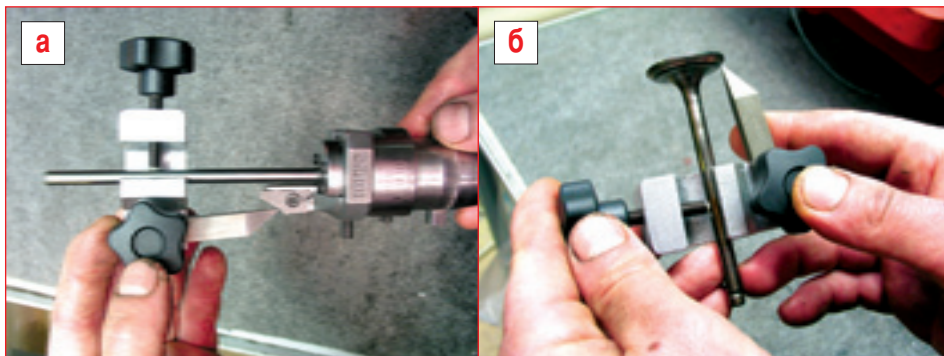
Точность? Пожалуйста...

Суть схемы с тройной воздушной подушкой в следующем. Рабочий узел станка, как и прежде, установлен на станине на воздушной подушке. Ее задача — обеспечить предварительное центрирование шпинделя относительно направляющей втулки, после чего рабочий узел жестко фиксируется на станине. А далее включаются две воздушные подушки шпинделя — малая плоская и сферическая, уже для точного и окончательного центрирования.



Тройная воздушная подушка и встроенный шпиндельный двигатель — полная свобода для идеального центрирования шпинделя:

- 1 — верхняя часть станины станка;
 - 2 — основание рабочего устройства;
 - 3 — воздушная подушка рабочего устройства;
 - 4 — сферическая воздушная подушка шпинделя;
 - 5 — малая воздушная подушка шпинделя;
 - 6 — встроенный шпиндельный двигатель;
 - 7 — корпус сферической воздушной подушки;
- X, Y — перемещение рабочего устройства на воздушной подушке,
x, y — перемещение корпуса шпинделя на малой плоской воздушной подушке;
Z, W — вертикальное перемещение и вращение шпинделя



Вылет резца (а) в станках SERDI регулируется с помощью простого приспособления, предварительно настраиваемого по тарелке клапана (б).

Зачем так было сделано, понятно — рабочий узел, обладая большой массой, затрудняет точное центрирование шпинделя. Поэтому для получения максимальной точности необходимо предельно облегчить шпиндель. Решение проблемы было найдено: вместо традиционной ременной передачи от двигателя к шпинделю со шкивами и прочими элементами на современных станках SERDI применяется так называемый встроенный шпиндельный двигатель, а многие детали шпинделя выполнены из алюминиевых сплавов. Все это имеет принципиальное значение для точности, поскольку отсутствует какое-либо внешнее воздействие со стороны элементов привода на шпиндель, который получается предельно легким и компактным.

Результат не заставил себя ждать — центрирование легкого шпинделя на двух воздушных подушках занимает считанные секунды. При этом точность обработки беспрецедентна — седло имеет биение относительно направляющей втулки не более 0,01 мм, в чем мы смогли убедиться, измерив эту величину специальным прибором (по нашим измерениям, биение седла у новых головок ВАЗ лежит в пределах 0,02–0,04 мм). Такая



Узел крепления инструмента в станках SERDI — предельная жесткость и точная обработка всего профиля седла фасонным мультитупловым резцом.

непревзойденная на сегодняшний день точность сохраняется даже для самых тонких пилотов диаметром 4 мм, используемых для ремонта го-

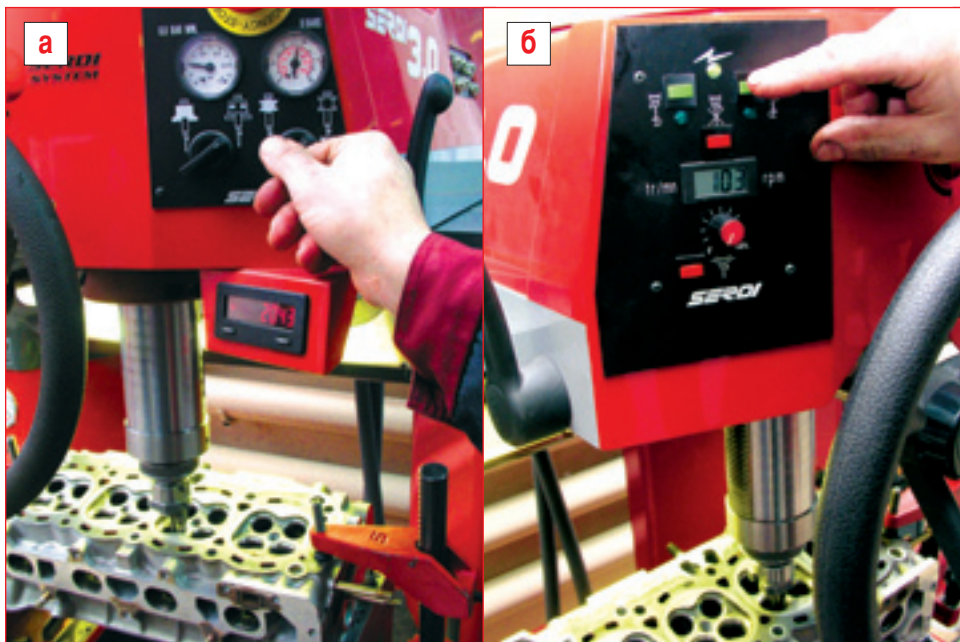
ловков двигателей мотоциклов. Ну и конечно, производительность — обработка седел на обычной 8-клапанной головке блока цилиндров двигателя ВАЗ со всеми настройками занимает не более 15–20 минут.

Конечно, прецизионный станок — вещь недешевая. И приобрести его под силу не каждой мастерской. Поэтому, учитывая накопленный опыт в создании станков, фирма пошла навстречу небольшому ремонтному мастерскому и сделала совсем недорогой станок с ручным приводом SERDI Micro. При ближайшем рассмотрении — по такой же схеме базирования инструмента, что и полноразмерный станок с тройной воздушной подушкой.

Мал, да удал

Станок SERDI Micro снабжен специальной станиной UNICLAMP, с помощью которой он ставится на верстак. Имеется плоский кронштейн, который одновременно позволяет прижать головку к станине и установить на него рабочий узел станка. Такая конструкция позволяет легко ориентировать рабочий узел на любых ГБЦ независимо от параллельности их плоскостей и угловых наклонов клапанов.

А вот интересная особенность — в станке используются такие же твердосплавные мультитупловые резцы, резцедержатели и пилоты, что и в полноразмерных станках SERDI. И вакуумтестер — без него вообще невозможно оценить качество обработки седел. Но самое главное — это система центрирования шпинделя. Она представляет собой полный механический аналог тройной воздушной подушки полноразмерного станка. Так, для предварительного центрирования шпинделя служит пластина рабочего узла с регулируемым поперечным углом наклона. Эта пластина может передвигаться по крон-



Достаточно попасть пилотом в отверстие направляющей втулки, включить на несколько секунд сферическую и малую плоскую воздушные подушки (а), затем установить скорость вращения шпинделя (б), чтобы начать обработку седла (в).

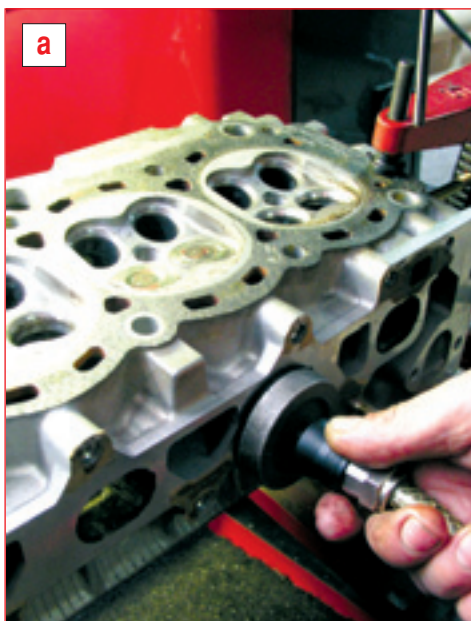
штейну станины, моделируя действие воздушной подушки рабочего устройства больших станков SERDI. При этом узел регулирования поперечного угла наклона — аналог устройства поперечного наклона головки блока цилиндров на столе большого станка.

Как и на большом станке, после стадии предварительного центрирования, когда пилот уже находится в отверстии направляющей втулки, на портативном станке тоже вступают в действие малая плоская и сферическая подушки — только механические. Эти устройства объединены в один общий узел оригинальной конструкции, который позволяет не только сцентрировать, но и практически «намертво» зафиксировать положение шпинделя простым поворотом соответствующего колеса на рабочем узле. Без каких-либо усилий, способных сдвинуть шпиндель в процессе фиксации и нарушить его положение. Остается лишь поставить сверху на шпиндель рукоятку и, подведя резец к седлу с помощью специального лимба, начать обработку.

Проверка точности обработки седла на портативном станке показала, что биение седла относительно направляющей втулки после обработки у SERDI Micro составляет в среднем около 0,02–0,04 мм. Что ж, это вполне достойный результат для такой маленькой машины — ведь в механических подушках есть трение, в отличие от воздушных. Тем не менее, результат не случаен, поскольку в конструкции станка отсутствуют недостаточно жесткие элементы в креплении шпинделя, имеющего к тому же достаточно степеней свободы для точного центрирования. Чего никак нельзя сказать об аналогичных ручных станках от других производителей.

Действительно, сравнение SERDI Micro с различными ручными станками как иностранного, так и отечественного производства не в пользу последних. Первое, что необходимо отметить — это разного рода магниты для крепления рабочих устройств подобных станков. Магнит в системе центрирования требует идеально плоской подложки, в противном случае при попадании стружки образуется люфт, резко снижающий точность обработки. Такая же картина возникает со временем, когда поверхности теряют свое первоначальное качество в результате износа или деформируются при зажиме головок блока, имеющих поведенную от перегрева привалочную поверхность. Кстати сказать, предыдущая модель портативного станка фирмы — SERDI Pro — тоже имела магнит в системе крепления, но фирме пришлось отказаться от этой конструкции именно по причине недостаточной точности центрирования и малой жесткости.

Еще одна проблема связана с общей схемой центрирования, используемой в



Для контроля плотности посадки клапана в седле служит вакуумтестер — необходимо установить клапан на место, поднести к отверстию канала насадку (а) и прочитать показания прибора (б).

ручных машинках. Применяя нашу аналогию с воздушными подушками, легко обнаружить, что в этих конструкциях есть только одна плоская подушка (магнит), а не две, как у SERDI Micro. Кроме того, единственная подушка слишком грубая, поскольку рабочее устройство станка тяжелое, а силы трения, возникающие при центрировании, чрезмерно большие (у Micro, напротив, эти силы невелики, поскольку плоская подушка держит только малый вес шпинделя, а не всего станка). Фактически же следует ожидать разницу в точности обработки седел между SERDI Micro и всеми прочими ручными «крутилками» на магнитной подушке примерно такую же, как между большими станками SERDI и всеми прочими, имеющими только одну воздушную подушку.

И еще — шарнир шпинделя у многих подобных устройств слишком слаб для жесткого крепления шпинделя, поскольку имеет малый диаметр шара. Это говорит о том, что обрабатывать седла диаметром 60 мм, как это может делать SERDI Micro, такие машинки не способны.



Точное измерение биения седла — специальный прибор SERDI тоже не обманул наших ожиданий.

А теперь самое главное. Как нам удалось установить, проведя соответствующие измерения, у магнитных «крутилок» после обработки седла его биение относительно втулки редко получается меньше 0,08 мм. Это значит, что подобные «волшебные» устройства по точности (а фактически, по браку) мало чем отличаются от ручных фрез и резцовых головок. Разве что только по ширине рабочей фаски седла, да и то это преимущество мнимое — оно быстро нивелируется последующей глубокой притиркой, без которой здесь никак не обойтись. Зато в цене разница немалая — «крутилки» в два раза и более дороже комплекта ручных фрез. Классический вопрос: за что взимается плата?

Разницу надо почувствовать...

Возникает вопрос — а какие варианты оборудования для обработки седел в головках блока цилиндров и инструмент получили наибольшее распространение в России? К сожалению, вынуждены признать, что сегодня в этом деле наблюдается прямо-таки безрадостная картина.

По нашим оценкам, даже в таких крупных центрах, как Москва и Санкт-Петербург, в среднем не более 10–15% от общего количества ремонтируемых головок блока цилиндров проходят обработку седел на современном специализированном станочном оборудовании. Примерно столько же или чуть больше головок блока ремонтируются с помощью ручных портативных машин. Все остальное сегодня, похоже, отдано на откуп ручному инструменту типа фрез и резцовых головок. Это ли не повод для тревоги — за ресурс и надежность «криво» отремонтированных двига-

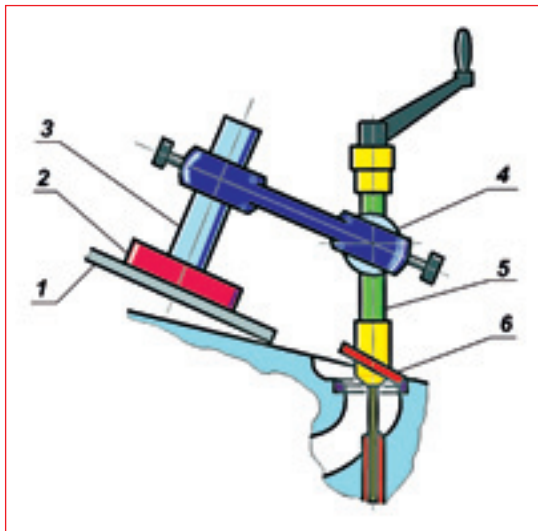


Схема базирования инструмента в традиционной ручной машине на магнитной «подушке» слишком груба, чтобы быть точной:

- 1 — плоская часть станины, прижимающая головку блока цилиндров;
- 2 — магнитная «подушка»;
- 3 — штатив;
- 4 — шаровой шарнир;
- 5 — шпиндель;
- 6 — резец

телей, сожженное ими впустую топливо, загрязнение окружающей среды, наконец?

Вспомните, сколько было дымящих маслом моторов лет десять-пятнадцать назад? А где они сейчас, куда пропали? Все просто — доставшаяся всем нам в наследство от советских времен система не смогла обеспечить качество ремонта неведомых для нее моторов, пришедших в основном из-за рубежа. Затем появились специализированные фирмы по ремонту двигателей, были развиты и отлажены необходимые технологии ремонта, в первую очередь цилинд-

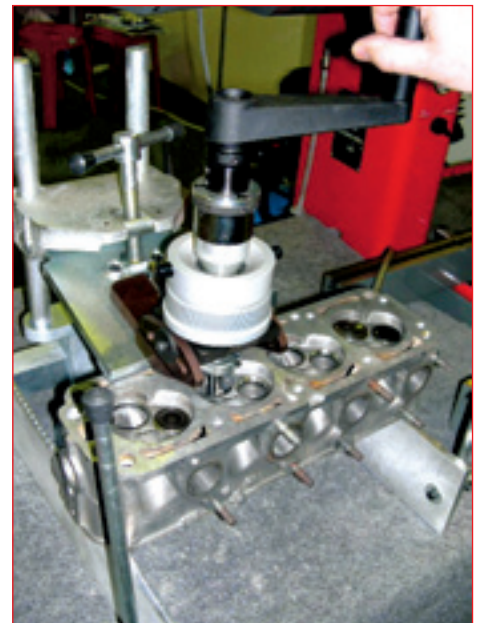
поршневой группы и кривошипно-шатунного механизма. И проблема постепенно была решена...

Но, к сожалению, не до конца. И на то есть свои причины. Дело в том, что для ремонта блока цилиндров и коленчатого вала практически любого современного двигателя может быть приспособлено отечественное станочное оборудование. Старое, выпуска 20-, а иногда и 30-летней давности. Тем не менее, после соответствующего ремонта и доводки, а иногда и серьезной переделки, пусть медленней, чем хотелось бы, но на таких станках можно сегодня качественно расточить и отхонинговать любой блок цилиндров, шлифовать любой коленвал. Даже самого навороченного иномарочного мотора.

