

Блок цилиндров: растачиваем правильно

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

В наших прошлых публикациях мы показали, что качественно отремонтировать блок цилиндров можно только с предварительной расточкой цилиндров перед хонингованием. Практика, тем не менее, показывает, что на этапе растачивания можно допустить ошибки, сводящие на нет все преимущества данной технологии. Что это за ошибки и как их избежать? Попробуем разобраться.

Прежде чем строить какие-либо предположения и делать выводы, возьмем и установим блок цилиндров, подлежащий ремонту, на стол расточного станка. На первый взгляд, достаточно найти центр окружности цилиндра, т.е. обеспечить соосность расточной головки и цилиндра, закрепить блок и приступать к расточке. Только давайте не будем торопиться — расточить мы всегда успеем. Сначала лучше подумаем, что бы мы хотели получить в результате этой процедуры.

Зачем растачивать блок?

Для начала небольшое замечание: если целью растачивания цилиндров избрать только лишь увеличение их размера под ремонтные поршни, то такая игра не стоит свеч — хороший импортный хонинговальный станок, как мы уже показали в статье, опубликованной в № 12/2001, легко избавит нас от операции растачивания вообще.

Тогда зачем копя ломать? Тоже понятно — цилиндры могут быть изношены неравномерно, да и блок в процессе длительной эксплуатации пусть

Скалка для расточного станка имеет весьма простую конструкцию — шлифовальный стержень и две опоры.



немного, но деформируется. Более того, при изготовлении блока не всегда соблюдаются необходимые технологические требования, что приводит, к примеру, к непараллельности осей цилиндров. Подобная картина, кстати, наблюдается не только у блоков отечественных автомобилей, но и у известных иномарок.

Так или иначе, но в результате расточки можно выправить геометрию самого «кривого» блока, другими словами, сделать оси цилиндров взаимно параллельными и одновременно перпендикулярными некоей базовой поверхности.

С первой задачей — обеспечением параллельности — обычно проблем не возникает. Как ни ставь блок на станке, как ни растачивай — параллельность будет обеспечена, если, разумеется, блок в процессе ремонта не переустанавливать на столе расточного станка.

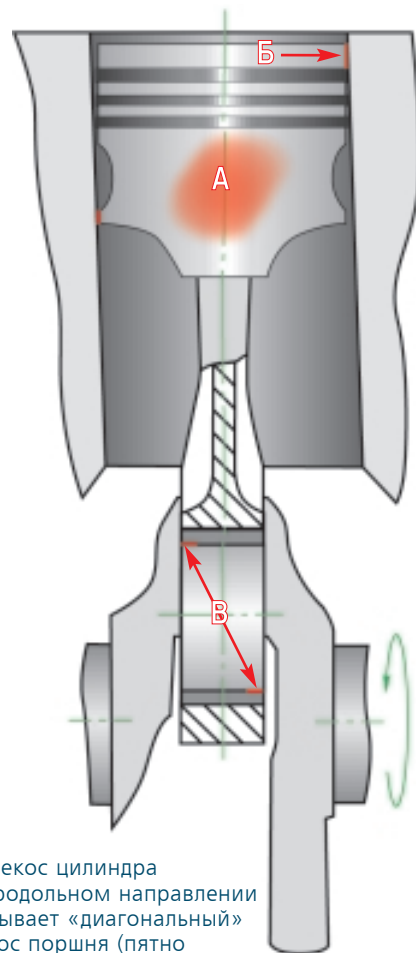
Со второй задачей дело обстоит много хуже. Главный вопрос — где находится та самая «базис», т.е. базовая поверхность, относительно которой надо растачивать цилиндры? Ответ, вообще-то, известен — это образующие отверстий подшипников коленчатого вала, так называемая постель. Именно к оси постели коленвала должны быть перпендикулярны оси цилиндров, в первую очередь. А во вторую? Нет, давайте все по порядку.

Теория вопроса

Мысленно представим блок цилиндров в сборе с коленчатым валом, поршнями и шатунами. При вращении коленвала, очевидно, поршни будут совершать возвратно-поступательное движение в цилиндрах.

Допустим, оси цилиндров не перпендикулярны оси постели подшипников коленвала. Сразу возникнет несколько очень неприятных явлений. Ось поршня перестанет совпадать с осью цилиндра, и сам поршень в этом случае движется в цилиндре в перекошенном состоянии. Это приводит к появлению дополнительной силы, изгибающей шатун, и, в конечном счете, к перекоосу шатунного подшипника. Да и поршневые кольца в «кривом» блоке хорошо работать не станут — высокое давление картерных газов и большой расход масла газов двигателю обеспечены.

Такая ситуация близка к возникающей при деформации шатуна (непараллельности осей верхней и нижней



Перекоос цилиндра в продольном направлении вызывает «диагональный» износ поршня (пятно контакта (А) юбки с цилиндром, пятно контакта (Б) огневого пояса с цилиндром) и «диагональный» износ вкладышей (В).

головки). Естественно, говорить о каком-то ресурсе двигателя с подобными дефектами бессмысленно, также как и о качестве такой работы.

Величина непараллельности осей цилиндров к оси коленвала, влияющая на ресурс двигателя, на наш взгляд, весьма невелика и составляет около 0,02-0,04 мм на длине цилиндра. Превысить эти «сотки» очень просто. К примеру, при установке блока на нижнюю плоскость перед расточкой плоскость «забыли» очистить от старой прокладки. Один из углов блока приподнялся всего на 0,15-0,2 мм, а результат уже налицо. Или такой пример: на хонинговальном станке цилиндр «гонится» прямым хонингованием сразу в последний ремонтный размер (+1,0 мм). Перекоос оси цилиндра тогда вообще не прогнозируется, но то, что он выйдет за указанные нами пределы, это точно.

Получается, что в продольном направлении (вдоль оси коленвала) перекоос цилиндров практически недопустим, если мы говорим о качественном ремонте блока цилиндров. Обеспечить это



Поставив блок на скалку, необходимо отрегулировать положение блока в поперечном направлении.

по вертикали в двух направлениях — поперечном и продольном. При этом фактически исходят из того, что цилиндр не «косит», т.е. за базу выбирают, в конечном счете, образующую цилиндра.

Чаще всего никаких лишних измерений и проверок не делают — нет времени. Поэтому ставят блок на нижнюю плоскость и растачивают, настраиваясь по верхней части цилиндра.

К сожалению, ничего идеального в действительности не бывает. К примеру, плоскости отдельно взятого блока почему-то далеко не всегда параллельны постели коленвала и друг другу, а перпендикулярность их осям цилиндров — тоже не вполне установленный факт, то есть только гипотеза. И если всю процедуру растачивания цилиндров строить на гипотезах, то любая случайность легко может испортить все дело. Тем более что из каждого правила, не говоря уже о гипотезах, есть исключения.

Так или иначе, а получается парадокс: есть блок, есть расточной станок, а правильно расточить цилиндры трудно. Если же делать это совсем неправильно, то и результат непредсказуем —

Поиск центра окружности цилиндра при расточке «от скалки» ничем не отличается от обычного при расточке от плоскости.

можно только в том случае, если за базу при расточке брать постель коленвала. Но этого для правильной установки блока недостаточно.

В самом деле, постель-то круглая, поэтому в поперечном направлении необходимо «привязать» блок еще к какой-нибудь базовой поверхности. Такой базой вполне может служить верхняя плоскость блока — по ней можно точно выставить блок на станке так, чтобы оси цилиндров при расточке были перпендикулярны именно этой плоскости. Хотя большой точности здесь не требуется — от поперечного наклона цилиндра будет зависеть лишь минимальный припуск при расточке, обеспечивающий обработку всей поверхности цилиндра.



можно не то, что улучшить, а, наоборот, ухудшить геометрию блока. В такой ситуации даже «прямое», без расточки, хонингование может показаться благом для блока — оно, по крайней мере, если и ухудшает исходную геометрию, то не сильно, в разумных пределах.

Растачиваем? Только «от скалки»

Рассматривая достоинства и недостатки тех или иных способов выверки блока на столе расточного станка, можно сделать однозначный вывод — все они основаны на допущении об идеальности многочисленных базовых поверхностей. Значит, как только одна из поверхностей начинает «косить», то результат расточки цилиндров, а точнее, их взаимное расположение относительно оси постелей коленвала, уже нельзя уверенно признать правильным.

Где же выход? Да здесь же, под руками. Ведь если нельзя иначе, то почему бы не попробовать растачивать блок непосредственно от постели коленвала?



Осталось только расточить блок — качество работы обеспечено правильной технологией.

Все, что для этого требуется — шлифовальный стержень (скалка) и две опоры. Изготовить эти приспособления совсем несложно, надо только точно выдержать одинаковую высоту опор (это легко достигается их совместной обработкой). Тогда скалка, закрепленная в опорах, при установке на стол станка оказывается параллельной столу с точностью в 0,01 мм (такого не даст ни один из описанных выше способов выверки блока!).

Осталось поставить блок цилиндров на скалку. Проверять положение блока в продольном направлении уже не надо — точнее, чем он стоит на скалке, не поставит. А вот в поперечном направлении его положение надо отрегулировать по верхней плоскости прижимами с помощью индикатора.

Ну а далее, как обычно: «прокатать» индикатором по верхней части цилиндра, чтобы найти центр, и растачивать, ни о чем более не беспокоясь.

И все. Качество работы гарантировано правильной технологией. Причем скалка универсальна, т.е. подойдет для всех блоков, у которых диаметр постели больше диаметра скалки. И совершенно незаменима для высокооборотных форсированных двигателей, особенно спортивных — для последних альтернативы расточке «от скалки» вообще не существует. **АБС**

Наша справка.

Качественно отремонтировать блок цилиндров, коленчатый вал и другие детали двигателя можно в Специализированном моторном центре «АБ-Инжиниринг».

Тел.: (095) 158-7443.

www.ab-engine.ru e-mail:ab@ab-engine.ru

Как растачивают блоки

Как известно, теория может быть весьма хороша, но практика вносит свои коррективы. Обычно при расточке блок ставят на нижнюю плоскость, полагая, что эта плоскость базовая, т.е. перпендикулярна осям цилиндров и параллельна оси постели коленвала.

Далее положение блока на станке проверяют (в некоторых мастерских) по верхней плоскости — в идеале она параллельна нижней и может быть также принята за базу. Иногда идут еще дальше: при поиске центра (оси цилиндра) проверяют с помощью индикатора положение стенки цилиндра

«Азотная» технология: ремонт без ошибок

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

На какие только ухищрения ни приходится идти, чтобы спасти, казалось бы, безнадежно поврежденную моторную деталь — и растачивать, и полировать, и фрезеровать. А еще — выпрессовывать и запрессовывать различные втулки и гильзы. Последнее, а именно то, какая технология запрессовки используется, нередко определяет успех всего дела. Напротив, ошибки на этой стадии ремонта, как правило, чреваты серьезными последствиями.



Это случилось несколько лет назад. Привезли на СТО «Мерседес» с неисправным двигателем. Мотор, естественно, сняли, разобрали и ужаснулись — в блоке цилиндров трещина, прямо по одному из цилиндров. Менять блок на новый? Никакого смысла — слишком дорого. «Бэушный» тоже не выход — подобные блоки все сплошь «без документов». Остается одно — ремонтировать.

Силами СТО такой ремонт не сделать — нет оборудования. Поэтому блок отвезли в специализированную мастерскую, где поврежденный цилиндр «загильзовали». То есть расточили и по-

ставили ремонтную гильзу — нормальный и общепринятый способ ремонта. И ходить бы мотору и дальше «долго и счастливо», если бы через месяц после ремонта гильза не потекла: антифриз из-под головки блока начал просачиваться через гильзу в картер.

Двигатель пришлось разобрать и переделывать заново. Механики виновато оправдывались перед недовольным клиентом: они-то все сделали правильно, просто блок плохо отремонтировали. В мастерской блок «перегильзовали», естественно, бесплатно, но потери денег, времени и нервов у мотористов СТО от такого «ремонта» оказались весьма значительными.

В чем же была ошибка, если и гильза изготовлена аккуратно, и блок расточен точно, и натяг гильзы в блоке выдержан? Попробуем это выяснить, но вначале разберемся...

отверстия будут быстро повреждены ударными нагрузками. Но главное — это герметичность и хороший тепловой контакт между гильзой и поверхностью отверстия. Последнее определяет тепловой режим работы самой гильзы и ответной детали, расположенной внутри гильзы (к примеру, поршня). Нарушение теплового контакта или, как еще говорят, большое термическое сопротивление на поверхности стыка гильзы и корпуса может привести к перегреву самой гильзы и, особенно, ответной ей внутренней детали с последующим ее повреждением (задиры, прогар, разрушение). Исключить эти нежелательные последствия удастся, если гильзу поставить в отверстие корпуса с натягом.

Натяг — это, как известно, разница между наружным диаметром гильзы и диаметром отверстия. То есть гильза больше, чем отверстие. При этом важны два обстоятельства — величина натяга и способ установки гильзы в отверстие меньшего размера, чтобы удовлетворить требованиям герметичности и низкого термического сопротивления.

Зачем нужен натяг?

Итак, есть гильза, которую необходимо установить в отверстие корпуса. Очевидно, после установки гильза должна надежно держаться в отверстии, т.е. не болтаться, иначе в процессе работы гильза и поверхность

Как выбрать натяг?

Величина натяга — это не просто разница в диаметрах. Ее значение сильно различается в зависимости от диаметра, длины, толщины, условий работы и материалов деталей. Вот только несколько примеров.

Длинная (около 150 мм) гильза из чугуна устанавливается в чугунный блок цилиндров. Условия работы довольно «мягкие» — трение колец и

Перед установкой гильз на гнездо в блоке наносится специальный жидкий герметик.





Чтобы установить гильзу, охлажденную в жидком азоте, в гнездо блока, никаких усилий не требуется.

поршня о стенки. Оптимальная величина натяга 0,04-0,06 мм. Меньший натяг ухудшит теплопередачу от поршня в охлаждающую жидкость, больший — приведет к чрезмерной деформации соседних цилиндров. В то же время при установке такой же гильзы в алюминиевый блок надо учитывать разницу в коэффициентах температурного расширения материалов: величину натяга следует увеличить до 0,06-0,07 мм, чтобы гильза не ослабла при нагреве блока. Напротив, мягкую алюминиевую гильзу в такой блок можно поставить с натягом всего 0,02-0,03 мм без какой-либо опасности ослабления посадки.