А вот с головками блока ситуация иная. Мало того, что у наших ремонтников традиционно головка блока всегда стояла на третьем месте после блока и коленвала. Просто не досталось нам никакого головочного наследства, кроме пресловутых фрез, да еще, пожалуй, громоздких шлифовальных приспособлений. А импортные станки для многих мастерских долгие годы оставались недоступны. Вот и пошли гулять по нашим городам и весям их дешевые заменители, эрзац-приспособления и инструменты для ремонта головок блока.

Пока речь шла о ремонте старых двигателей, все было еще ничего. Но когда в ремонт начали поступать современные многоклапанные моторы, ситуация коренным образом изменилась. Теперь продавцы, традиционно демонстрируя простоту работы своего товара и обещая отличный результат, на деле просто вводят в заблуждение, мы бы даже сказали, подрывают основу всей школы отечественного моторного ремонта, которая с таким трудом создавалась все эти годы и которая всегда была нацелена прежде всего на качество ремонта.

Не так давно знакомый директор автосервиса заметил, что при ремонте двигателей коленчатые валы и блоки цилиндров он отвозит в специализированную мастерскую, а вот головки блока ремонтируют сами мотористы — с помощью ручного инструмента, который недавно был приобретен. Мол, зачем деньги терять, отдавая их на сторону? К сожалению, с тем, что еще вчера было нормой, сегодня уже никак нельзя смириться — когда дело касается головок блока цилиндров современных двигателей,



Портативная машина SERDI Micro — маленький аналог тройной воздушной подушки большого станка

мотористы в этом сервисе скорее их уродуют, нежели ремонтируют.

И все же положение с ремонтом головок блока пусть с трудом, но меняется к лучшему. Специализированные фирмы постепенно оснащаются хорошим станочным оборудованием для ремонта головок блока. Появился выбор такого оборудования, да и по цене оно теперь не кажется недостижимым, как это было пять или десять лет назад.

Важно только правильно этот выбор сделать. Мотористу — между кривыми седлами, которые даже непонятно, как исправить, и тем качеством, которое дает нормальный станок. Руководителю мастерской или цеха — между дешевыми ручными «инструментами» и настоящим профессиональным оборудованием. И почувствовать разницу. Просто чтобы потом не было мучительно больно... **ABC**



Станок SERDI 4.0 Power — один из самых мощных и универсальных во всей программе фирмы

Приобрести станочное оборудование для ремонта головок блока цилиндров фирмы SERDI (Франция), посмотреть это оборудование в работе, а также качественно отремонтировать ГБЦ двигателя любого автомобиля можно в Москве, у технического представителя компании SERDI по Московскому региону фирмы «АБ-Инжиниринг», тел. (495) 148-2432, www.ab-engine.ru или в Санкт-Петербурге, у эксклюзивного российского дистрибьютора SERDI фирмы «Мотор Технологии», тел. (812) 974-5454, www.spbmotor.ru

ПОСПЕШАЙ НЕ ТОРОПЯСЬ

Как не ошибиться при выборе станка для шлифовки клапанов

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

ИГОРЬ ПЕТРИЩЕВ, директор фирмы «Мотор Технологии» (Санкт-Петербург)

Оборудование для моторного ремонта в последнее время становится темой многих статей. Действительно, сегодня в связи с резким обновлением парка и появлением в ремонте двигателей самых современных конструкций мотористов волнует много вопросов. И один из главных — какое оборудование приобрести для своего моторного цеха? Ведь предложений на рынке масса — можно и ошибиться!

На самом деле, ошибиться легко. Практика показывает, что если руководствоваться, к примеру, только низкой ценой оборудования, то попадание впросак будет вполне закономерным результатом такого «выбора».

От лукавого...

Некоторые продавцы, прекрасно зная эту особенность русского характера — стремление во чтобы то ни стало купить подешевле, отлично научились ею пользоваться, дабы поскорее сбыть свой устаревший, иногда залежалый, а то и вовсе некачественный товар. И вполне в этом

преуспели. Действительно, надо говорить покупателю правду (читай — о достоинствах), только правду и ничего кроме правды о своем товаре, но... ни в коем случае не всю правду, то есть ни слова о недостатках. О других аналогичных товарах от конкурентов надо использовать принцип «наоборот» — только плохое, ничего кроме плохого и т.д. И тогда денежки покупателя уж точно в кармане!

И надо сказать, на такую «ржавую блесну» попадаются. Причем, не только новички-профаны, которых и уговаривать-то особенно не надо, но и вполне серьезные профессионалы. Но если новичок не сможет сразу разобраться в особенностях устройства и работы разных моделей оборудования и, как правило, склонен целиком доверять «добрым советам» иного лукавого продавца, то для профессионала это выглядит непростительной ошибкой. Потому что с профессиональной точки зрения «гроши», за которые некоторые стараются накопить себе «пятяков», никак не могут быть критерием при выборе оборудования. А любое оборудование для моторного ремонта невозможно отнести к разряду дешевого, независимо ни от производителя станка, ни от его модели.

К сожалению, сравнение оборудования, к которому нередко прибегают ловкие продавцы, — дело не столько полезное для покупателя,

сколько весьма опасное для иного производителя. А то и для самого продающего. Ведь если будет публично доказан какой-то органический недостаток того или иного станка, участвующего в подобном сравнении, производителю будет нанесен непоправимый урон. Причем не факт, что лукавый продавец выиграет, и никто не сможет, что называется, вывести его на чистую воду. Если проиграет, виноватым будет именно тот, кто начал сравнивать, — сам же лукавый. И производитель, обидевшись, может легко отказаться от его «медвежьих» услуг.

Но даже несмотря на весьма поучительные примеры, появившиеся в последнее время, продолжают сравнивать. Видимо, идут ва-банк и действуют по принципу «белые начинают и выигрывают»? Или — «нам бы прокукарекать, а там хоть не рассветай»? А может, еще по какой хитрой причине — сие нам неведомо. Но... рискуют. А не всякий риск прямо ведет к употреблению шампанского. Иногда, наоборот, к питию горькой...

А что сравнивают? Да все подряд, нисколько не заботясь ни об аргументации, ни о проверке приводимых фактов, а уж авторитет иного производителя у таких и вовсе на последнем месте. И станки для шлифовки клапанов здесь не исключение — такие примеры уже известны.

На самом деле, большой проблемы с этими станками нет — станки как станки, часто используются в ремонте двигателей для шли-

Типичные патронные станки. Выпускаются многие десятки лет. Ресурс невелик даже при частом и трудоемком обслуживании.



фовки изношенных фасок и торцов клапанов, каждый на своем месте, многие давно известны, не раз описаны и т.д. и т.п. И сравнивать их непосредственно как-то... излишне, что ли. Результат заранее известен. Какой? Об этом и пойдет речь.

Ловись клапан — большой и маленький...

Чтобы разобраться в особенностях различного оборудования для шлифовки клапанов, совсем не обязательно, как делают иные хитрые продавцы, ставить два станка рядом и по кругу, шаг за шагом, разбираться, где у какого образца находится винтик, куда смотрит трубочка или с какой стороны находится лимбочка. Если именно так подойти к этому вопросу, то главные свойства любого оборудования просто потонут во множестве второстепенных, а иногда и вовсе ненужных деталей. Поэтому мы пойдем другим путем. Мы попробуем сделать то, что тщательно скрывают многие продавцы станков данного типа, а именно, оттолкнуться непосредственно от обрабатываемого клапана.

Итак, давайте возьмем в руку клапан, который мы хотим восстановить. Очевидно, этот клапан должен удовлетворять некоторым требованиям, которые определяют его пригодность к восстановлению. Так, клапан не должен быть деформированным, а его стержень — чрезмерно изношенным. Обычно деформацию клапана можно оценить по биению рабочей фаски тарелки при установке стержня на призмы или в специальном приборе. Износ стержня легко установить с помощью микрометра, сравнив размер изношенного и неизношенного участков стержня. Предельно допустимый уровень биения не должен превышать 0,03–0,05 мм, а износа — 0,01–0,02 мм, в противном случае ремонт бесполезен, и клапан должен быть заменен на новый.

Теперь давайте посмотрим, а что нужно сделать, чтобы поправить изношенную фаску? Естественно, клапан необходимо как-то зажать, и сделать это надо обязательно за стержень, поскольку именно наружная поверхность стержня клапана служит базой для обработки фаски тарелки. Одновременно с этим клапан необходимо вращать, иначе шлифовальный круг, подведенный к фаске, не сможет ее поправить. И наконец, при любом способе зажатия клапан необходимо зафиксировать в осевом направлении, иначе круг будет сдвигать его по оси, что не даст возможности обработать рабочую фаску всю целиком и точно.

А с какой точностью ремонтировать? Здесь желательно стремиться к уровню нового клапана. По крайней мере, биение тарелки относительно стержня не должно превышать 0,01 мм, иначе

вполне правомерным будет вопрос о необходимости замены такого клапана на новый.

Интересно, мы, вроде, только начали наш анализ, а уже имеем кое-какие результаты. Например, зажимать клапан надо только за неизношенные участки, иначе мы выберем неправильную базу для обработки, и уже ни о каких 0,01 мм биения рабочей фаски говорить не придется. В нижней части стержня клапана, куда приходится нижний край направляющей втулки, а также в верхней его части, где «ездит» маслосъемный колпачок, износ, как правило, максимален. И система зажима клапана должна не только не допустить фиксации за его изношенные участки, но и легко позволить закрепить рядом — там, где износа нет или он минимален. Кроме того, вращение клапана должно быть равномерным и осуществляться с постоянной скоростью, иначе шлифовальный круг, вращающийся с большой скоростью, легко сделает поверхность рабочей фаски неровной и весьма далекой от окружности. И опять мы проскочим мимо заданных нами 0,01 мм биения.

Важно отметить и такое немаловажное требование к системе зажима и привода клапана — универсальность. То есть клапаны для

разной техники могут иметь разные длину, диаметры стержня и тарелки. А станок один. И он должен справляться по возможности со всеми клапанами. Иначе он перестает быть универсальным, и сразу возникает вопрос о приобретении другого станка, более универсального...

А если бы он вез патроны?

Если попытаться сделать анализ всех существующих и существовавших станков для шлифовки клапанов, то легко заметить, что во всем мире наберется только... два их типа. Да-да, мы не ошиблись — только два, которые резко различаются только способом зажима клапана. Во всем остальном станки могут также различаться — сильно или незначительно. А то и вообще никак. Потому что другие отличия, включая упомянутые нами выше винтики, трубочки и лимбочки, второстепенны и для понимания сути вопроса не столь важны.

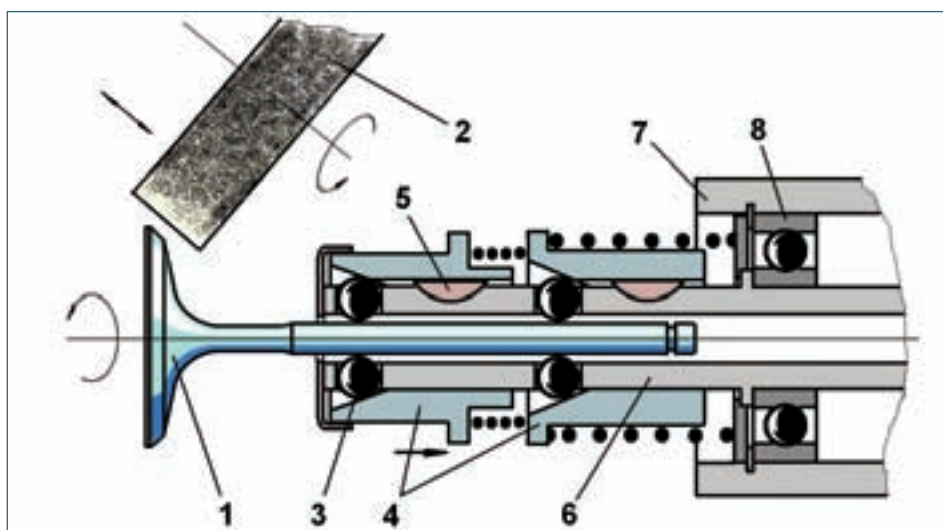
О каких же типах речь? Вот они — мы назовем их патронным и люнетным. Простенько и в то же время точно в соответствии с их главной особенностью — способом зажима клапана.

Из самого названия следует, что в патронной схеме применяется патрон. Как известно, патроны бывают разные — кулачковые, цанговые и даже шариковые. Что мало меняет суть, поскольку клапан зажимается в патроне, установленном на шпинделе станка, который в свою очередь имеет вращающийся привод (ремнем или непосредственно от электродвигателя).

Вообще патрон — вещь на первый взгляд весьма неплохая. Судите сами — в одном устройстве объединены сразу три (три!) важных свойства, а именно,



Шариковый зажим — «ахиллесова пята» всех патронных станков, не живет в присутствии абразива.



Патронный станок с шариковым зажимом имеет огромное количество посадок промежуточных деталей, чтобы он мог точно шлифовать любые клапаны:
1 — клапан, 2 — шлифовальный круг, 3 — шарик, 4 — конусные втулки, 5 — шпонка, 6 — шпиндель, 7 — корпус шпинделя, 8 — подшипник шпинделя.



Люнетные станки, отечественный (а) и иностранный (б) — полшага вперед от патрона. Еще бы полшага...

базирование клапана, фиксация от осевого перемещения и вращение. Именно это и определило на многие десятилетия господство патронных станков в деле шлифовки клапанов. Правда, эти десятилетия потихоньку уходят в прошлое...

Технический прогресс, как главный закон эволюции техники, постепенно оставил нам только один вариант патронного станка — шариковый. Другие варианты — кулачковый и цанговый, вероятно, погибли в битве за выживание где-нибудь четыре-пять десятилетий назад. А может, и того больше. Причины оказались весьма прозаичны — кулачки не могут обеспечить правильную установку клапана со стержнем малого диаметра, а цанги требуются в огромных количествах — своя цанга на каждый размер стержня клапана.

Шариковый патрон здесь оказался не в пример более точен и универсален. Схема работы шарикового зажима весьма проста. При смещении конусных втулок, скользящих по наружной поверхности шпинделя, конусы упираются в шарики, расположенные в отверстиях шпинделя (по три шарика на каждую втулку), и прижимают их к стержню клапана, тем самым зажимая его

на шпинделе. Поскольку шарики могут быть изготовлены с микронной точностью, клапан встает в зажим достаточно точно, и его ось оказывается весьма близкой к оси вращения шпинделя. Что очень важно для точной обработки рабочей фаски клапана. Но...

К сожалению, точность шарикового патрона на практике оказывается не столь хорошей, как это может показаться на первый взгляд. Дело здесь в том, что красивая конструкция не учитывает тех реальных условий, в которых обычно работает шлифовальный станок. Абразив, образующийся при шлифовке, играет с шариковым зажимом весьма злую шутку. Даже несмотря на защитные шторки, которые некоторые производители ставят на патрон, абразив все равно проникает внутрь. И вызывает не только погрешности установки клапана, но и износ патрона.

Износ в присутствии абразива носит весьма прогрессивный характер, поскольку шарики имеют точечный контакт с ответными деталями, дающий довольно большие контактные нагрузки. Кроме того, конструкция патрона требует окружающей фиксации конусных втулок (для этого

служат шпонки на шпинделе и пазы на втулках), в результате чего шарики всегда контактируют с втулками в одних и тех же местах, наиболее подверженных износу. Там образуются небольшие лунки, что постепенно приводит к потере точности установки клапана. И хотя некоторые производители рекомендуют регулярно разбирать патрон для его чистки и мойки, спастись от износа все равно не удастся. Тогда патрон необходимо менять, а это весьма недешевая процедура.

Еще одна проблема связана со шлифовкой клапанов малого диаметра, устанавливаемых на многоклапанных двигателях. Не все станки с шариковым патроном могут зажать стержень клапана диаметром менее 7 мм. В результате некоторые производители были вынуждены начать дооснащать свои станки переходными разрезными втулками для установки клапанов малого диаметра, а станок превратился в некий шарико-цанговый патронный гибрид. Но это решение оказалось неудачным, поскольку количество посадок деталей для зажима стержня увеличилось неимоверно — до шести (корпус-подшипники, подшипники-шпиндель, шпиндель — конусная втулка, конусная втулка — шарик, шарик — переходная втулка, переходная втулка — клапан).