Седло клапана имеет малую длину, но сильно нагревается и испытывает высокие ударные нагрузки при работе клапана. Из-за таких «жестких» условий работы натяг седла в отверстии головки блока должен быть не ниже 0,10-0,12 мм, хотя диаметр седла весьма невелик — в среднем 40-45 мм. В то же время для направляющих втулок клапанов и сталебронзовых втулок верхней головки шатуна (ВГШ) вполне достаточно натяга 0,03-0,05 мм. В первом случае надежная посадка при малом натяге обеспечена сравнительно большой длиной направляющей втулки, а во втором — однородностью материалов (сталь) шатуна и основы втулки.

Теперь, когда натяг выбран, обеспечен соответствующей мехобработкой деталей и подтвержден измерениями, попробуем запрессовать гильзу или втулку в отверстие корпуса. Сделать это можно разными способами.

Как запрессовывают гильзы?

Простейший, но наихудший, способ запрессовки — забить деталь в корпус кувалдой. Результат очевиден — придется гильзу выбивать обратно или вырезать и начинать все сначала. Почему?

Чтобы запрессовать тонкую гильзу с натягом в 0,05 мм, потребуется усилие в несколько сотен, а то и тысяч килограмм, что при ударном характере этого усилия скорее всего приведет к ее растрес-

киванию. Кроме того, при большом давлении на поверхность возможно появление задиров, резко увеличивающих усилие запрессовки и вызывающих потерю герметичности соединения.

Последнее особенно характерно для разнородных материалов — к примеру, твердой чугунной детали и мягкого алюминиевого корпуса. К тому же алюминиевый сплав имеет свойство не только легко «сдираться»

гильзы цилиндров или выпадают седла клапанов.

Что же делать? Очевидно, необходимо резко снизить усилия при запрессовке. Речь, конечно, не идет об уменьшении натяга — он должен быть задан жестко. А вот увеличить зазор при запрессовке детали в корпус вполне возможно.

Создать такие условия при монтаже поможет известная способность материалов расширяться при нагреве и соответственно сжиматься при охлаждении. Охватываемую деталь (корпус) можно нагреть, а охватываемую (гильзу) охладить так, что натяг превратится в зазор. Тогда поставить гильзу можно будет даже «от руки», без каких-либо усилий.

Действительно, простейший расчет показывает, что если чугунный блок цилиндров на-

греть до 150°C, то диаметр гнезда под гильзу (100 мм) увеличится на 0,13 мм. Тогда при монтаже получаем зазор около 0,07 мм даже без охлаждения гильзы. В алюминиевом блоке зазор будет еще выше — около 0,2 мм, за счет большего коэффициента температурного расширения алюминиевого сплава. Теперь достаточно лишь точно и быстро (чтобы не произошло выравнивания температуры деталей!) установить гильзу в блок «от

Убедиться в том, что гильза встала «на место», помогает резьбовая шпилька.



гильзой, как резцом, но и уплотняться (нагартовываться), в результате чего от исходной величины натяга останется едва ли больше 0,02-0,03 мм. Ну а алюминиевую деталь в алюминиевый корпус вообще «не загнать» — детали намертво «схватятся» друг с другом, и будет разрушена не только гильза, но скорее всего, и корпус тоже.

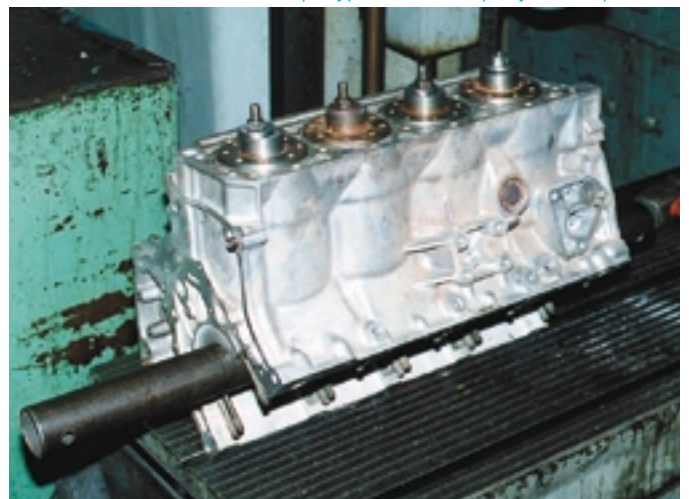
От ударной запрессовки почти не отличается способ установки гильзы с помощью пресса (винтового или гидравлического). Разница лишь в том, что отсутствуют ударные нагрузки. Все остальные недостатки запрессовки «из-под кувалды» сохраняются.

Несмотря на очевидную вредность подобных способов запрессовки, они достаточно живучи — в некоторых мастерских все еще можно увидеть и кувалду, и пресс в действии. А потому не стоит удивляться, когда после такой «работы» текут

руки», не прикладывая при этом никаких дополнительных усилий.

Именно такая схема применяется сейчас в большинстве мастерских и техцентров, ремонтирующих и восстанавливающих моторные детали. Тем не менее данный способ, хотя и дает минимальный процент брака, не всегда удачен, и вот почему.

Блок готов — осталось подождать, когда выровняется температура и полимеризуется герметик



Пока седла клапанов не остынут до -186°C , азот кипит.

Для нагрева корпусной детали приходится применять большие электропечи. Без сомнения, это большие затраты электроэнергии, да и печь — оборудование не из дешевых. Ее необходимо устанавливать в отдельном помещении с хорошей вентиляцией, что тоже не дешево, иначе работать там будет так же трудно, как сталевару у мартена. Кроме того, деталь нагревается в печи целиком до температуры намного выше рабочей, что может вызвать ее деформацию и потребовать последующую дополнительную обработку некоторых поверхностей (плоскости, постели подшипников).

Но это, так сказать, вопросы финансово-организационного характера, которые можно решить один раз и больше к ним не возвращаться. А вот некоторые технические проблемы при таком способе запрессовки не решить.

Допустим, на цилиндре в средней его части имеется трещина. После расточки гнезда и установки гильзы трещина перекроется гильзой. Только будет ли отремонтированный блок герметичен? Совсем не обязательно — натяг невелик, поверхности сопряжения не идеальны.

Нет ничего проще, чем поставить седла клапанов с помощью азота.



Конечно, можно нанести на поверхность перед сборкой герметик, который заполнил бы микронеровности, особенно, вокруг трещины, и не дал бы затем охлаждающей жидкости найти себе путь из рубашки охлаждения в камеру сгорания или картер. Только вот беда: на нагретом блоке герметик немедленно полимеризуется. Если же наносить герметик на гильзу, то при ее установке он легко задерживается ступенькой в верхней части гнезда, не обеспечивая необходимого уплотнения трещины. В результате резко возрастает опасность потери герметичности.

Получается, выхода нет? Почему же, есть, причем намного проще, чем кажется на первый взгляд.



Не в жар, а в холод!

А зачем, собственно говоря, нагревать именно блок? Давайте охладим гильзу. Тогда и печь не понадобится, и помещения отдельного не нужно, и электроэнергию можно сэкономить.

А чем охлаждать? Тоже не проблема: есть такой газ, которого в атмосфере больше всего, азот. При охлаждении азота до температуры -186°C он превращается в жидкость, абсолютно прозрачную и бесцветную. Только хранить жидкий азот надо в большом термосе — сосуде Дьюара, иначе он быстро испарится.

Многие производства и медицинские учреждения используют жидкий азот в своих технологи-

и легко устанавливаем в гнездо блока. Причем гораздо легче, чем после нагрева блока (получить такой же зазор можно только при нагреве блока до 220°C , опасном температурными деформациями).