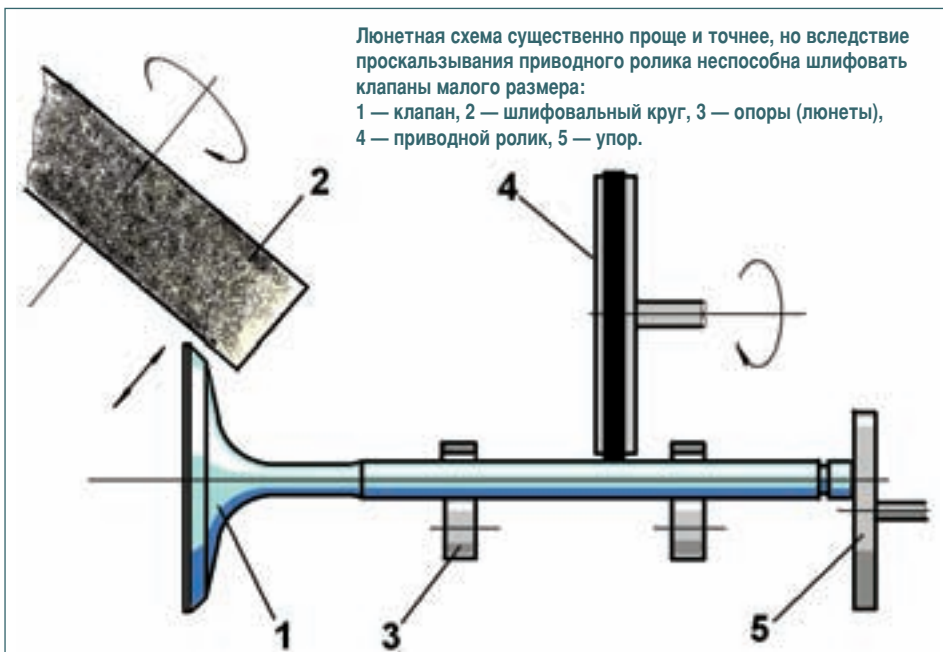
Изготовить этот «бутерброд» так, чтобы добиться точной установки стержня клапана в соответствии с осью вращения шпинделя, стало весьма проблематично, а в присутствии абразива и вовсе невозможно. Кроме того, установка клапана в патроне всегда осуществляется вслепую, оператор не знает, куда попали шарики — на неповрежденную или изношенную поверхность стержня — и практически не может повлиять на этот процесс. Да и тарелка клапана, висящая консольно на тонком стержне, легко отжимается кругом при шлифовке...

Фактически шариковый зажим показал в новых условиях свою непригодность к точной работе, а проще говоря, моральную старость. Требовалось другое решение, и оно в конечном счете было найдено...

Люнет во спасение?

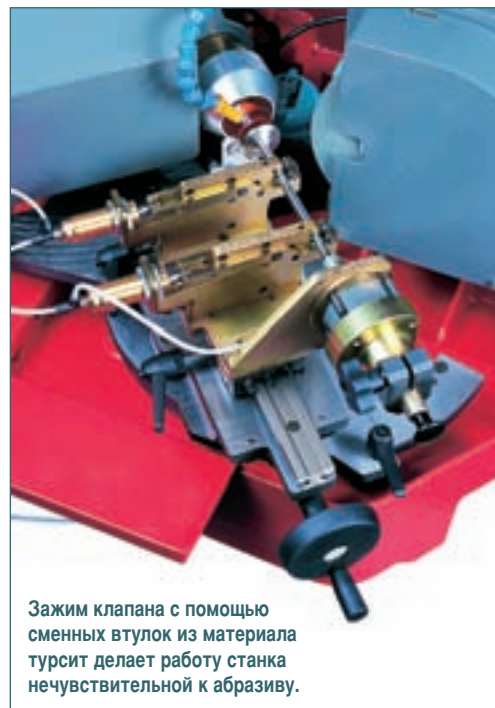
Главная проблема, которую пытались решить многие производители, — как избавиться от огромного количества промежуточных деталей, участвующих в процессе зажима клапана? Ведь чем меньше таких деталей, тем точнее будет установлен клапан. А самый точный способ, очевидно, — вообще обойтись без патрона, зажав и заставив вращаться клапан непосредственно в чем-то, но... только не в патроне.

Беспатронная система зажима клапана пришла на смену патронам и используется сейчас многими производителями станков. Мы назвали ее люнетной. В названии суть — стержень клапана устанавливается и вращается в опорах



Люнетная схема существенно проще и точнее, но вследствие проскальзывания приводного ролика неспособна шлифовать клапаны малого размера:
1 — клапан, 2 — шлифовальный круг, 3 — опоры (люнеты), 4 — приводной ролик, 5 — упор.

Станок HVR90 с усовершенствованным люнетным зажимом клапана не имеет ограничений по размеру клапанов.



Зажим клапана с помощью сменных втулок из материала турсит делает работу станка нечувствительной к абразиву.

(люнетях), представляющих собой сдвоенные подшипники. При этом стержень опирается в двух сечениях на такую пару люнетов, а сверху прижимается к ней тем или иным способом.

Используемые в конструкции люнетов подшипники могут быть различных типов — качения, скольжения или комбинацией обоих типов. Фактически это не оказывает существенного влияния на точность люнетной схемы. Более того, абразив теперь тоже не страшен, поскольку он всегда будет вытеснен из зоны контакта и не сможет сместить клапан от оси его вращения. При этом абразив не может повлиять в этой системе ни на что, кроме подшипников, а они в случае износа легко заменяются и стоят недорого. И, по большому счету, для люнетной схемы не имеет значения, какой стержень, большой или маленький, прижат к опорам — сдвоенные подшипники могут дать надежную и точную опору для любого клапана. Причем оператор всегда полностью контролирует процесс и может передвинуть опоры или сам клапан так, чтобы зажимы приходились на неизношенные участки стержня.

Неудивительно, что именно люнетная схема стала основной для станков, разработанных в последние 10–15 лет. Причем не только за границей, но и у нас в России, — отечественные производители оборудования довольно быстро уловили преимущества люнетов и перешли от допотопных патронных шлифовальных станков к люнетным.

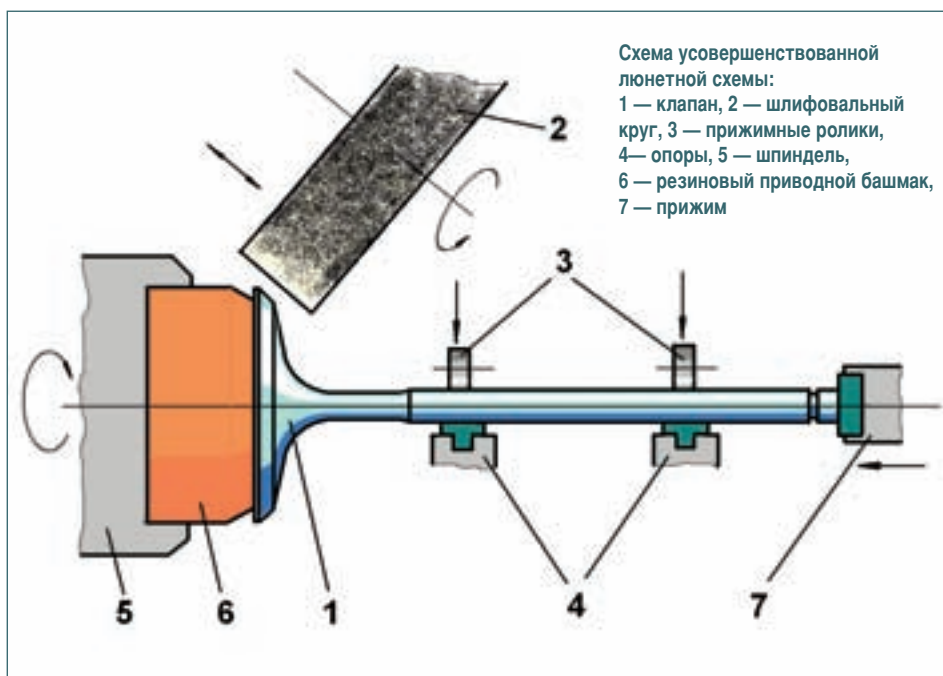
Но, к сожалению, не каждая бочка меда обходится без ложки дегтя. Уложить клапан в подшипники для хорошей работы мало, надо еще заставить его вращаться. А вот этот процесс оказался не проработанным должным образом.

Большинство производителей, включая и наших российских, решили использовать для прижатия клапана к люнетам и его вращения обремененный ролик. В принципе идея неплохая — убить сразу двух зайцев одним выстрелом. Только практика быстро расставила все на свои места — ролик большого диаметра прижимать-то клапан к люнетам прижимает, а вот вращать надежно стержень малого диаметра не может — проскальзывает. И клапан начинает вращаться рывками, в результате чего качество шлифовки резко падает, а время обработки растет. Ситуация с клапанами диаметром менее 5 мм еще хуже — в присутствии масла они вообще перестают вращаться. А ролик, нажимая на тонкий стержень

клапана, его деформирует, что вообще лишает шлифовку таких клапанов на станке данного типа какого-либо понятия о точности.

Получилась более прогрессивная система, но с маленькими клапанами она опять не справляется. Кроме того, ряд станков, использующих эту схему, обладает и другими недостатками — более продолжительной подготовкой к работе, использованием боковой части круга для шлифовки и т.д. Выходит, не спасла люнетная схема положения, не дала существенных преимуществ и не позволила опять шлифовать все клапаны подряд.

И когда даже производители устаревших патронных станков начали было руки потирать и свои образцы из запасников вытаскивать, чтобы



поскорее модернизировать, вдруг пришло решение, откуда не ждали...

Люнет люнету рознь

Такое решение очевидно, поскольку лежит на поверхности. А зачем «убивать обоих зайцев» — зажим клапана и его вращение — сразу одним выстрелом? Что если эти функции разделить? Например, почему не прижать клапан не одним большим приводным роликом между люнетами, а двумя маленькими подшипниками, причем каждым к своему люнету? Тогда уже получаем преимущество — клапан, даже самый маленький, от прижима никогда не погнется.

А как клапан вращать? Если попытаемся за стержень, то сразу получим проскальзывание на малых диаметрах. А что еще у клапана есть? Конечно же, тарелка — ее диаметр во много раз больше. Значит, надо вращать за тарелку. Как? Легко — надо к вращающемуся шпинделю клапан прижать тарелкой! А чтобы не повредить тарелку и избежать проскальзывания, поставить на шпиндель резиновый башмак. Тогда тарелка уже не будет висеть консольно — она будет опираться на башмак, что резко повысит качество шлифовки клапанов малого диаметра. Осталось только придумать, чем прижимать клапан к тарелке. Но это уже просто — дело техники...

Именно такая люнетная схема была реализована в шлифовальном станке для клапанов известной нашим читателям французской компанией SERDI. Причем, что характерно, благодаря существенным отличиям от обычной люнетной схемы эта конструкция запатентована. А потому используется только в одноименных станках и не имеет аналогов.

Все преимущества люнетной схемы над патронной здесь налицо, но область применения станка, а именно, шлифовка любых клапанов независимо от их размеров, не имеет ограничений. Подшипники люнетов выполнены комбинированными — твердосплавный ролик прижимает стержень клапана к сменным опорным пяткам, выполненным из специального материала. Этот материал называется турсит, он характеризуется очень высокой износостойкостью и низким коэффициентом трения, в результате чего пяточки служат много лет, но могут быть легко заменены в случае износа. Аналогичный опорный башмак применен и в толкателе, нажимающем на торец стержня клапана для прижатия тарелки к приводному башма-



Сменные направляющие и опорные втулки шлифовальной бабки — капитальный ремонт станка обойдется всего в несколько сотен евро.

ку. Ну а все операции по зажиму стержня и прижиму к приводу выполняются пневматикой — при включении воздух освобождает пружины, которые и обеспечивают необходимые усилия.


Усовершенствованная люнетная схема, в отличие от патронных образцов, совершенно не чувствительна к абразиву и не требует практи-

чески никакого обслуживания за все время эксплуатации станка — сравните с регулярной разборкой и чисткой патронов. Но производитель пошел еще дальше, учитывая весьма печальный опыт эксплуатации патронных образцов в присутствии абразива, — люнетный станок имеет сменные опорные втулки и сменные направляющие шлифовальной бабки и каретки суппорта крепления клапана. Это значит, что со временем, через много лет не придется менять весь станок или заниматься шабрением направляющих и кустарным изготовлением ответных деталей — достаточно просто поменять изношенные втулки и направляющие, затратив на капитальный ремонт станка всего несколько сотен евро. И все.

Вместо послесловия

Проводя наше сравнение станков различных схем, мы намеренно не стали углубляться в дебри основополагающих технических наук типа «Основ взаимозаменяемости» и «Деталей машин», дабы не прятаться за наукообразие и собственную техническую подкованность. Не стали мы также анализировать различные базовые поверхности с базовыми осями, некруглости и непрямолинейности образующих, использовать экзотические приборы типа кругломеров, рассуждать о жесткости систем и даже (страшно сказать!) о соосности.

Дело в том, что преимущества люнетных станков для шлифовки клапанов настолько очевидны, что не нуждаются в каких-то дополнительных доказательствах, да еще с привлечением научных гипотез. Тем более что многие из таких гипотез погибли бы сразу, столкнувшись на практике с абразивом. А то, что хорошие люнетные станки дороже своих устаревших патронных аналогов, тоже вполне объяснимо, ведь покупателю не придется в будущем приобретать новый станок или проводить дорогостоящий ремонт, вполне сопоставимый со стоимостью нового станка.

Но это, возможно, только наше мнение. Мы лишь хотим предостеречь от поспешных и необдуманных решений, продиктованных, к примеру, низкой ценой конкретного образца или его мнимыми преимуществами в каких-то второстепенных деталях. А окончательный выбор — он как всегда, за мотористами. 

«Роллс-Ройс» среди шлифовальных станков для клапанов - модель SERDI VVR120, выполнена по усовершенствованной люнетной схеме с вертикальным расположением клапана. Аналогов по точности, производительности и диапазону размеров клапанов не имеет. Как, впрочем, и «Роллс-Ройс» среди прочего автомобильного племени.



Ремонт постелей головок и блоков:



расточка или хонингование?

Часть 1

ИГОРЬ ПЕТРИЩЕВ, директор фирмы «Мотор Технологии» (С.-Петербург)

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

Многие мотористы при сборке двигателя сталкивались с неожиданной проблемой — в блоке вроде все чистенько и ровненько, размер шеек коленвала в допуске, вкладыши новые, от лучшего производителя, а коленвал при затяжке коренных болтов «зажимает». Или такой случай: изношена или повреждена одна из постелей — отверстие подшипника распределительного вала. Возникает извечный вопрос, что делать? Менять головку или блок? Или начинать что-то подпиливать и подшабривать, дабы заставить вал крутиться свободно?

Ответ, на наш взгляд, неожиданный — ни то, ни другое. Первый вариант на радость некоторым дилерским центрам — они это любят, пусть меняют. Детали недешевые, а клиенту всегда можно доказать, что другого пути и не существует вовсе, зато себе прибыль немаленькая. Решение «подгонять» тоже никуда не годится — на дворе 21-й век, и с кувалдой да напильником к современному мотору подходить как-то совсем несерьезно. Мы бы даже сказали — не с руки. Времени на такую «доводку» уйдет много, а будет ли ходить мотор — еще вопрос. Да и поправить деталь таким способом можно не всегда и не везде.

Но делать что-то надо. Ведь ремонт мотора необходимо завершить, причем обеспечив

должное качество работы. Поэтому, прежде чем засучить рукава, надо осмотреться, чтобы не наделать глупостей. Посмотреть, так сказать, «в корень зла». И ответить на вопрос...

Почему искривилась постель?

Основная причина повреждения или износа постелей подшипников связана с перегревом и масляным голоданием в двигателе. Или и с тем, и с другим сразу — недостаточная подача масла всегда вызывает нарушение теплового режима работы подшипника, поскольку масло в нем выполняет не только смазывающую, но и охлаждающую функцию.

Допустим, масла в моторе оказалось мало — что произойдет? Вкладыши коленвала перегре-

ются, на них появятся задиры, а некоторые вообще расплавятся и разрушатся — так велика станет их температура. Очевидно, нагреются сверх меры и постели (отверстия, в которые вставляются вкладыши). Этот перегрев имеет местный характер: греется поверхность, причем очень быстро, в течение даже не минут — секунд. За такое время «толща» материала равномерно прогреться не успевает, а тут еще и «масло в огонь» подливается в прямом смысле слова — даже незначительная, иногда прерывистая, подача масла к перегретому подшипнику вызывает быстрое поверхностное охлаждение, затем опять нагрев. Как у сковородки на плите.

Что получится в результате, понятно: металл есть металл, в нем после долгожданной оста-

новки двигателя и охлаждения возникнут остаточно напряжения. Теперь стоит только отвернуть болты крепления крышки перегретой постели, чтобы увидеть этот самый результат невооруженным глазом: крышка окажется деформированной, да так, что ее плоскости к блоку уже не прилягут. Теперь как крышку ни ставь, как ни затягивай болты, отверстие постели по форме будет весьма далеко от окружности — какая уж тут легкость вращения, даже если вал с вкладышами новые!

А если от недостатка масла вал заклинит во вкладышах? Хорошо, если на малых оборотах — двигатель просто встанет и стартером больше не прокрутится. Это называется «повезло», не исключено, что постели не успели получить серьезных повреждений. Чаше не везет — обороты высокие, инерция всего кривошипно-шатунного механизма большая, вкладыш к валу «приклинил», а его сорвало. И вот он вместе с валом крутится в постели, то есть там, где никакого вращения не предусмотрено. Это означает износ постели, затем стук — все, приехали: ремонт, а то и замена блока цилиндров.

Нехорошо получается и при перегреве двигателя — когда весь блок сильно разогревается, а металл теряет прочность. Но нагрузки на блок при этом никто не отменял, двигатель продолжает работать. А если это не древняя «чугуняка», а современный мотор с блоком из легкого сплава? Тогда все, готов, отъездился — постели разъедутся и искривятся так, что валу там места больше не будет. И вкладышам — тоже.

Прокатить квадрат по рельсам? Это вряд ли...

В головке блока другая картина — там ведь вкладышей, как правило, нет, а это усугубляет процесс. Потому что опорные шейки распредвала при непосредственном контакте с поверхностью опор просто их «убивают». Причем на начальной фазе процесса алюминиевый сплав переносится с головки на вал, а на поверхности отверстия подшипника появляются задиры. Дальше процесс прогрессирует самым неблагоприятным образом, при котором идет перенос металла в обратную сторону, и чугун «умудряется» впасть в постель. Естественно, ни о какой подгонке такой постели под новый вал речь уже идти не может.

Или такой банальный случай — «просто» перегрев двигателя. При котором нередко прогорает прокладка головки блока, а опорная плоскость головки деформируется. Что интересно, многим мотористам невдомек, что деформирована не только плоскость, а вся головка блока целиком. Для постелей распред-



Схема обработки постели с «заниженной» крышкой — при хонинговании (а) ось постели сама займет некое среднее положение, а при расточке (б) положение оси может быть задано с учетом минимального припуска на блоке. В последнем случае смещение оси коленвала вверх будет контролируемым и минимальным, равным этому припуску. В первом случае все наоборот — контролировать смещение оси невозможно, и оно будет приблизительно равно половине общего припуска на обработку.

вала иной раз это совсем печально — после «хорошего» перегрева двигателя их общая ось искривляется. Но распредвал-то должен вращаться, а ось вращения — это прямая линия, а не кривая. И получается следующее: выравнивая плоскость головки, поставив вал в постель и затянув крышки, пробуют его вращать, а он не хочет. Как квадрат по рельсам — не катится. Это тоже не все увидят, потому что предварительно ставить вал в постель и отдельно проверять лень. А в сборе с толкателями клапанов он и так плохо крутится — пружины клапанов не пускают.

Но если подойти к делу со всей серьезностью, то тугое вращение заметить несложно. Да и как валу легко вращаться, если его в кривых постелях изогнуло? Ну ладно, ремень мощный, а то и цепь — сорвут, прокрутят. Только ходить такому валу недолго, потому что арифметика наука точная: каждый оборот вала означает его изгиб сначала в одну сторону, а затем в другую. Через некоторое время в сумме получим (сопромат — тоже наука точная) закономерный результат — усталостное разрушение вала. И раньше, чем может показаться на первый взгляд.

Где же выход?

Он один — надо каким-то способом обрабатывать постели. То есть ремонтировать. Выпрям-

лять ось, скруглять отверстия. Но вот проблема — способов, при ближайшем рассмотрении, несколько (напильники и шаберы не в счет!), а вот все ли они будут одинаково хороши для нашей постели?

Как это не поправить

Давайте возьмем в руки хорошую коренную крышку блока и посмотрим на поверхность постели. Видно что-нибудь? Видно... На поверхности сетка рисок, почти как на цилиндре. Значит, постели были обработаны на заводе хонингованием. Вот бы и нам такое... Чтобы после ремонта блок стал как новенький, а то и лучше.

Нет проблем — есть специальные станки для хонингования постелей. Импортные, правда, дорогие, но хорошие. И многим уже известные. Есть даже «волшебники», которые утверждают, что, имея лишь один такой станок, ни с какими проблемами с ремонтом постелей больше уже не столкнешься. Что ж, давайте и мы попробуем...

Но для начала сформулируем задачу. А лучше — цель. Итак, в конце работы мы должны получить ровные круглые постели, лежащие на одной оси. Причем номинального диаметра — у подавляющего большинства современных двигателей ремонтных размеров постелей производителями не предусмотрено.

Но у нас в поврежденном блоке не все постели номинального диаметра — некоторые имеют весьма «бледный» вид. Их размеры «гуляют», и чаще в большую сторону. Что делать?

Все просто — надо «занизить» крышки постелей, то есть обработать их по плоскости разьема. Тогда при сборке на



При недостаточной подаче масла опорные шейки распределительного вала могут получить серьезные повреждения. В такой ситуации распредвал лучше заменить, чем ремонтировать.

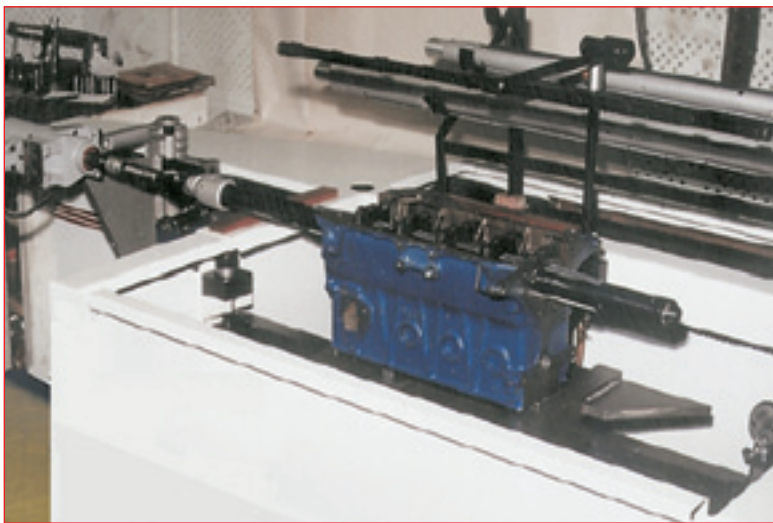
блоке они «осядут», а размер постелей уменьшится и станет меньше номинального как раз на величину припуска на обработку.

Сказано — сделано. Для этого подойдет любой станок — фрезерный, плоскошлифовальный, в конце концов, даже токарный или заточный, если проявить некоторую смекалку. А вот чтобы определить, сколько снимать с плоскости, надо смотреть характер износа или деформации постели. Например, если постель деформирована (вытянута) по вертикали, то вблизи плоскости разреза она обычно сжимается, и сьем с плоскости крышки можно сделать по минимуму, так

чтобы размер постели стал меньше номинального в среднем на 0,1–0,2 мм. Напротив, если максимальный размер окажется ближе к плоскости разреза или отверстию сильно изношено, а постели заметно разъехались в стороны после перегрева, то снимать надо больше — иногда до 0,4–0,6 мм, иначе у разреза останется так называемая «чернота» — необработанные участки.

Но вот, наконец, вся подготовка закончена, крышки на местах, болты затянуты, размеры всех постелей меньше номинального. Теперь хонингуем — длинной оправкой с большим количеством абразивных брусков в ряд, со специальным хонинговальным маслом — все, как положено. Получилось? Вроде да, и даже неплохо — размер достигнут, на всех постелях он в допуске, поверхность просто заглядене, что еще надо?

Ничего, если не задумываться. А надо бы, иначе многое можно не увидеть — например, а что это за ось у постелей получилась? Или такой вопрос — эта ось параллельна той старой и доб-



Современный хонинговальный станок для постелей. Отличная вещь, но... только для исправления незначительных износов и деформаций постелей.

рой оси, что сделана еще на заводе, или нет? А величина смещения оси — какая и куда, в какую сторону? А это много или мало, и на что влияет?

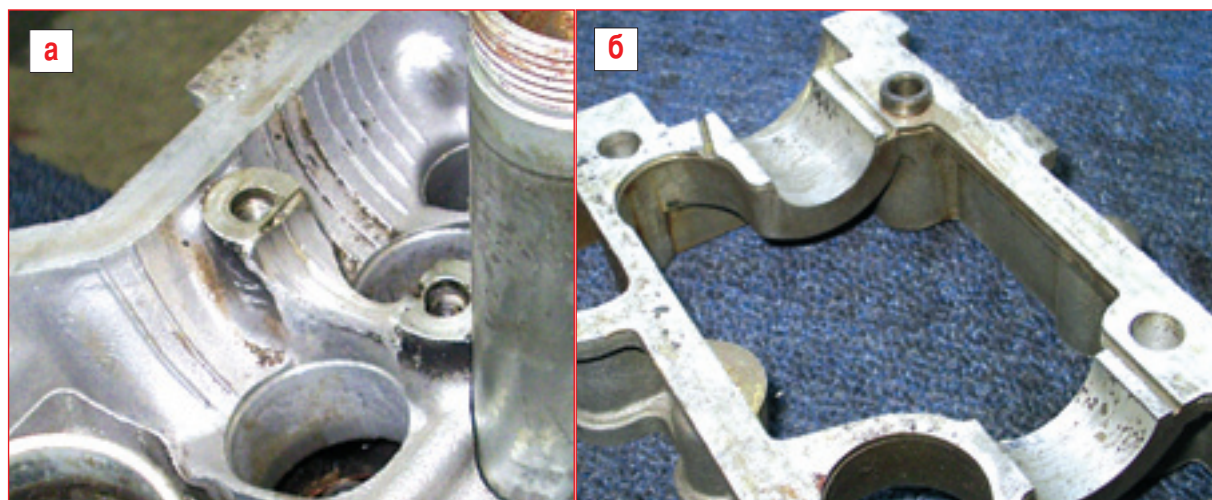
Еще вопросы? Пожалуйста — а если в крышке крайней постели стоял сальник коленвала, то как теперь он будет стоять, ведь после осадки крышки посадочный размер гнезда под сальник уменьшился, да и вообще гнездо перестало быть цилиндрическим? Что с сальником-то теперь будет, а?

Ладно, хватит вопросов, перейдем к ответам. К сожалению, они весьма нелицеприятны для данной технологии. И первое, что заметит даже не самый грамотный механик при сборке двигателя — в положении ВМТ поршни почему-то вылезают над плоскостью блока. А быть такого не должно. И где теперь прокладку головки потолще найти? Эх, наверное, опять поршни бракованные попались, откуда-нибудь с Востока, не иначе, не зря же говорят, что там теперь все делают...

Но дело, как читатель уже догадался, не в этом. Просто ось постелей коленвала изменила свое положение. Уехала, так сказать, причем в строго определенную сторону — к верхней части блока. Что совершенно закономерно, стоит только нарисовать схему обработки на бумаге. И уехала совсем на чуть-чуть — приблизительно на половину припуска на хонингование. Если припуск был, допустим, 0,5 мм, то смещение оси составило примерно 0,25 мм. Всего и делов-то...

Как говорят некоторые крупные специалисты в области хонингования, технологической базой для такой обработки постели является сама постель. Только вот проблема — у нас перед обработкой постели были кривые, разъехавшиеся в разные стороны и, возможно, в разной степени, а после обработки получились прямые и ровные. То есть, база, от которой велась обработка, была кривая — о как! Хонголовка же, опираясь брусками и направляющими башмаками на кривые постели, сама выбрала себе некую среднюю ось, которая перед обработкой не являлась ни исходной осью постелей, ни базой. Поэтому никого не должно удивлять, что в общем случае новая ось стала к тому же непараллельна исходной.

Что это значит для двигателя, долго объяснять не надо. После такого, с позволения сказать, хонингования нарушена вся геометрия блока цилиндров — верхняя и нижняя плоскости блока оказались непараллельны оси постелей, а цилиндры ей перпендикулярны. В такой блок наши истинные ценители хонингования заложили некую мину замедленного действия — взорвется обязательно, а когда — неизвестно. То есть, сколько проедет мотор, не ясно, но уж меньше, чем мог бы.



Постели распредвала от недостатка масла страдают не меньше, а чаще еще больше, чем сам вал. Но торопиться менять головку блока с поврежденными постелями на новую не стоит. (а и б)

тор, не ясно, но уж меньше, чем мог бы.

А вот что почти совсем ничего не проедет, так это коробка передач. Ведь постели коленвала не просто уехали, они стали несоосны с первичным валом коробки, которая строго центрируется по блоку. Здесь даже 0,1 мм достаточно, чтобы передний (или задний) подшипник первичного вала быстренько так на-

чал загибаться от дополнительной нерасчетной нагрузки. А у автоматической коробки вместе с постелями вверх «отъехал» и гидротрансформатор. Как известно, он в АКПП вращается в подшипнике скольжения, которому, возможно, жить осталось считанные сотни километров.

Но это, так сказать, позади мотора. А что спереди? Там тоже хорошего мало – смещение оси коленвала вверх неминуемо вызовет изменение фаз газораспределения. Но хуже всего будет тем моторам, у которых привод распределительного вала шестеренчатый: уменьшение межосевого расстояния между шестернями приведет в лучшем случае к снижению их ресурса по причине слишком малого зазора в зацеплении зубьев шестерен, а в худшем — к полной невозможности сборки привода.

Проблема «отъезда» оси постелей вверх еще более остро вылезает на алюминиевых блоках цилиндров современных двигателей. Дело в том, что алюминиевый сплав блока существенно «мягче» чугуна, из которого обычно сделаны крышки постелей. И легче обрабатывается. В результате в общем припуске на обработку подавляющая часть этого припуска достается именно блоку, а не крышкам. Кроме того, различия в обрабатываемости этих металлов абразивным инструментом требуют увеличения припуска, усугубляя и без того уже критическую ситуацию со смещением оси постелей вверх.

С постелями распродвалов в головках блока таким способом тоже ничего хорошего не выходит. При серьезных повреждениях ось постели после хонингования «отъезжает» далеко вниз, из-за чего гидрокompенсаторы, которыми оснащены многие современные моторы, сжимаются до упора, оставляя клапаны приоткрытыми. Естественно, мотор с отремонтированной подобным образом головкой блока работать уже не захочет. И даже подрезка торцов клапанов не всегда спасет положение.

Да, хорошенькое получилось дельце — одно лечим, другое калечим. А еще ремонтом называется, технологиями там всякими современными...

Сам себе база?

Раз все так плохо, то у читателей могут возникнуть еще вопросы. К примеру, а почему тогда хонингование применяют в массовом производстве? И кто же это использует такую плохую технологию, да еще в таких массовых масштабах? ВАЗ? Или ГАЗ? А может, УАЗ? Короче, подать сюда Ляпкина-Тяпкина! Ну и так далее...

Смеем успокоить читателей — на заводах, даже отечественных, все получается хорошо. Потому что хонингование там применяют не как основную, а только как завершающую операцию — после предварительной расточки постелей. Когда номинальный размер постелей почти достиг-



Одно из главных преимуществ расточного станка — индивидуальная выверка положения детали с целью достижения минимального смещения оси постелей. В конечном счете это и делает расточку постелей универсальной ремонтной технологией.

нут, и все отверстия стали круглые. Поэтому на хонингование как отделочную, финишную процедуру на заводах оставляют совсем небольшой припуск — не полмиллиметра, а лишь его сотые доли. При которых перекосить или сместить куда-то ось постели уже невозможно.