Также легко решается проблема герметичности гильзы: на гнездо в блоке снизу и сверху перед установкой гильзы наносится специальный жидкий герметик. Теперь герметичность гарантирована — зазор при установке большой, гильза не потащит герметик за собой, а полимеризация

наступит не раньше принятия гильзой температуры блока. Это подтверждено испытаниями блоков на герметичность — случаи течи гильз при использовании данной технологии в настоящее время не известны.

Немалые преимущества «азотная» технология дает и при ремонте головок блока цилиндров. Чтобы убедиться в этом, достаточно посчитать, насколько надо нагреть алюминиевую головку, чтобы чугунное седло диаметром 40 мм, имеющее натяг в гнезде 0,12 мм, «провалилось» в гнездо свободно. Ответ обескураживает: до 240°C ! Если же седло охлаждается в жидком азоте, то головку блока достаточно нагреть всего до

Контроль качества посадки: если седло на месте, от удара оправка будет «звенеть».



ческих процессах, поэтому приобрести его не сложно. Кроме того, это экологически чистый газ, не требующий каких-либо специальных мер или средств защиты, за исключением, пожалуй, перчаток, чтобы не «обжечь» холодом руки.

Именно на использовании жидкого азота и построены все технологии запрессовки деталей в Специализированном моторном центре фирмы «АБ-Инжиниринг». Суть процесса предельно проста. В пластиковое «корыто» нужного размера помещаем гильзы (седла, втулки) и заливаем их на 2/3 азотом. После того, как кипение азота прекратится (это значит, что детали «приняли» температуру жидкости), вытаскиваем их из жидкости

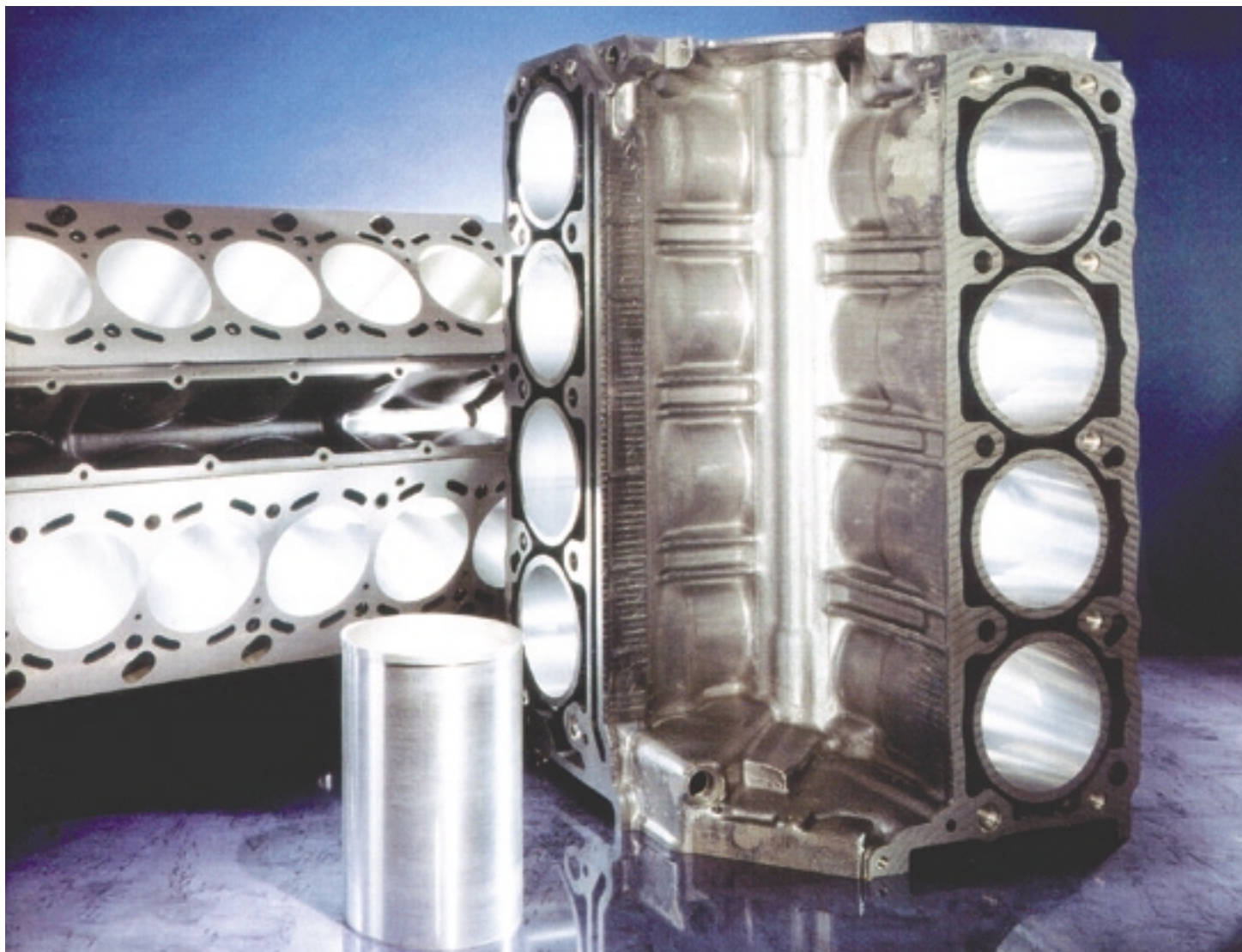
100°C . Для такого нагрева специальной мощной электропечи уже не потребуется.

С помощью азота можно легко выполнить и другие работы — запрессовать направляющие втулки клапанов или втулки ВГШ. Отметим при этом, что жидкий азот относительно дешев — намного дешевле, чем электричество для разогрева деталей в электропечи. **АБС**

Наша справка.

Ремонт блоков, головок блока цилиндров, коленчатых валов и других деталей можно выполнить в Специализированном моторном центре фирмы «АБ-Инжиниринг», тел.: (095) 158-7443.

Алюминиевый блок цилиндров: «Заменить нельзя отремонтировать»



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

«Такой блок отремонтировать нельзя! — сказал мастер, указывая на задиры в цилиндрах двигателя Mercedes V8. — По крайней мере, в России технологией ремонта алюминиевых блоков не владеют. Специальное покрытие на зеркалах восстановлению не подлежит. Только менять!» — И назвал цену — цифру с некоторым количеством нулей. В долларах, разумеется...

Мы ничего не придумали. Этот разговор действительно произошел не так давно в сервисном центре одного из официальных дилеров знаменитой фирмы. Конечно, установка нового агрегата в сборе взамен вышедшего из строя удобнее и выгоднее для техцентра. Огорчало другое: профессионалы (надеюсь, что в дилерских центрах работают только они) не знают (или скрывают

это?), что такое — алюминиевый блок цилиндров. В смысле технологии его производства и ремонта. А ведь в России ремонт алюминиевых блоков освоен давно — пожалуй, лет 10 уже, не менее!

Алюминиевый блок в «интерьере»

Прежде чем выстраивать технологические цепочки ремонтных операций, надо, разумеется, знать все особенности ремонтируемой детали. В том числе технологические «хитрости» ее производства и характер работы. У алюминиевых блоков есть много такого, о чем иные профессионалы, похоже, и не слышали.

Первый вопрос: зачем блок цилиндров делать алюминиевым, если и чугунные блоки прекрасно работают? Ответ прост: удельная масса алюминия (2850 кг/м³) в 2,7 раза меньше удельной массы чугуна. Соответственно алюминиевый блок

получается намного легче чугунного. А это важно, особенно для многоцилиндровых моторов с большим рабочим объемом. Кроме того, теплопроводность алюминия в 4 раза выше, чем чугуна. В результате этого двигатель с алюминиевым блоком быстрее прогревается, а объем системы охлаждения может быть уменьшен благодаря более эффективному охлаждению и быстрому выравниванию температуры стенок блока.