Совершенно другая картина получится, если расточку из заводского процесса обработки изъять. Упразднить как лишнее звено — в качестве какого-нибудь рацпредложения. Такой полет фантазии заводского технолога привел бы, скорее всего, к массовому браку, убыткам, отзыву машин из эксплуатации и прочим нежелательным для завода катаклизмам.

Почему же тогда в производстве нельзя, а в ремонте — пожалуйста? Или в ремонтном производстве действуют другие законы? По которым, если нельзя, но очень хочется, то можно. Или можно вообще и всегда?

Нет, в ремонте тоже нельзя. Причем, окончательно, совершенно и бесповоротно. Но очень хочется некоторым продавцам оборудования — сбыть свой товар. Или мастерским, «и в хвост и в гриву» хонингующим постели, невзирая на степень их повреждений. Тогда покупателям и клиентам можно заведомо позабыть сообщить про то, что хонингование постелей имеет весьма ограниченную область применения — только для незначительных износов и легких деформаций постелей, в пределах нескольких сотых долей миллиметра. То есть, говорить правду, только правду, но не всю... Проверить-то нельзя!

Иначе сначала надо бы растачивать. А это уже дополнительное оборудование, дополни-

тельные расходы, на которые клиент может не согласиться. Зачем тогда это афишировать? Нет, пусть все будет по-тихому — сказали, что хонингование самый лучший способ ремонта, извольте верить, что так оно и есть. Учение все-таки, потому что верно, помните? А оси там какие-то, база технологическая — это все «от лукавого». Нашему хонингованию, мол, никакая база не нужна — оно само себе база, и точка. Смотрите, какая поверхность выходит — как заводская, лучше не бывает!

Многие раньше верили всем этим заклинаниям. Хотя сомнения иногда возникали. Но время и опыт постепенно все расставляют на свои места, хотя бы и не хотят этого заинтересованные волшебники от хонингования. И коробки передач, «умершие» якобы случайно, «своей смертью» через 1000 км пробега после хонингования постелей, и поршни, нечаянно вылезшие над блоком при сборке двигателя, и сальники, которые оказались неважные, потому что потекли почти сразу. А также двигатели, едва дотянувшие до каких-то несчастных 50 тысяч. И тихо «почившие в бозе»....

И совсем дело стало бы дрянью, да народ нынче пошел не тот, что раньше, — на мякине уже не каждого проведешь. Многие теперь задумываются, интересуются, проблему со всех сторон изучают, прежде чем на что-то решиться. Не так, как раньше, — купить по-быстрому какой-нибудь волшебный станочек, чтобы поскорее на нем деньгу зашибить. Или отдать куда-нибудь деталь — лишь бы сделали побыстрее и подешевле. А там хоть трава не расти...

Не проходит нынче такое дело — качество работ давно вышло на первый план. И как читатель уже догадался, решение проблемы ремонта постелей головок и блоков — в использовании расточного оборудования. Но об этом в следующем номере журнала. **АБС**

Качественно отремонтировать постели в блоках и головках блока любых двигателей можно в Специализированном моторном центре «АБ-Инжиниринг»
тел. (495) 148-2432,
www.ab-engine.ru

Здесь, а также у эксклюзивного российского дистрибьютора SERDI фирмы «Мотор Технологии» (С.-Петербург)
тел. (812) 974-5454,
www.spbmotor.ru
можно посмотреть в работе и приобрести оборудование фирмы SERDI для ремонта двигателей, отремонтировать блок цилиндров, головку блока и коленчатый вал любого двигателя.

Ремонт постелей головок и блоков:

расточка или хонингование?

Часть 2

ИГОРЬ ПЕТРИЦЕВ, директор фирмы «Мотор Технологии» (С.-Петербург)

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

Хонингование до недавних пор считалось универсальным способом ремонта постелей. В предыдущем номере журнала мы рассказали о сложностях, возникающих при ремонте постелей коленчатого и распределительного валов в блоках и головках блока цилиндров с помощью хонинговального оборудования. В результате чего качество такого ремонта нередко не выдерживает критики. И на это, оказывается, есть довольно веские причины...

Дело в том, что хорошей геометрии отверстия и низкой шероховатости поверхности, что и дает хонингование, совершенно недостаточно для обеспечения высокого качества ремонта. Необходимо еще и правильное расположение обрабатываемых поверхностей относительно базовых. В блоке цилиндров это наиболее важно — ось постелей должна быть перпендикулярна цилиндрам и параллельна плоскостям блока. И смещение оси при ремонте должно быть минимальным.

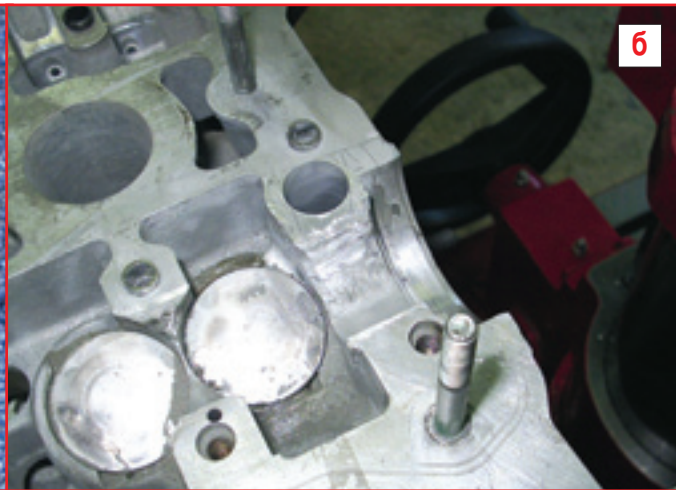
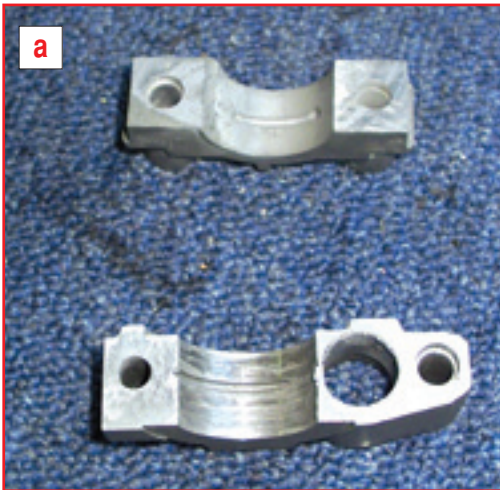
К сожалению, измерить степень перпендикулярности, параллельности и смещения осей на практике очень трудно. Даже почти невозможно. Поэтому эти параметры, как говорится, должны быть обеспечены правильной технологией. А как определить, какая технология правильная, а какая — нет? Очень просто...

Блок цилиндров? Нет, только его заготовка...

Итак, вернемся опять на завод, о котором шла речь в первой части статьи. И ответим на вопрос, какие операции при обработке постелей можно назвать главными? Очевидно, только те, которые задают всю геометрию блока. В том числе расточка. Именно она, в конечном счете, и вносит наибольший вклад в превращение заготовки в готовый блок цилиндров. Потому что формирует геометрию рабочих поверхностей относительно базовых. На долю же финишных операций, того же хонингования, достается лишь тонкая доводка отверстий до заданных размеров — на уже практически готовой детали.

Заготовка? Стоп... Так вот где зарыта собака — взявшись за работу, мы даже не определились, с чем именно имеем дело — с готовым блоком цилиндров или только с его заготовкой? Не подумали, а зря! Потому что этот вопрос имеет принципиальное значение.

В самом деле, если поступивший в ремонт блок цилиндров мы считаем готовой деталью, то спокойно можем применять различные технологии финишной обработки — чтобы слегка подправить отдельные поверхности, геометрия которых чуть-чуть нарушилась. Здесь и хонингование отлично подойдет, и притирка, и полировка. И даже шабер может пригодиться — например, чтобы заусенчик какой снять на краешке постели. Но в том-то и дело, что нашему блоку до готовой детали еще ой как далеко — многие его



Головка блока перед ремонтом постелей распредвала нередко требует специальной подготовки — напыления порошка типа «алюминий-цинк» на сильно поврежденные поверхности крышек (а) и постелей в головке (б). При напылении на постели внутренние полости ГБЦ закрываются технологическими пробками, препятствующими проникновению порошка.

поверхности, иногда даже базовые, от которых должна вестись обработка, сильно изношены и деформированы. В таком случае это только заготовка детали, и для нее годятся те методы обработки, которые точно обеспечивают заданные размеры, форму и расположение обрабатываемых поверхностей.

К большому сожалению, этот вывод звучит весьма неутешительно для наших знакомых приверженцев хонингования — их технология сразу выпадает из списка универсальных, пригодных для ремонта постелей. Потому что несмотря на отличные размеры и форму постелей после ремонта, с их расположением выходит просто беда. И чем сильнее повреждены постели, тем больше масштабы бедствия, которое постигнет блок после их хонингования. Кстати, это замечание справедливо не только для постелей, но также для цилиндров и шатунов — там наши кудесники тоже всегда норовили «ударить» по предварительной расточке хонингованием. Но это тема отдельного разговора, который мы обязательно продолжим в будущем.

Значит, расточка... Ну что ж, попробуем и ее.

Расточка? И без всякого хонингования!

Для расточки постелей, в отличие от хонингования, выбор оборудования довольно широк, поскольку выпускается целым рядом зарубежных фирм. И даже есть отечественные образцы. Мы же выбрали специализированный горизонтально-расточный станок S2000 фирмы SERDI как типичного представителя всего постельно-расточного семейства. Кстати, расточные станки для постелей имеют тот же порядок цен, что и хонинговальные, однако распространены шире. Интересно, почему бы это?

В принципе, устройства станков для горизонтальной расточки постелей по-



При окончательной выверке головки блока на станке используется специальный микрометрический прибор, позволяющий обкатывать ножкой индикатора базовую поверхность.

хожи и довольно просты — длинная, или не очень, станина, передняя бабка с механизмом продольной подачи и регулирования скорости вращения шпинделя, две опоры для борштанги, имеющие регулировку — поперечную и продольную, а также по высоте. Сами борштанги — разного диаметра и длины — могут ставиться на шпиндель. Неодинаковые они понятны для чего — диаметры отверстий постелей и их длина у различной техники несохожи, а универсальность должна быть одним из главных свойств такого станка.

Точно так же сделан и станок S2000. На его станину в любом ее месте между опорами можно поставить пару параллелей, причем разной высоты — для установки блока или головки блока цилиндров практически любой высоты и длины. Деталь закрепляется на параллелях с помощью универсальных прижимов, но важно, чтобы ось растачиваемой постели примерно совпадала с осью шпинделя. Исходя из этого условия, передняя бабка тоже имеет регулировку — поперечную и вертикальную. А чтобы возможная небольшая несоосность между шпинделем и обрабатываемыми постелями не влияла на работоспособность станка, борштанга соединяется со шпинделем при помощи двойного карданного шарнира.

Интересная особенность станка S2000 — хромированные борштанги. В опорах они вращаются в специальных чугунных втулках, причем в каждой опоре есть масляный насос с ручной подкачкой масла к этим втулкам. Такая конструкция существенно надежней и долговечней, чем у ряда аналогов, где борштанги обычно не имеют хромового покрытия, а втулки нередко сделаны из мягкого материала типа баббита.

Чтобы охватить весь возможный диапазон диаметров постелей — от 22,5 до 200 мм, достаточно борштанг всего



Теперь головка блока подготовлена к расточке.



Для точной настройки вылета резца используется еще один прибор, делающий эту операцию быстрой и удобной.

трех типоразмеров — 22, 32 и 45 мм. При этом резец, имеющий пластинку из твердого сплава, может устанавливаться как в саму борштангу, так и в специальные кольцевые резцедержатели, закрепляемые на борштангах.

На борштангу можно поставить сразу несколько резцов, чтобы ими обрабатывать все постели даже в самых длинных блоках цилиндров (до 1,8 м) в пределах сравнительно небольшого продольного хода шпинделя — 400 мм. Но такая схема обработки требует довольно длительной настройки каждого резца на размер постели (для этого используется специальный установочный микрометрический прибор). Упростить процесс настройки и обработки помогает схема с одним резцом, позволяющая гарантированно обеспечить одинаковый диаметр всех постелей, расточив их «насквозь». Для этого используются удлинители шпинделя — при достижении шпинделем предельного хода

он и борштанга разъединяются (последняя остается на месте), шпиндель отводится назад, между ним и борштангой устанавливается удлинитель, после чего подача борштанги продолжается.

А сама расточка выполняется при включении продольной подачи шпинделя (0,1 мм на оборот для чернового прохода или 0,05 мм на оборот — для чистового), причем никакого дальнейшего улучшения или доводки поверхностей уже не требуется. Кстати, многие производители, в том числе TOYOTA, NISSAN, GM и другие, при изготовлении блоков цилиндров нередко тоже обходятся без хонингования постелей. Очевидно, и в ремонте применима такая же технология — разумеется, при правильной и аккуратной работе.

Как умирают мифы

Ну что же, техника подготовлена, попробуем поставить головку или блок? Это несложно — выбираем нужные параллели, ставим деталь между опорами, закрепляем. Для повышения жесткости борштанги опоры сдвигаем к детали, но не ближе 150 мм, иначе будет трудно выполнить все необходимые настройки. Ставим борштангу в опоры через постели, предварительно регулируем опоры положение борштанги — для этого на нее сбоку подводятся специальные конусы, поочередно задвигаемые в крайние постели и центрирующие борштангу.



Постель растачивается в несколько проходов. Последний чистовой проход надо делать с минимальным припуском и подачей.

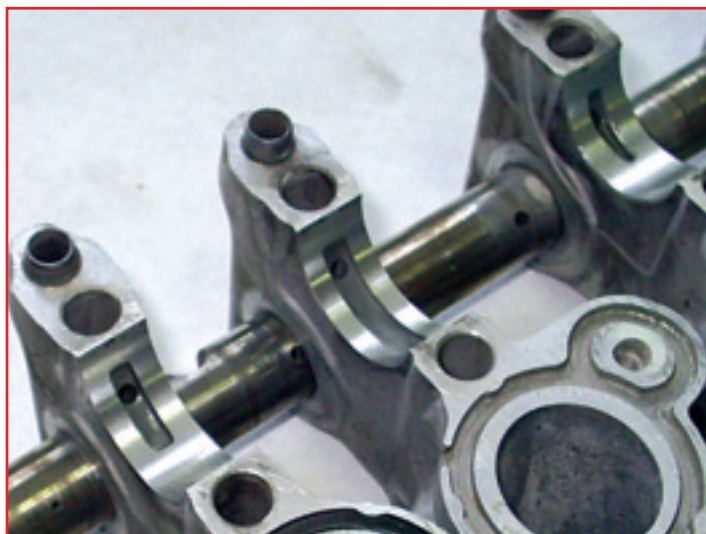
Далее следует точная выверка борштанги — на ней закрепляется специальный прибор с индикатором, ножка которого может обкатываться по крайней постели. И вот здесь начинается самое интересное...

Положение борштанги относительно постелей нетрудно выверить так, чтобы сьем металла с той части постелей, которая располагается в блоке или головке, был бы минимальным. К примеру, это может быть 0,05 мм и даже меньше — совершенно независимо от величины припуска на крышках, материала, деформации и любых других факторов.

Когда положение борштанги найдено, выполняется регулировка вылета резца — специальный прибор позволяет сделать это с точностью до 0,01 мм. Обычно для расточки выполняется несколько черновых проходов и один чистовой, со съемом припуска в 0,03–0,05 мм — достаточно включить привод вращения (он имеет плавную регулировку от 50 об/мин) и продольную по-



Завершающая операция — правка посадочной поверхности под сальник распредвала. Без этого ремонт не будет качественным.



Качество поверхности после расточки не оставляет сомнений в возможностях этой технологии.

дачу шпинделя. После каждого прохода полученный размер каждой постели легко контролировать специальным прибором, ножки которого вставляются в зазор между борштангой и постелью. Проход можно выполнить в две стороны — вперед и назад, что удобно для некоторых типов блоков и головок. А после того, как постели расточены, можно точно так же поправить и гнезда под сальники.

Кстати, ремонтные возможности горизонтально-расточного станка значительно увеличиваются при использовании установки для порошкового напыления типа ДИМЕТ. Чтобы при серьезных повреждениях не смещать сильно ось постелей,



Постели коленвала в блоках цилиндров, включая V-образные, растачиваются аналогично постелям распредвалов в головках. Разница — только в размерах борштанги.