Однако реализовать на практике эти преимущества алюминия не так-то просто. Известно, что по чугунным цилиндрам прекрасно «ходят» поршневые кольца как с твердыми покрытиями, так и без таковых, и сами «мягкие» алюминиевые поршни. С алюминиевыми цилиндрами ситуация другая: сочетание «мягкого» металла поршня с таким же «мягким» материалом цилиндра мгновенно приводит к «схватыванию» металлов и заклиниванию двигателя.

Разумеется, конструкторы двигателей, принимая во внимание эти свойства металлов, разработали несколько способов решения проблемы. Один из них — **блоки цилиндров с «мокрыми» гильзами**.

Еще в 30-е годы прошлого века получила распространение такая схема: в алюминиевый блок цилиндров устанавливаются «мокрые» чугунные или стальные гильзы. Что называется, и «волки сыты (то есть блоки стали легкими), и овцы целы» — поршни и кольца «ходят» по традиционной твердой поверхности. Такая схема благополучно дожила до наших дней: многие моторы как отечественных, так и иностранных автомобилей имеют подобные блоки цилиндров (вспомним хотя бы наши «волги» и «москвичи»).

Однако простота решения проблемы оказалась весьма обманчивой — схема с «мокрыми» гильзами не лишена недостатков. Жесткость блока, где гильзы «живут» своей жизнью, снижается, что приводит к необходимости увеличивать толщину его стенок, а гильзы при обжатии головки блока деформируются, вызывая повышенный угар масла. Кроме того, такая конструкция оказалась чувствительной к перегреву — прокладка головки блока обычно теряет герметичность даже при не слишком большом и длительном превышении допустимой температуры двигателя.

Эти тонкости можно было не принимать во внимание до тех пор, пока двигатели оставались тихоходными и малонагруженными, а нормы токсичности выхлопа — весьма демократичными. Но к 80-м годам прошлого века ситуация изменилась, и конструкция, прожившая без малого полвека, перестала удовлетворять новым требованиям в полной мере.

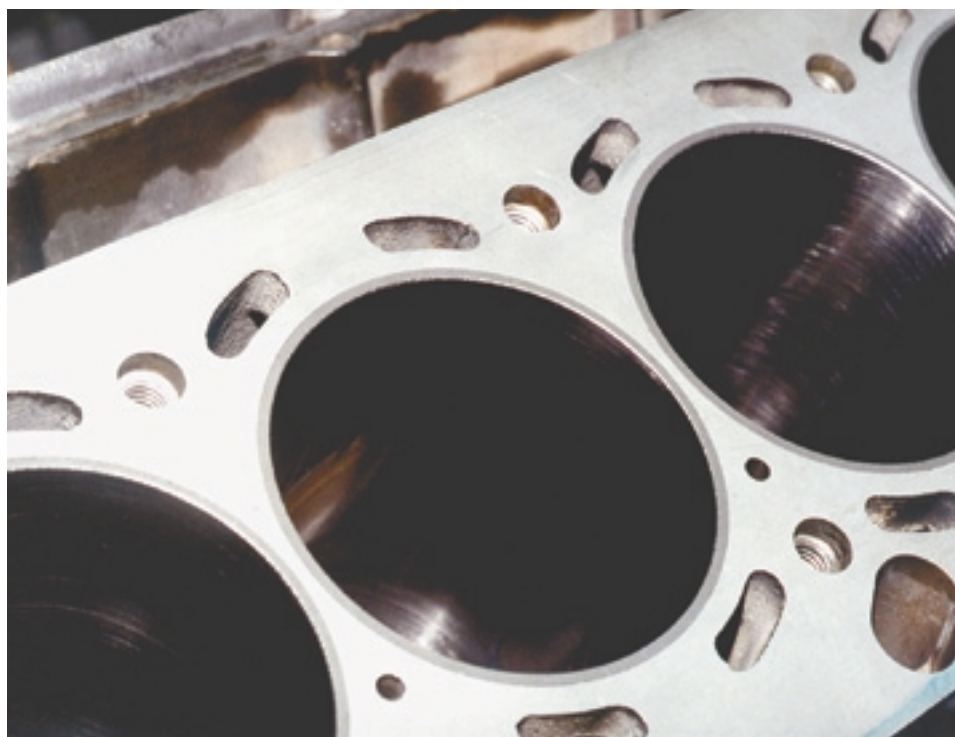
Следующим шагом стало появление **блоков цилиндров из алюминия с «сухими» чугунными гильзами**. Такая схема отработывалась многими производителями, но компания Honda первой внедрила в массовое производство конструкцию алюминиевого блока с залитыми тонкими «сухими» чугунными гильзами, и с конца 70-х годов все моторы этой фирмы стали оснащаться такими блоками. Постепенно эта схема завоевала своих сторонников — к 2000-му году такие блоки применяли Renault, Volvo, GM, Suzuki, Subaru, Rover и другие производители.

Нередко вместо чугуна гильзы выполняют из композиционных материалов на чугунной основе. Износостойкость таких гильз значительно выше, чем у цельнолитых чугунных блоков (применение дорогостоящих композиционных материалов при изготовлении последних неоправданно, по экономическим соображениям, из-за их большой массы).

Схема с «сухими» гильзами реализует все преимущества легких алюминиевых блоков, прекрасно сочетая их с технологичностью чугунных, а именно: с возможностью растачивания и хонин-

гования цилиндров в увеличенный (ремонтный) размер поршней. Вместе с тем и эта схема не свободна от недостатков. Чугун, из которого изготовлена гильза, имеет меньшие, нежели алюминий, коэффициенты теплового расширения и теплопроводности. Необходимы специальные меры для исключения «отрыва» гильзы от алюминиевой стенки (с этой целью нередко гильзу снаружи делают ребристой). При этом рабочий зазор поршня в цилиндре, как и в простом чугунном блоке, при нагреве уменьшается, а при охлаждении увеличивается, даже если материалы поршней и блока одинаковые. В результате при больших пробегах возможно появление «холодного» стука поршней и, как следствие, повышенного угара масла.

В этом алюминиевом блоке «сухие» чугунные гильзы хорошо заметны невооруженным глазом, чего нельзя сказать о большинстве подобных блоков.



Цельноалюминиевые блоки цилиндров появились приблизительно в те же годы. Технологию их производства отработала немецкая фирма Mahle. Суть идеи заключается в том, что сохраняется пара «железо-алюминий» для поршня и цилиндра, но при условии, что цилиндр выполнен алюминиевым, в то время как алюминиевый поршень гальванически покрыт тонким (0,02-0,03 мм) слоем железа.

Теперь все встало на свои места: поршень в цилиндре не заклинит, зато тепловое расширение цилиндра и поршня практически одинаково. Тогда рабочий зазор не будет «гулять», и его можно сделать очень малым (0,01-0,02 мм), не боясь возникновения задиров и «прихватов». Значит, ресурс деталей повысится, по крайней мере, в 1,5 раза.