на поврежденные постели головки блока можно просто нанести необходимый слой металла. При этом порошок типа «алюминий-цинк» формирует на «убитой» постели плотное и весьма износостойкое покрытие толщиной до 2–3 мм под последующую расточку. Этого вполне достаточно для ремонта любых головок. Напыление можно также с успехом применять и для постелей блоков — алюминиевых и чугунных.

При использовании специальной оснастки возможности станка могут быть еще больше расширены. Так, ему становится вполне «по зубам» ремонт посадочных поверхностей подшипников в редукторах задних мостов и картерах коробок передач, включая двигатели мотоциклов.

Вот и вся технология. Никаких перекосов и запредельных смещений оси постелей. И поверхность получилась ничуть не хуже, чем при хонинговании — хороший резец и минимальная подача шпинделя сделали свое дело. Причем мы проверили — высокое качество поверхности сохраняется для любых головок и блоков при любых повреждениях постелей, от самых незначительных до самых серьезных. А потому можем спокойно рекомендовать расточку постелей блоков и головок блока для самого широкого применения в отечественной ремонтной практике. И без оглядки на какие-либо «волшебные» авторитеты. **АБС**



Очень удобный нутромер (а). С помощью ножек, вставляемых в зазор между борштангой и постелью (б), он позволяет контролировать полученный размер постели, что называется, «из-за угла», ничего не разбирая и не снимая со станка.



Качество гарантировано: последний чистовой проход одним резцом обеспечивает заданный размер, одинаковый на всех постелях блока.

Качественно отремонтировать постели в блоках и головках блока любых двигателей можно в Специализированном моторном центре «АБ-Инжиниринг» тел. (495) 148-2432, www.ab-engine.ru

Здесь, а также у эксклюзивного российского дистрибьютора SERDI фирмы «Мотор Технологии» (С.-Петербург) тел. (812) 974-5454, www.spbmotor.ru

можно посмотреть в работе и приобрести оборудование фирмы SERDI для ремонта двигателей, отремонтировать блок цилиндров, головку блока и коленчатый вал любого двигателя.

Предлагая читателю данный материал, в редакции предвидят реакцию ряда уважаемых специалистов моторного ремонта на статью. Более того, готовя публикацию, члены редколлегии ловили себя на мысли, что гораздо спокойнее такую «крамолу» не печатать.

Однако публиковать решили, вспомнив судьбу лесковского героя.

Известный тульский умелец Левша, посланный на берега туманного Альбиона с миссией промышленного шпионажа, сумел овладеть тайной аглицких мастеров. «В Англии ружья кирпичом не чистят» — именно эту технологическую хитрость так и не смог донести мастер до российских промышленников. И продолжали в нашем отечестве «чистить кирпичом». Последствия известны — печальные.

Может быть, хватит наступать на одни и те же грабли? Имеем в виду — пора бы отказываться от «старых, добрых» дедовских способов моторного ремонта. Образно выражаясь — «чистить моторы кирпичом».

Именно эту мысль, а не идею опорочить конкурентов, пытаются донести до читателей авторы — признанные специалисты моторного ремонта. Интересно, сможет ли кто-то аргументированно опровергнуть выводы данной статьи?

«ПЛАСТИЛИНОВЫЕ» СТАНКИ, ИЛИ НАСКОЛЬКО СЕРЬЕЗЕН ВОПРОС ВЫБОРА СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

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

ИГОРЬ ПЕТРИЩЕВ, директор фирмы
«Мотор Технологии» (С.-Петербург)

СЕМЕН ГРУЗИНСКИЙ, главный конструктор фирмы
«АБ-Инжиниринг»

Сегодня, когда качество ремонта двигателей выходит на первый план, многие специализированные предприятия начали оснащаться новым станочным оборудованием. Что, на самом деле, не может не радоваться — наконец-то в нашу страну приходят современные технологии ремонта на смену «дедушкиным» методам, приспособлениям и инструментам, с которыми к хорошему мотору лучше не подходить. И выбор оборудования большой — бери, что хочешь, скорее, делай быстрее...

Но, как известно, бочка меда далеко не всегда обходится без ложки дегтя. А деготь в том, что среди большого числа красивых иностранных станков с непонятными, но благозвучными названиями не все отвечают в полной мере требованиям к точности обработки. Другими словами, выбор-то есть, а вот правильно выбрать трудно. Более того, как показывает практика, ошибиться легче простого, и тогда будет немного жаль «бесцельно прожитые годы», а точнее — зря потраченные деньги...

Интересно, что многие продавцы оборудования прекрасно осведомлены о недостатках

своего товара, но намеренно не информируют об этом покупателей, предпочитая рассказывать им разные «сказки» о прямо-таки волшебной точности, вместо того чтобы проводить реальный и серьезный анализ применяемых схем и методов обработки.

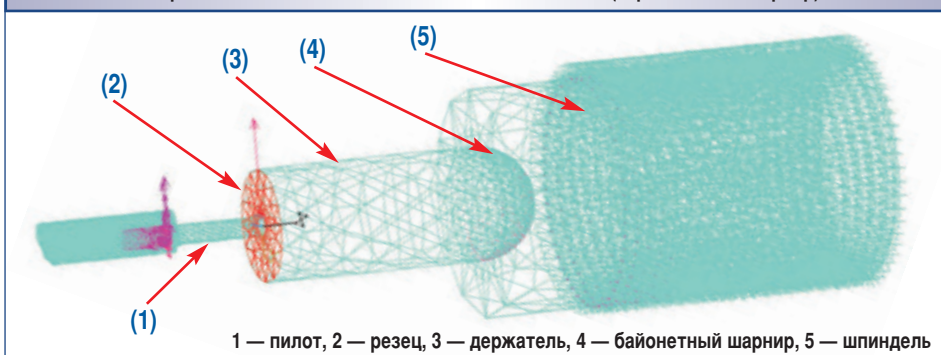
Именно такая ситуация, на наш взгляд, складывается в последнее время с оборудованием для ремонта головок блока цилиндров. В нашей статье «Цена несоосности» (№ 12/2005) мы уже упоминали о том, что современные моторы с тонкими стержнями клапанов требуют особого подхода при ремонте. По крайней мере, боль-



шинство станков, выпускаемых многими фирмами во всем мире, подходят для этой цели лишь с большими оговорками. К сожалению, обсуждение статьи в широких массах специалистов моторного ремонта показало, что большинство восприняли ее как примитивную рекламу, направленную на продвижение марки SERDI на российском рынке.

Однако некоторые из наших оппонентов забыли одну простую вещь — мы не первый год занимаемся моторным ремонтом, чтобы отличить красивую, но малополезную «поделку» от серьезного станка. И выбирали оборудование для своих цехов не с бухты-барухты, не по совету «доброего дяди-продавца» (который обычно рекомендует по принципу «сам не хочу, но другим советую»), а исходя из собственного опыта и детального анализа технических характеристик станков и особенностей работы оборудования различных производителей. И именно по

Это расчетная схема шпинделя байонетной системы (хорошо виден шарнир).



1 — пилот, 2 — резец, 3 — держатель, 4 — байонетный шарнир, 5 — шпиндель

этой причине мы решили подойти к вопросу сравнения станков и их технических характеристик со всей серьезностью — с применением самых современных математических методов.

Кто? Где? Когда?

Итак, вначале о постановке задачи. Как известно, при обработке седла клапана на специализированном станке (как и на любом другом) резец имеет свойство «отжиматься» от обрабатываемой поверхности, причем тем больше, чем выше ее твердость. К чему этот отжим приводит, понятно — резец хуже исправляет биение седла относительно направляющей втулки. А почему возникает отжим? Тоже ясно — по причине недостаточной жесткости известной технологам системы «станок-приспособление-инструмент-деталь».

Так вот, тот станок, у которого жесткость указанной системы выше, обработает седло точнее — форма обрабатываемой поверхности седла и его соосность относительно базовой (отверстие направляющей втулки) будут лучше. Напротив, станок с низкой жесткостью при обработке седла, несоосного с направляющей втулкой, не сможет полностью устранить эту несоосность — при увеличении силы резания резец легко «отжмет» от обрабатываемой поверхности. В результате резец погладит поверхность, сделает ее красивой, но... несоосность останется. Поэтому для сравнения станков необязательно сразу углубляться в их устройство и особенности эксплуатации, возможно, надо просто по определенной методике сравнить жесткость разных станков, чтобы найти лучший...

А какие на сегодняшний день есть станки? Даже беглый взгляд на оборудование для ремонта ГБЦ, выпускаемое в мире, показывает, что наибольшее распространение получили две схемы. Одна из них — это жесткое крепление на шпинделе держателя инструмента с цилиндрическим пилотом, имеющим зазор в направляющей втулке.

Другая схема нашла более многочисленных сторонников. В станках этих производителей держатель инструмента соединен со шпинделем шарнирно с помощью так называемого байонетного соединения (подробно схема описана в статье «Цена несоосности»).



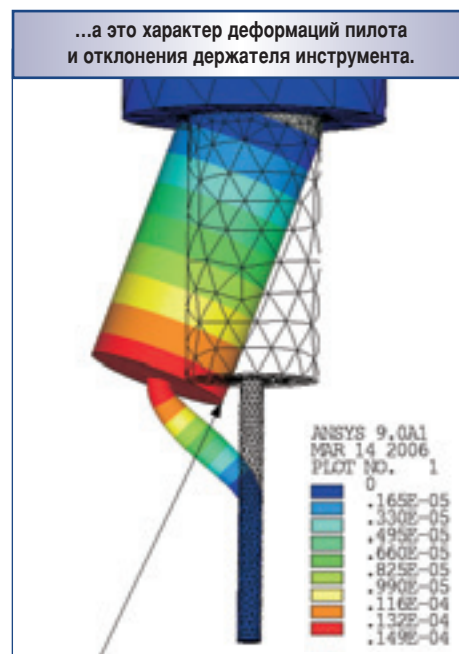
Станки обоих типов должны выполнять одну и ту же работу — обрабатывать седла головок блока цилиндров. Но у нас с самого начала изучения проблемы возникли сомнения в том, что станки с байонетным соединением могут это делать хорошо. С нами в полемику вступили отдельные, и весьма известные специалисты, которые утверждали обратное — такая схема отлично работает. И обвинили нас в непонимании сути дела, в нечестности и даже в нарушении чести и достоинства. Мы, якобы, потревожили уже сформировавшийся рынок и сложившиеся на этом рынке стереотипы и взгляды на технологии и оборудование.

Такая постановка вопроса вызвала у нас естественную реакцию, которую наши оппоненты вполне могли предсказать, — мы не только не отступили, а, напротив, еще больше погрузились в полемику и исследования, чтобы раз и навсегда поставить точку. И нам это удалось. Более того, результаты, которые мы получили, оказались не просто конечной точкой спора, а сенсацией, которой заинтересовались некоторые иностранные производители станков для ремонта головок.

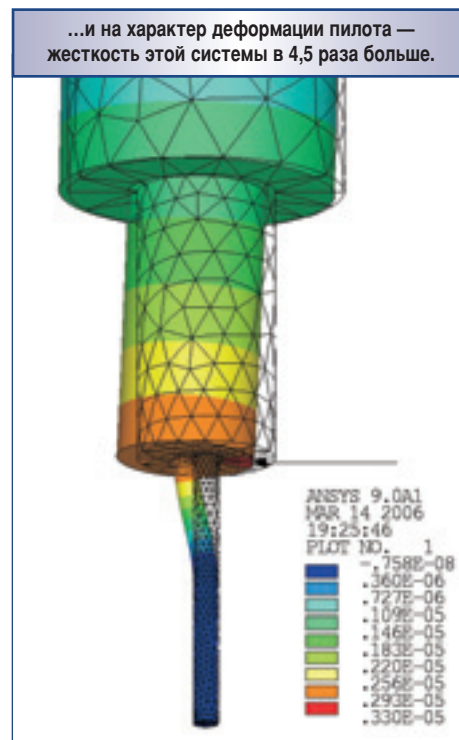
Жесткость? А вы как думаете?

Итак, начинаем наше исследование, в котором будем пытаться сравнить жесткости систем «шпиндель-пилот» в двух указанных схемах. Повторим еще раз: жесткость в нашем понимании это — способность системы противостоять отжиму резца от поверхности седла в процессе обработки. Очевидно, чем жесткость выше, тем точнее обработка. При этом, чем меньше деформация системы, тем более точно резец будет держать соосность седла относительно втулки. Как очевидно и обратное — чем меньше жесткость, тем хуже резец сможет исправить несоосность седла, имевшую место перед обработкой.

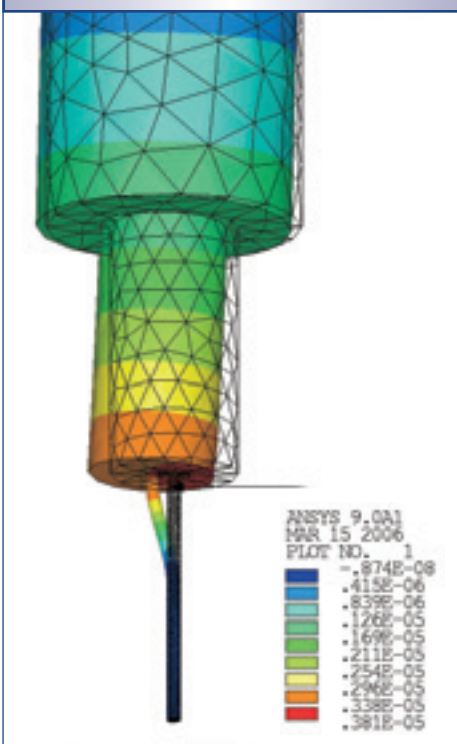
Таким образом, для оценки жесткости надо шпиндели обоих систем нагрузить в месте крепления резца одной и той же поперечной силой и посмотреть, насколько они деформируются. Для этого мы, дабы поставить обе схемы в одинаковые условия, использовали одинаковые шпиндели и одинаковые пилоты.



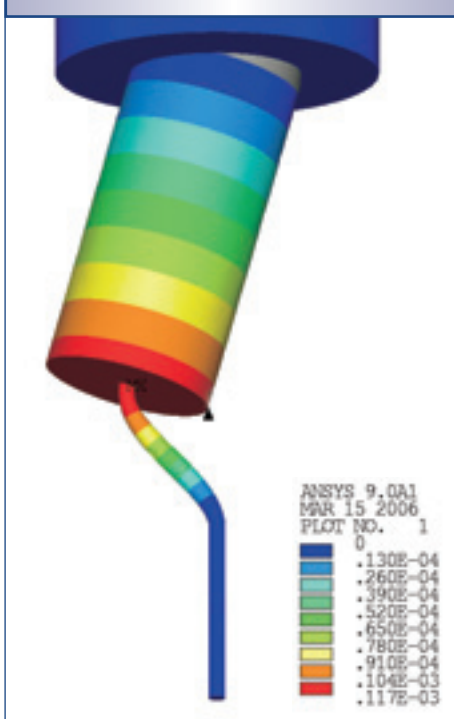
Другие особенности нашей задачи. Для простоты мы принимали, что в подвижных соединениях типа «пилот-втулка» скольжение есть, а зазора нет. Это обязательное условие, иначе на результаты расчетов повлияют зазоры (а они, как говорится, «отдельная песня»). Шпиндель был взят полый, диаметром 80 мм с толщиной стенки 7 мм, а на высоте от резца 250 мм (по схеме жесткого крепления) и 120 мм (с байонетным креплением) он вставлен в неподвижную втулку (пиноль). Пилоты — оба диаметром 7 мм — имели скользящую посадку в нужных местах, как и в реальной жизни. Высота седла от направляющей втулки также одинакова и равна 35 мм.



При уменьшении диаметра пилота с 7 до 4 мм жесткость безшарнирного станка уменьшилась только на 15%.



Такое же уменьшение диаметра пилота в схеме с шарниром сделало этот станок «пластилиновым» — по жесткости он стал уступать первому в 30 раз!



В процессе расчетов шарнирной схемы выявилась некоторая сложность — решение не сходилось из-за потери контакта между деталями шарнира. Пришлось немного (всего с силой 2,5 кг), прижать держатель к шпинделю. Это подтвердило, в частности, необходимость наличия пружины в этой схеме.