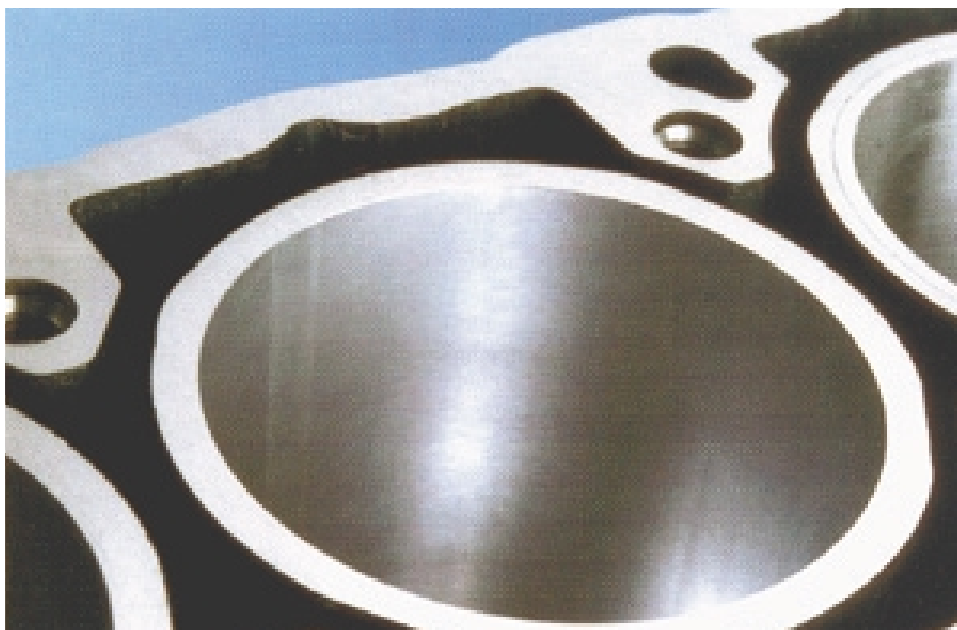
Однако то, что в теории просто, на деле оборачивается новыми проблемами. На практике, ко-

гда поршневые кольца работают по алюминию, ресурс поршневой группы оказывается невелик вследствие слишком «мягкой» рабочей поверхности цилиндра.

Проблему решили, применив специальную технологию литья блока из алюминиевого сплава с содержанием кремния более 18%. Быстрое охлаждение участков заготовки блока в зоне цилиндров приводит к направленной кристаллизации кремния у зеркала цилиндров. Далее, после механической обработки поверхность цилиндров дополнительно обрабатывают химическим травлением. В результате этой операции кислота, взаимодействуя преимущественно с алюминием, «вымывает» его слой толщиной несколько микрон, оставляя на поверхности лишь кристаллы кремния.

Теперь и поршень, и поршневые кольца будут «работать» не по алюминию, а по твердому кремнию — износостойкость и долговечность этих пар трения гарантирована, причем она заметно выше, чем у обычных чугунных цилиндров. Правда, при этом поршневые кольца, все без исключения, должны иметь твердое хромовое покрытие, поскольку именно этот металл обеспечивает наивысшую износостойкость в паре с кремнием.

Блоки цилиндров, изготовленные с помощью описанной технологии, получили достаточно широкое распространение у немецких производителей автомобилей: это двигатели Mercedes V8 и V12, Audi V8, Porsche L4 и V8, BMW V8 и V12. Та структура материала, которая получена на поверхности цилиндров этих цельноалюминиевых блоков, по терминологии фирмы Mahle называется Silumat. Поршни для таких блоков имеют особое покрытие Ferrostan (фирма Kolbenschmidt,



Цилиндры цельноалюминиевого блока не имеют никакого покрытия, что легко определяется не только по характерному серо-матовому цвету поверхности, но и ее «мягкости».

также использующая эту технологию, дает ей другое название — Alusil).

Описанные цельноалюминиевые блоки прекрасно ремонтируются, их можно растачивать и хонинговать в ремонтный размер без всяких ограничений. Правда, при ремонте необходима специальная операция — финишная доводка поверхности цилиндров.

К сожалению, при всех преимуществах пара «Silumal-Ferrostan» (цилиндр-поршень) все-таки не идеальна. В отличие от традиционных чугунных блоков цельноалюминиевые очень «не любят» перегрева и плохой смазки. В таких нештатных условиях на поверхности цилиндров нередко возникают глубокие задиры, практически выводящие двигатель из строя. Это естественная плата за меньшую прочность и твердость алюминиевого сплава по сравнению с чугуном.

Очевидно, чем больше кремния окажется на поверхности цилиндров в цельноалюминиевом блоке, тем выше будут их износостойкость и долговечность. Однако применять на практике технологию направленной кристаллизации довольно трудно и дорого. Фирма Kolbenschmidt предложила другое решение: на стадии изготовления блока в него устанавливаются уже готовые алюминиевые гильзы (технология Locasil). Это позволяет использовать для блока более дешевый алюминиевый сплав и на поверхности цилиндров получить очень высокую концентрацию кремния — до 27%. Хотя отмеченные недостатки цельноалюминиевых блоков сохраняются и здесь.

Поскольку «мягкая» поверхность цилиндров алюминиевого блока уступает чугуну, то почему бы не сделать ее более твердой? То есть нанести настоящее твердое покрытие? Такие **блоки цилиндров с твердым покрытием** начали применять уже давно. Это покрытие представляет

собой слой никеля толщиной 0,1-0,2 мм со сверхтвердыми частицами карбида кремния SiC размером 3 мкм. Разработчик этой технологии фирма Mahle называет это покрытие Nicasil (фирма Kolbenschmidt использует другое название — Galnical).

Первоначально технология Nicasil применялась в 60-70-х годах для блоков цилиндров дорогих эксклюзивных или спортивных автомобилей. Кстати, моторы автомобилей «Формулы-1» имеют аналогичное покрытие на гильзах цилиндров. Но в массовом производстве эта технология начала применяться лишь в начале 90-х (в качестве примера можно привести двигатели M60 и M52 фирмы BMW).

В отличие от цельноалюминиевых блоков покрытие Nicasil не требует каких-либо изменений


Алюминиевый цилиндр двигателя Porsche с покрытием типа Nicasil — его рабочую поверхность можно поцарапать только алмазом.



материала поршней, т.к. по этому покрытию прекрасно работают и обычные алюминиевые поршни. А вот с поршневыми кольцами для этих блоков ситуация сложнее. Традиционные хромированные кольца не подходят: два сверхтвердых материала (хром и Nicasil) плохо сочетаются друг с другом. Поэтому для цилиндров с твердым покрытием рекомендуются другие кольца — например, чугунные фосфатированные без твердого покрытия.

Мотористы, впервые встретившие алюминиевые блоки цилиндров в своей практике, нередко путают их и не могут точно определить, с каким именно блоком — с покрытием или без него — они имеют дело. На самом деле установить тип блока просто: достаточно «царапнуть» острым металлическим предметом по верхнему краю цилиндра. Цельноалюминиевый блок царапается очень легко, причем царапина получается глубокой, поскольку поверхность цилиндра из мягкого алюминиевого сплава. На чугунном цилиндре царапины будут незначительными. И лишь на покрытии Nicasil не останется никакого следа — настолько высока его твердость.

Несмотря на то, что износостойкость покрытия Nicasil существенно превышает аналогичный показатель обычных чугунных блоков цилиндров, некоторые недостатки этой технологии все же надо отметить. Основа блока — алюминиевый сплав — остается относительно «мягким», поэтому при серьезных поломках (обрыв шатуна, прогар и разрушение поршня) тонкое покрытие легко пробивается и уже не может быть восстановлено. Да и в случае естественного износа ремонт, как правило, не предусматривается, т.к. покрытие имеет малую толщину, из-за чего при обработке цилиндра можно легко обнажить алюминий. По этой причине ремонтных поршней для большинства таких блоков «в природе» не существует (лишь для некоторых моторов выпускаются ремонтные комплекты поршневой группы с увеличенным на 0,08-0,10 мм размером).

Но если фирма-производитель не предусматривает технологии ремонта, это вовсе не значит, что изношенный блок нельзя отремонтировать. Скажем больше — алюминиевый блок цилиндров, изготовленный по любой из описанных выше технологий, как правило, подлежит ремонту не только в случае износа цилиндров, но даже при более серьезных повреждениях. Как это можно сделать, мы расскажем в наших следующих публикациях. 

Наша справка.

Отремонтировать блок цилиндров любого типа, а также коленвалы и головки блока можно в Специализированном моторном центре «АБ-Инжиниринг».

Тел.: (095) 158-7443, 787-3212.

E-mail: ab@ab-engine.ru www.ab-engine.ru

Алюминиевый блок цилиндров: «Заменить нельзя ремонтировать»

Окончание. Начало в № 10/2002

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

В предыдущей статье мы рассказали, какие основные типы алюминиевых блоков цилиндров применяются в конструкциях современных двигателей. В процессе эксплуатации рабочие поверхности цилиндров изнашиваются, а иногда возникают и более серьезные дефекты: задиры, трещины, пробоины... Поэтому вопросы ремонта алюминиевых блоков не менее актуальны, чем традиционных чугунных.



Практика показывает, что при ремонте большинства алюминиевых блоков используют несколько другие, нежели для чугунных блоков, ремонтные технологии. Они обусловлены следующими причинами:

- рабочая поверхность цилиндров алюминиевого блока, как правило, имеет иную структуру, чем основной материал блока (алюминиевый сплав);
- коэффициент температурного расширения алюминиевого сплава превышает аналогичный параметр чугуна и стали в 1,7-2 раза;
- прочность, твердость и коррозионная стойкость алюминиевого сплава существенно ниже, чем у чугуна.

Ввиду этих особенностей алюминиевых блоков не только изменяются режимы традиционных ремонтных операций, таких как растачивание и хонингование, но и, кроме того, используются оригинальные операции, не применяемые при ремонте чугунных блоков. К тому же при ремонте алюминиевых блоков необходимы особые внимательность и аккуратность, без которых трудно добиться высокого качества ремонта.

Ремонтировать? Лучше заменить!

Наиболее просто ремонтировать цилиндры алюминиевых блоков со вставными «мокрыми» чугунными гильзами: достаточно лишь заменить изношенные гильзы на новые. Таковы, например, рекомендации подавляющего большинства иностранных автопроизводителей для многих двигателей легковых иномарок, где установлены «мокрые» гильзы — их ремонт (расточка, хонингование) обычно не предусмотрен. С другой стороны, для отечественных моторов выпускаются

ремонтные поршневые группы. Однако точно выдержать геометрию «мокрых» гильз при их расточке и хонинговании трудно.

Проблемы при ремонте «мокрых» гильз связаны с их жесткостью. Например, крепление гильзы в хонинговальном или расточном станках с помощью различных приспособлений нередко приводит к ее деформации. Не спасает положение и обработка гильз, вставленных непосредственно в блок и прижимаемых сверху специальными шайбами, — помимо деформации могут возникнуть трудности при хонинговании. К примеру, конструктивные особенности многих блоков не позволяют брускам хонголовки выходить за нижнюю кромку гильзы. Из-за этого невозможно добиться правильной геометрии цилиндра.

Расточка и хонингование цилиндров чугунного блока проводятся по уже ставшим традиционными технологиям. Чугунные цилиндры алюминиевого блока ремонтируют точно так же.



Трудности при ремонте гильз возникают вследствие разной толщины стенок — нижняя часть гильзы тоньше и, соответственно, более «податливая». При растачивании и хонинговании эта часть стенки «дышит», т.е. отжимается инструментом, что приводит к повышенной конусности нижней части гильзы.

Решить проблемы с обработкой гильз можно, но не просто. Первый способ — индивидуальная обработка гильз с минимальным зажимом на последнем этапе хонингования (этого можно добиться, если от проворачивания удерживать гильзу вручную с помощью хомута). Именно так удается исключить деформацию гильзы и, соответственно, обеспечить ее хорошую геометрию: эллипсность не более 0,02 мм, а конусность — в пределах 0,01 мм.

Другой способ, напротив, моделирует деформацию гильз в блоке. Правда, для его реализации нужна так называемая «фальшголовка» блока — плита с отверстиями, диаметр которых больше, чем у цилиндров. Она прижимается вместе с прокладкой к блоку болтами взамен штатной ГБЦ. Далее, после предварительного растачивания, гильзы подвергают хонингованию либо в блоке, если позволяет его конструкция, либо индивидуально. Во втором случае желательно использовать хонголовку с подпружиненными брусками, чтобы сохранить форму гильзы в свободном состоянии (отметим, что при повторном монтаже гильз в блоке их положение должно сохраняться).

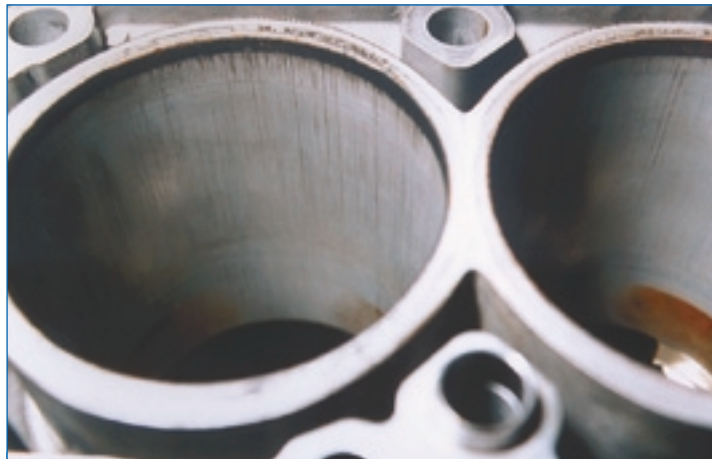
Понятно, что точно выдержать все эти технологические тонкости на практике не просто и не дешево. Это еще раз подтверждают рекомендации зарубежных ремонтников: гильзы лучше менять, чем ремонтировать. Правда, и при замене



При восстановлении блоков со вставными «мокрыми» гильзами лучше использовать полный ремонтный комплект, нежели растачивать гильзы под увеличенный размер поршней.

Для этого гильзу растачивают до вскрытия основного материала блока и удаления ее остатков (обычно толщина залитой гильзы колеблется в пределах 2,5-4,0 мм). Дальнейшие действия зависят от характера дефекта блока. При серьезных повреждениях в алюминиевой стенке, окружающей гильзу, могут появиться трещины.

следует соблюдать аккуратность, потому что нередки случаи коррозии блоков на нижних уплотняющих поясах для гильз. Если такой факт установлен, то блоку необходим ремонт, к тому же совсем не простой. Помимо ликвидации коррозионных повреждений (посредством сварки, напыления и пр.), потребуется точно обработать пояс «как чисто» и при этом «не провалить» гильзу от верхней плоскости (выступление гильзы от верхней плоскости блока обычно регламентируется в пределах 0,05-0,10 мм).



Типичные повреждения мягкого алюминиевого цилиндра при перегреве двигателя.