Нагружали шпиндели одинаковой поперечной силой (точечной нагрузкой) всего-навсего 10 кг. Место приложения силы — нижний край держателя инструмента, примерно там и расположен резец. Далее было выполнено конечно-элементное моделирование обеих схем, которое включало в себя разбиение их на конечные элементы с помощью универсального сеткоразбивателя (порядка 40 тысяч элементов для каждой модели). Ну а затем был проведен сам вычислительный эксперимент, в процессе которого мы получили решение (значение напряженно-деформированного состояния конструкции) методом итераций. Результаты его представлены в виде так называемых контурных графиков, при этом масштаб деформаций для большей наглядности мы выбрали 2000:1 в обоих случаях. Это значит, что реальные деформации (они справа, даны в метрах и в зависимости от значения обозначены разным цветом) на графиках увеличены в 2000 раз.

Посмотрите на цветные диаграммы. Видно, что перемещение (отжим) резца в схеме без шарнира (0,0033 мм) примерно в четыре с половиной раза меньше, чем перемещение резца в схеме с шарниром (0,0149 мм). Соответственно, больше и напряжения — пилот больше напряжен при

шарнирной системе. Даже несмотря на то, что шпиндель в схеме без шарнира нагружен больше.

И разница эта понятна — в первой схеме жесткость во многом обеспечивается толстым шпинделем, а во второй, в основном, тонким пилотом. А тонкий пилот не может противо-

стоять усилию от резца так, как это делает мощный шпиндель. Жесткая система боковую нагрузку воспринимает шпинделем с небольшой степенью опоры на пилот. Фактически шпиндель тут работает как мощная балка, жестко закрепленная с одной стороны и опирающаяся на тонкий пилот — с другой.

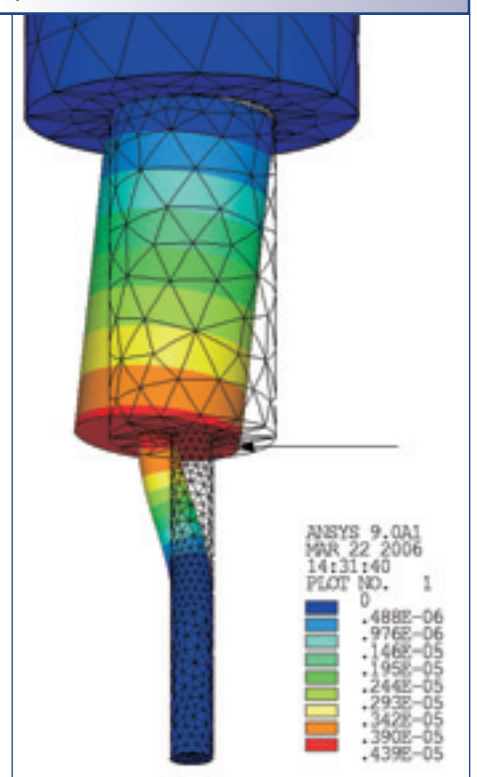
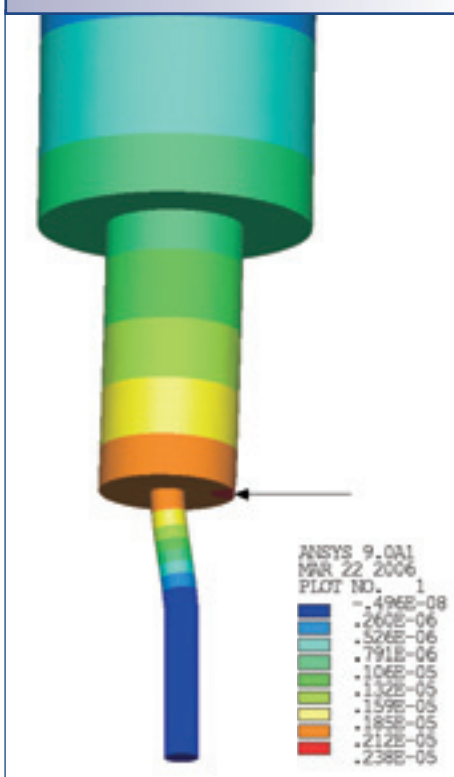
В схеме с шарниром он развязывает держатель и шпиндель. Тогда какой мощный шпиндель ни делай, и где его ни крепишь, держатель (опирающийся с одной стороны на шарнир, а с другой — на тонкий пилот) при боковой нагрузке просто повернется в шарнире, резко нагрузив пилот. В результате шпиндель останется практически ненагруженным, в то время как нагрузки на пилот (и его деформации) резко возрастут. Такая «хлипкость» конструкции и привела к значительному (в 4,5 раза) росту деформации в зоне расположения резца.

«Пластилиновый» такой станочек...

Учитывая найденные характер и причины деформаций, интересно посмотреть, что будет при уменьшении диаметра пилота. Во всяком случае разница в жесткости конструкций должна увеличиться еще больше. К примеру, некоторые производители декларируют отличную работу своих станков до размера пилота в 4 мм! Что ж, проверим, насколько обоснованы эти декларации.

Опять переходим к нашей модели, но диаметр пилота уменьшаем до 4 мм. И получаем просто

При диаметре пилота 10 мм разница между жесткой (а) и шарнирной (б) системами уменьшилась до двух раз.



ужасающую картину — разница в деформациях (а фактически, в жесткости) выросла более чем в пять раз и составила 30!!! При этом деформации в жесткой схеме изменились очень незначительно и выросли всего на 15%. Это полностью подтвердило наши предположения о том, что в такой схеме жесткость задает мощный шпиндель, а пилот играет только вспомогательную роль. Поэтому уменьшение диаметра пилота с 7 до 4 мм почти не повлияло на величину деформации системы при заданной боковой нагрузке (10 кг) — она возросла с 3,3 до 3,8 мкм.

Совершенно противоположная картина наблюдается в системе с шарниром. Согласно нашей гипотезе, в этой схеме ее жесткость зависит от диаметра пилота. И гипотеза полностью подтвердилась — при уменьшении диаметра пилота с 7 до 4 мм величина деформации при заданной боковой нагрузке возросла с 0,0149 до 0,117 мм, т.е. в почти в восемь раз! В итоге проигрыш этой схемы в жесткости составил уже не 4,5, а 30 раз! Такие огромные деформации от «копеечной» нагрузки 10 кг даже не позволили изобразить их в выбранном масштабе 2000:1 — пришлось уменьшить масштаб в 10 раз, до 200:1. Теперь ни о какой способности обрабатывать на этих станках седла многоклапанных головок не может быть и речи — эти станки максимум на что способны, так это только гладить седло, «не причиняя» ему никакой соосности относительно направляющей втулки.

Таким образом, полученный нами результат гласит — чем меньше диаметр пилота, тем больше схема с шарниром уступает в жесткости схеме, в которой он отсутствует. А это как раз то, о чем мы говорили не раз, в том числе и в статьях, которые некоторые мотористы, видимо, по недомыслию, приняли за рекламу.

И нет ничего удивительного в том, что, получив такие результаты, мы во всеуслышание объявили схему с байонетным соединением «пластилиновой». А заодно назвали «пластилиновыми» и все станки, работающие по этой схеме. Почему? А давайте разберемся...

Шумел камыш...

Беда, как выясняется, у раскритикованной нами схемы не только с многоклапанными головками легковых автомобилей. Современные моторы грузовиков тоже не подарок — многие из них тоже стали многоклапанными, диаметры клапанов уменьшились, а твердость седел возросла. В этой ситуации жесткость станка стала определяющей, что вынуждает фирмы выпускать специальные станки для грузовых автомобилей и тяжелой техники. А что может пилот в станке с шарниром сделать с хорошим седлом в хорошей грузовой головке блока? Да ничего не может, только гнуться под тяжестью усилий резания, как камыш от ветра.

Вот и остается нашему бедному станочку жалкий удел — старые машинки с отжившими свой век моторчиками. Те, которые выпущены 30 или 40 лет назад и для ремонта которых этот станочек и предназначался в те же годы. А что делать — технический прогресс похоронил много старых идей, бывших в свое время весьма и весьма передовыми...

Вывод из всего этого совершенно очевиден — раз система без шарнира обладает во много раз большей жесткостью (а при малых диаметрах пилота разница просто катастрофическая!), то заведомо будет работать с несоизмеримо большей точностью. Более того, применение «пластилиновых» станков на практике в некоторых случаях может вообще оказаться невозможным. И совершенно неважно, какой такой патентованный супершарнир применен в последних станках — пороки схемы уменьшить он никак не может.

В этой ситуации дальнейшее продвижение этих волшебных станочков, в том числе и на российском рынке, без подробного информирования и акцентирования внимания покупателей на их ограниченной работоспособности ничем, кроме обмана или нечестной игры, назвать не получается.

Купите... на грош пятак

Несмотря на очевидные недостатки шарнирной схемы, среди специалистов нашлось немало рьяных сторонников подобных станков. Но мы заметили одну их волшебную хитрость — чем больше (прямо с пеной у рта) тот или иной спе-

циалист защищает преимущества таких станков, тем меньше он связан с ними. А некоторые защитнички, как выяснилось, вообще работают на станках без шарниров.

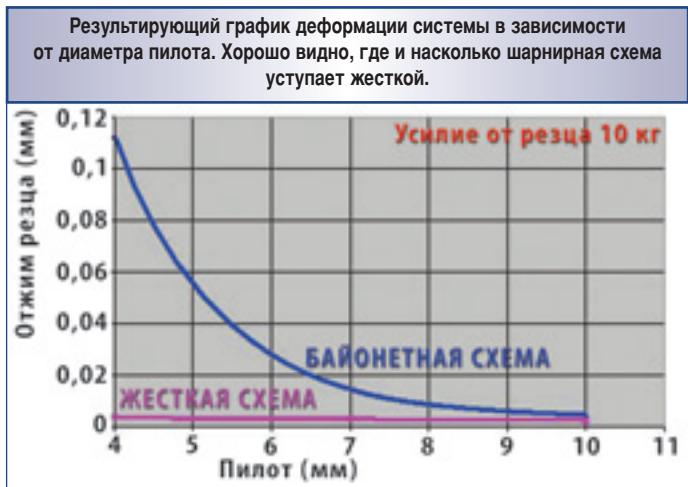
Такой цинизм у нас вызвал не просто недоумение — возмущение! Эти горе-специалисты убеждают других в том, что белое — это черное? Как говорится, «не верь глазам своим»? Или действуют по уже упомянутому принципу «сам не хочу, но другим советую»?

Еще интересней, когда обсуждение стараются свести к демагогии. Смысл такой — хорошо, вы провели расчет, там видно, что без шарнира лучше... Но... вы докажите, что действительно лучше. Во как — доказали, но все равно убедите!

Все это, конечно, было бы смешно, если бы не было так грустно. Потому что эти горе-специалисты обманывают, водят за нос, а проща говоря, откровенно дурят тех, кто еще не имеет необходимого опыта, а потому и пришел за советом к «старшим товарищам». Но эти, так называемые «старшие», при ближайшем рассмотрении, выступают в роли совсем «не товарищей»... И люди после их обработки потратят немалые деньги, возможно, несколько десятков тысяч евро, чтобы купить то, чем в отдельных случаях просто нельзя пользоваться. И такие примеры, к сожалению, уже появились.

Но это все, как говорится, лирика. Главный вопрос — какое оборудование лучше, а какое пригодно для нормальной работы с большой оговоркой, мы выяснили однозначно, окончательно и бесповоротно. Ну а что покупать для своего цеха — это решение предлагаем каждому найти в качестве домашнего задания и принять самостоятельно... **АБС**

Обсуждение этой проблемы подробнее можно посмотреть в Интернете на сайте специализированного моторного центра «АБ-Инжиниринг». www.ab-engine.ru



Несоосность – раз, несоосность – два...

АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ,
канд. техн. наук, директор фирмы
«АБ-Инжиниринг»

На протяжении ряда лет мы ведем планомерную работу по внедрению в практику моторного ремонта правильных технологий. Правильных с той точки зрения, что они позволяют получить стабильно высокое качество ремонта двигателя без каких-либо ограничений на его размерность и тип, а также на квалификацию персонала, структуру управления ремонтного предприятия и прочие факторы, весьма далекие от собственно механической обработки. При этом одним из главных направлений моторного ремонта, безусловно, остается ремонт головок блока цилиндров. Именно здесь в последнее время развернулась полемика среди специалистов относительно применимости различных технологий, а также оборудования для их реализации.

Ранее мы уже приводили подробные результаты математического моделирования деформации элементов станков для обработки седел в зависимости от сил резания и диаметра центрирующего пилота. Нам удалось установить, что станки так называемого байонетного типа, имеющие шарнир между шпинделем и резцом, не способны обеспечить высокую жесткость и, соответственно, точность обработки при малых диаметрах пилота и/или седлах, выполненных из твердых материалов. Напротив, станки с жестким креплением резца и пилота на шпинделе обеспечивают необходимую жесткость и точность обработки седел во всем диапазоне размеров седел, характерных для существующих двигателей внутреннего сгорания.

Помимо этого, оказалось, что при наличии боковой силы на держатель инструмента (а она всегда есть при резании) всю нагрузку в байонетной схеме воспринимает пилот, в то время как в жесткой схеме — шпиндель. В итоге, чем меньше диаметр пилота, тем меньше жесткость байонетной схемы, причем при диаметрах мень-

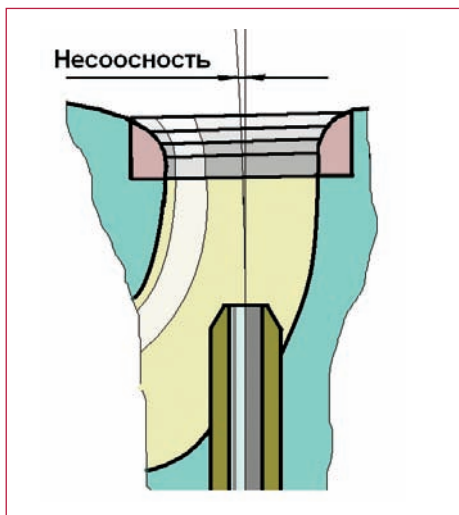


ше 6–7 мм байонет по жесткости уступает уже в пять раз, а при диаметре 4 мм разница еще больше — в 30 раз.

В целом это свойство байонетной схемы очевидно даже без расчетов, поскольку при появлении боковой нагрузки держатель инструмента, опирающийся с одной стороны на шарнир, а с другой — на пилот, поворачивается в шарнире, деформируя пилот. При этом шпиндель за счет работы шарнира практически не нагружается, чего нельзя сказать о пилоте, который в этой

схеме испытывает экстремальные нагрузки и такие же экстремальные деформации, — очевидно, чем он тоньше, тем больше будет его деформация (при постоянной нагрузке) и тем сильнее поворот держателя в шарнире.

Напротив, в жесткой схеме жесткость практически не зависит от диаметра пилота, поскольку почти всю боковую нагрузку держит мощный шпиндель, а не тонкий пилот. Поэтому для всех диаметров она превышает жесткость байонетной схемы в разы.



Несоосность седла и отверстия направляющей втулки клапана всегда возникает после замены втулки. Весь вопрос: как ее исправить?

Все ушли на базу?

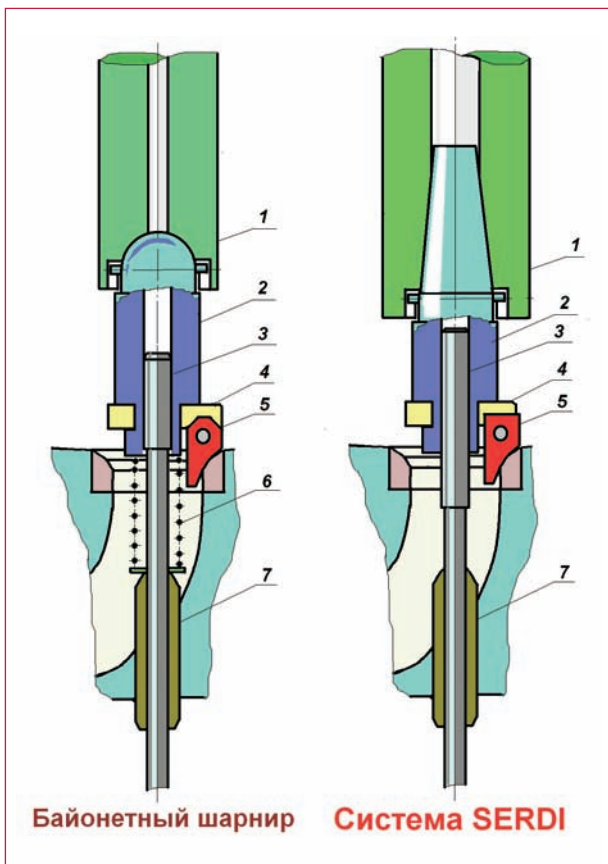
Большая разница у станков рассматриваемого типа имеется не только в жесткости, но и в особенностях и средствах центрирования (базирования) инструмента перед обработкой седла. Очевидно, обработке седла должна предшествовать точная выверка положения инструмента (резца на держателе) строго по оси направляющей втулки клапана. Иначе при ошибке в базировании обработанное седло окажется несоосным со втулкой, а тарелка клапана на седло не ляжет. Поскольку именно так и обстоит дело при использовании ручного инструмента, ошибка в базировании сводит на нет все преимущества станочной обработки перед ручными фрезами и прочими волшебными «крутилками» с рукопашным приводом.

Байонетная схема с «мертвым» (слабоконическим) пилотом, заклинивающим в направляющей втулке, достаточно хорошо базировает инструмент, поскольку в процессе базирования участвуют только пилот и держатель с резцом. После этого необходимо соединить шпindel и держатель, для чего достаточно одной воздушной подушки для всего шпиндельного узла и измерителя угла наклона шпинделя — весьма простая и недорогая конструкция. Однако после соединения шарнира со шпинделем и начала обработки вся точность базирования полностью нивелируется отсутствием жесткости системы, в результате чего невозможно ожидать от этой схемы хорошей точности обработки

не только для малых диаметров пилота, но и вообще для всех диаметров при твердых седлах.

В жесткой схеме в базировании инструмента участвует весь шпиндельный узел с держателем и пилотом, что требует применения нескольких воздушных подушек для исключения трения в системе. При больших диаметрах пилота достаточно плоской подушки рабочего узла и сферической подушки для наклона шпинделя. Для малых диаметров пилота такая схема не дает необходимой точности базирования вследствие того, что тонкий пилот не может точно удерживать тяжелый рабочий узел станка, особенно при неточности выравнивания станины станка по линии горизонта. Поэтому базирование для тонких пилотов (менее 7 мм) требует трех воздушных подушек и выполняется в два этапа — сначала грубо при помощи воздушной подушки всего рабочего узла (после чего она фиксируется), а затем точно с помощью плоской и сферической подушек шпинделя (для повышения точности шпindel облегчается, и в него встраивается двигатель, чтобы исключить влияние нагрузки от внешнего привода).

Сложность конструкции жесткой схемы по сравнению с байонетной оправдывается непосредственно при обработке седла — в жесткой схеме обработка седла будет выполнена точно



Байонетная и жесткая системы — найдите 10 отличий:

- 1 — шпindel; 2 — держатель инструмента; 3 — пилот;
- 4 — резцедержатель; 5 — резец; 6 — пружина (только для байонета);
- 7 — направляющая втулка клапана

от отверстия втулки, по которому произведено базирование, независимо от диаметра пилота, степени износа и твердости седла. Напротив, в байонетной схеме все эти параметры могут оказать крайне негативное влияние на результат, вследствие чего обработанное седло окажется таким же несоосным направляющей втулке, каким оно было до ремонта. Но об этом — ниже.



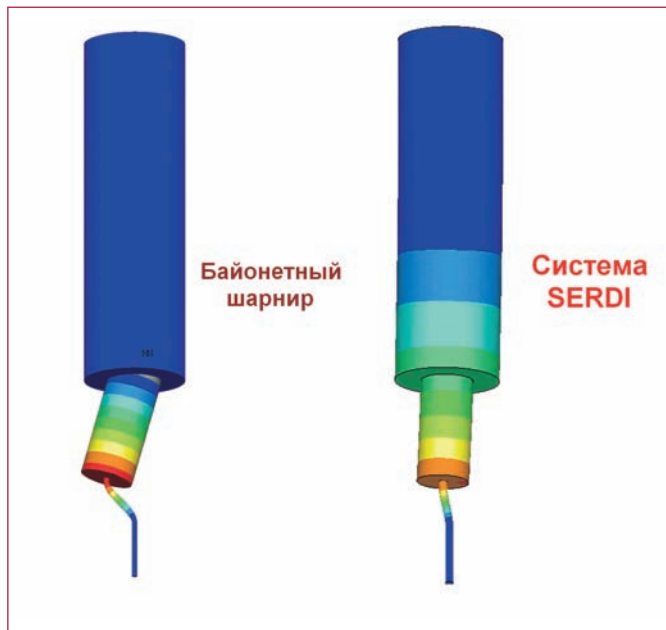
Деформация в байонетной системе при усилии 10 кг и пилоте 7 мм превышает аналогичную в жесткой системе в 5 раз. Шарнир между шпинделем и резцом, однако. Есть над чем задуматься, не правда ли?

Модель модели — не рознь

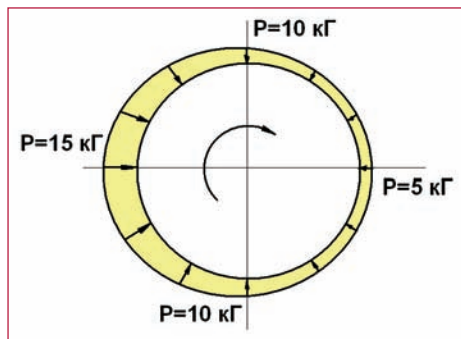
Следует отметить, что полученные нами ранее результаты моделирования работы станков оказались не вполне наглядны для практики, поскольку наше исследование проводилось при одинаковой для обеих схем силе, действующей на держатель инструмента от резца. В действительности сила от резца является переменной по окружности, поскольку на нее оказывают влияние начальная несоосность седла и отверстия направляющей втулки, а также отклонение формы седла от окружности.

В самом деле, указанная несоосность седла весьма характерна для новых направляющих втулок, установленных при ремонте взамен изношенных, а искажение формы седла наблюдается у изношенных двигателей после длительной эксплуатации. В результате при обработке седла усиления резания получаются резко переменными по окружности, особенно в начальный период обработки. И этот факт, как показали наши дальнейшие исследования, оказывает существенное влияние на точность и качество ремонта седел.

Если сила меняется, то должна меняться и деформация шпинделя и пилота, причем совершенно по-разному для разных схем. Естественно, сила резания будет варьироваться от минимума до максимума, вызывая аналогичную деформацию в системе. А тогда следует ожидать появления несоосности седла и втулки при обработке.



Когда в байонетной системе работает шарнир, все повисает на пилоте. Зачем тогда нужен шпиндель, если он ничего не держит? В жесткой системе шпиндель, напротив, держит почти всю нагрузку от реза. Потому она и жесткая.



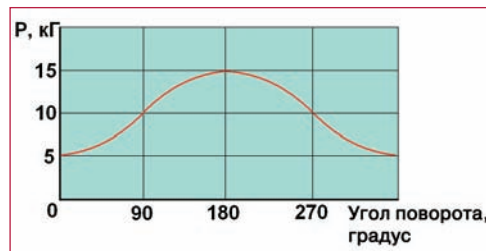
Распределение усилия от реза по окружности седла в нашем эксперименте.

Для того чтобы учесть влияние переменной по окружности силы резания на деформацию, мы приняли допущение — резец имеет контакт с седлом по всей его окружности. Тогда можно утверждать, что изменение усилия от реза на держателе будет иметь плавный характер, изменяясь от минимума до максимума. Такая ситуация может быть характерна, например, для обработки седла к состоянию «как чисто», однако это еще не будет состоянием окончательно обработанного седла.

Для получения конкретных результатов необходимо задать усилия и закон их изменения по окружности. Мы приняли априори, что сила от реза на держатель меняется от 50 до 150 Н (~5–15 кг) по синусоиде — так проще и наглядней. Все остальные параметры, включая геометрию элементов, были сохранены в точном соответствии с нашим прошлым вычислительным экспериментом. В том числе «скользящая», но беззастойная посадка пилота в направляющей втулке для жесткой

схемы и такая же посадка пилота в держателе для байонетной (другой конец пилота был неподвижно защемлен в направляющей втулке). Заметим, что принятая схема весьма близко отражает реальную картину, причем пилот в ней не висит консольно, в чем нас упрекали некоторые специалисты, видимо не разобравшись до конца в смысле нашего исследования.

Расчет проводился для серии диаметров пилотов 4–5,5–7–10 мм для обеих схем. Напомним, что мы использовали метод конечных



Так выглядит это распределение «в развернутом виде».

элементов и пакет специальных программ для расчета деформации и напряжения системы в каждом ее элементе (всего специальная программа разбивает шпиндель, держатель и пилот на более чем 40 000 мелких кусочков, каждый из которых имеет свои деформации и напряжения).

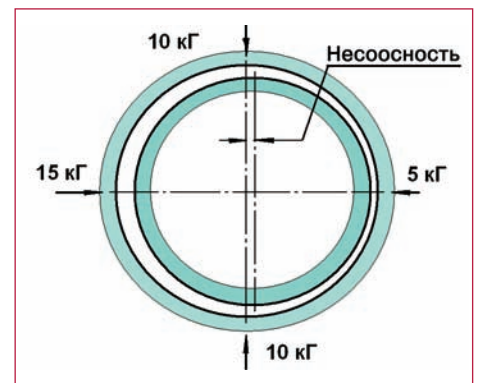
Влияние переменной нагрузки на деформацию системы может повлечь за собой появление несоосности обработанного седла и втулки, поэтому результат расчета мы представили именно в виде зависимости несоосности от диаметра пилота. И вот что получилось...

Ох, уж эта несоосность...

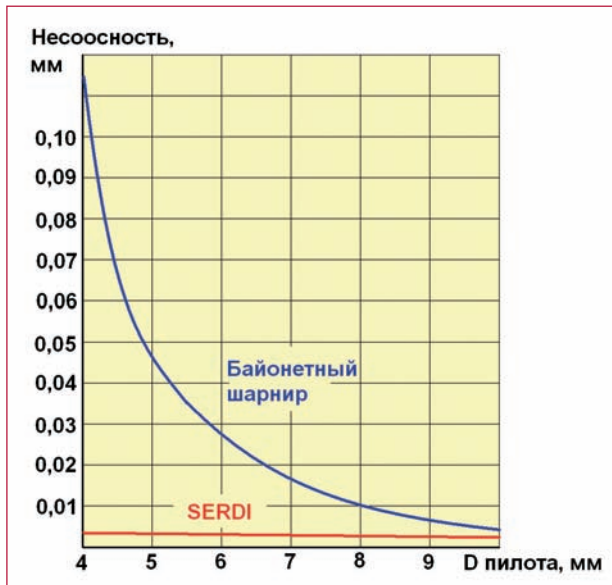
Как бы кому ни хотелось, а пресловутая несоосность появилась в строгом соответствии с жесткостью системы. Так, резкое падение жесткости байонетной системы вызывает пропорциональное увеличение отклонения оси обрабатываемого седла от оси направляющей втулки. Если при диаметре пилота 7–8 мм несоосность еще допустима (0,01–0,015 мм), то уже при 6 мм она принимает угрожающий характер (0,03 мм), а при меньших диаметрах просто переходит все разумные пределы. Этот результат полностью подтвердил ранее высказанное нами предположение о том, что применение байонетных станков для ремонта ГБЦ современных многоклапанных двигателей нецелесообразно по причине отсутствия точности обработки.

Напротив, в жесткой системе практически не возникает никакой несоосности, если не считать ее 2,5–3 мкм во всем исследованном диапазоне пилотов. Фактически полученный результат означает, что если жесткая система позволяет исправить седло при любых пилотах, то байонетная система способна лишь погладить его, сделав поверхность «красивой», но сохранив значительную часть исходной несоосности.

Этот результат хорошо иллюстрирует еще один известный из практики факт, который некоторыми «специалистами» преподносится как один из главных преимуществ байонета — в нем никогда не возникает вибраций при обработке. А как же им возникнуть, сами подумайте, если резец легко следует за кривым седлом? Не исключаем, что если так «гладить» седло в режиме «выхаживания» (без подачи на врезание) минут 15–20, то несоосность удастся уменьшить, но вряд ли получится устранить ее полностью. Напротив,



А вот и само «ее величество» несоосность — возникла, однако, от изменения деформации по углу поворота.



Результирующий график, показывающий несоосность обработанного седла в зависимости от диаметра пилота. Все-таки не «ударить» байонетом по современным мультиклапанам головкам блока.

в жесткой системе исходная несоосность будет устранена на первых же оборотах при резании, и обработка седла займет всего несколько секунд.

Отметим, кстати, что принятое нами плавное распределение усилий по окружности привело только к смещению оси седла от оси направляющей втулки. В действительности распределение усилий может оказаться весьма далеким от теории. А тогда, как показали наши вычисления, форма седла исказится и уже не будет правильной окружностью.

Поэтому не должно удивлять еще одно наблюдение из практики, которое также следует из нашего вычислительного эксперимента, — при малых диаметрах пилота на байонетных станках никак не удастся исключить пресловутую притирку из технологического процесса, в противном случае никогда не достигнуть хорошего прилегания тарелки клапана к седлу. В то же время на жестких станках притирка клапанов давно стала анахронизмом, поскольку ее применение ничем не оправдано и только ухудшает геометрию седла.

И, наконец, последнее наше наблюдение. Граница допустимого применения «байонеток», согласно нашему эксперименту, лежит вблизи диаметра пилота 7 мм. Жесткие станки с двойной воздушной подушкой также рекомендуется применять с аналогичным диапазоном пилотов. При этом цены байонетов и жестких станков практически одинаковы. Однако если байонет-

ный станок имеет при диаметре пилота менее 7 мм недопустимо низкую точность обработки, то станок жесткого типа обработает с тонким пилотом седло так же жестко, как и с пилотом 10-мм диаметром. Разница будет лишь в точности центрирования шпинделя перед обработкой, где двойная воздушная подушка не обладает высокой чувствительностью. Но если точно контролировать станину станка в горизонте, то преимущество жесткой системы даже в упрощенном «2-подушечном» варианте будет неоспоримым. — **ABC**



Станок SERDI S2.0 — простое решение жесткой схемы с двумя воздушными подушками.

Получить техническую консультацию и приобрести станочное оборудование для моторного ремонта от ведущих мировых производителей — компаний **SERDI** и **AMC-SCHOU** — можно у эксклюзивного российского дистрибьютора **SERDI** и технического представителя **AMC-SCHOU** фирмы «Мотор Технологии», тел. (812) 974-5454, www.spbmotor.ru

Новинки от Honda. С вопросом...



Две модели концепт-каров от Honda дебютируют на мировой арене на Токийском «Мотор Шоу». CR-Z — следующее поколение легких спортивных автомобилей с разработанным в Honda гибридным бензино-электрическим двигателем, который обеспечивает отличные эксплуатационные характеристики и высокий крутящий момент. PUYO — автомобиль на топливных элементах — воплощение нового взгляда на технологии, доставляющий радость от вождения не только владельцу, но и людям вокруг. Также будет выставляться модель дизельного двигателя следующего поколения i-DTEC, впервые представленного на «Мотор Шоу» во Франкфурте, который отличается повышенной экологичностью в сочетании с прекрасными эксплуатационными характеристиками. Вот только непонятно, почему хондовский



PUYO так похож на ниссановский концепт Pivo, у них даже названия созвучны! Но Nissan делает упор в концепте на новое управление и эргономику, а Honda — на технологичность двигателя.

«ИРИТО» на выставке «Авто+Автомеханика 2007»

На выставке «Авто+Автомеханика 2007», которая состоялась с 24 по 28 октября в Санкт-Петербургском выставочном комплексе «ЛенЭкспо», компания «ИРИТО» продемонстрировала сразу 15 китайских автомобилей различных классов. Важное отличие нынешней экспозиции в том, что почти все модели, представленные на выставке, уже поступили в продажу.

Самым интересным и ожидаемым экспонатом стал хэтчбек BYD F3-R, который отличается от хорошо известного в России седана F3 не только типом кузова, но и двигателем: на автомобиле установлен более современный и экономичный двигатель, объемом 1,5 л и мощностью 98 л.с.