Сила традиции

Чем хороша традиционная технология ремонта? Да тем, что все тонкости ее отработаны до совершенства, включая станок, приспособления, инструмент, режимы обработки. В этом и заключена сила традиции — не надо ничего изобретать, достаточно взять и сделать. Быстро и правильно.

Именно так в случае износа ремонтируют алюминиевые блоки цилиндров с залитыми чугунными гильзами. Обычно производители предусматривают возможность, по меньшей мере, одного ремонта, при этом блоки подвергают традиционным операциям расточки и хонингования под поршни ремонтного размера.

Другое дело, когда цилиндр имеет глубокое повреждение, не устранимое увеличением диаметра цилиндра до ремонтного размера. Иногда гильза, установленная на заводе-изготовителе, со временем теряет герметичность и начинает «течь», в результате чего в цилиндр и картер поступает антифриз. В подобных случаях необходима замена гильзы. Эта операция тоже достаточно хорошо отработана в ремонтной практике (справедливости ради, отметим, что автопроизводители рекомендуют в таких случаях менять блок).

Начинают замену с удаления старой гильзы.

Их обнаруживают визуально или по результатам опрессовки рубашки охлаждения блока.

Крупные трещины, в том числе расположенные вдоль образующей цилиндра, требуют обязательной заварки, поскольку способны расти под действием натяга гильзы. Следует быть готовым к тому, что после сварки блок может «повести». Этот дефект потребует повторной обработки посадочной поверхности гильзы и дополнительной обработки постелей коленвала и/или верхней плоскости.

При изготовлении новой гильзы в ее в верхней части необходимо выполнить упорный бурт, а в гнезде — соответствующую выточку. Гильза должна иметь натяг в гнезде 0,05-0,07 мм. Чтобы легко, «от руки», установить такую гильзу в блок, достаточно охладить ее в жидком азоте до -186°C , даже не прибегая к нагреву блока. Кстати, перед установкой гильзы необходимо нанести на верхнюю и нижнюю части гнезда жидкий герметик (этим гарантируется герметичность посадки гильзы), а сразу после установки — «заневопить» гильзу, т.е. создать давление в сторону запрессовки до окончательного выравнивания температуры блока (подробно эта технология описана в № 1/2002).

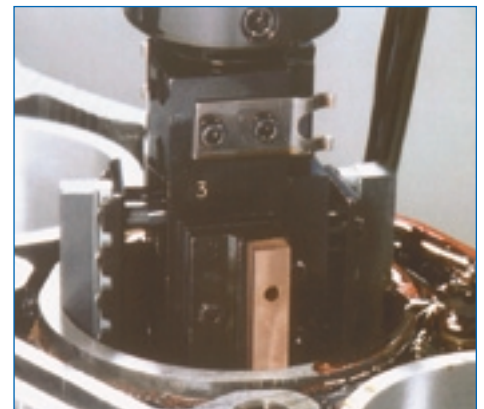
Ремонтировать? Конечно...

В самом деле, для блоков цилиндров, выполненных по технологии Alusil (Silumal), фирмы-производители поршней выпускают не только стандартные, но и ремонтные комплекты поршневых групп (обычно такие комплекты имеют увеличенные размеры +0,5 и +1,0 мм, реже +0,35 и +0,7 мм). Ремонтные поршни, также как и стандартные, в обязательном порядке имеют тонкое покрытие железом. Попытки использовать обычные поршни без покрытия заканчиваются мгновенным схватыванием (задиrom) и выходом двигателя из строя. Упомянутые ремонтные комплекты изготавливаются с учетом специально разработанной технологии ремонта алюминиевых цилиндров.

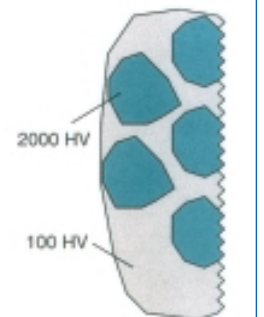
Растачивание цилиндров выполняется традиционно, однако хонингование имеет свои особенности. Главное отличие состоит в использовании специальных абразивных брусков с минимальным «засаливанием», которое, как известно, является причиной появления задиrom на отремонтированной алюминиевой поверхности.

Фирма Sunnen, ведущий производитель хонинговального оборудования, рекомендует цилиндры таких блоков последовательно обрабатывать 3-мя типами брусков, содержащих абразивные частицы из карбида кремния SiC. Первый тип C30-J55

предназначен для снятия дефектного слоя (припуск 0,04-0,08 мм) после растачивания, второй тип C30-J84 — для предварительного хонингования

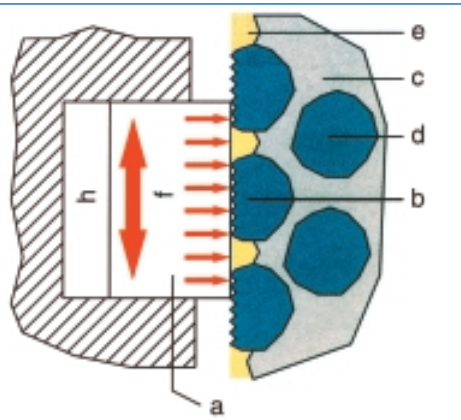


При хонинговании алюминиевых цилиндров абразивные бруски должны одновременно срезать мягкий алюминиевый сплав и твердые зерна кремния.



После полирования кремниевой пастой поверхность алюминиевого цилиндра приобретает пористость — между зернами кремния образуются микрообъемы, заполняемые маслом:

- a — поршневое кольцо;
- b, d — зерна кремния;
- c — алюминиевый сплав; e — масло.



в зону хонингования, а также при несоответствии профиля наружной поверхности брусков и поверхности цилиндра (когда радиус закругления брусков больше радиуса цилиндра). К примеру, при чрезмерно высоком давлении на поверхность цилиндра брусками, вместо того, чтобы резать твердые зерна кремния, способны вырывать их с поверхности. Как правило, эффект сопровождается налипанием алюминия на брусок, скалыванием его кромки и появлением на поверхности цилиндра глубоких рисок, способных испортить всю работу.

с припуском около 0,01-0,02 мм и удаления глубоких рисок, оставшихся от предыдущей операции, а третий тип С30-С03-81 применяется для окончательного (финишного) хонингования без изменения размера цилиндра.

Если хонингование проводится после предварительного растачивания, то сначала необходимо в обязательном порядке удалить с блока всю стружку, так как ее попадание под абразивные брусочки может повредить поверхность цилиндра и сами брусочки, вызвав скалывание абразива с их кромок. Такой же результат может получиться при чрезмерном давлении брусков на стенку цилиндра, плохой фильтрации масла, подаваемого

После хонингования диаметр цилиндра должен соответствовать заданному (обычно рабочий зазор поршня в цилиндре лежит в пределах 0,01-0,02 мм), но структура поверхности еще далека от требуемой. Поэтому на финишной стадии обработки цилиндров проводят операцию полирования поверхности.

Полирование при ремонте фактически является альтернативой химического травления в производстве и выполняется без подачи смазочного масла к обрабатываемому цилиндру. Суть полирования сводится к снятию незначительного (около 1 мкм) слоя алюминия и обнажению кристаллов кремния. При этом используются мягкие фетровые башмаки С30-F85, устанавливаемые в хонголку, и специальная «мягкая» кремниевая (силиконовая) паста AN-30, снимающая с поверхности алюминий, не затрагивая частицы кремния.

После полирования поверхность цилиндров приобретает характерный матово-серый цвет, причем на ней не должно быть заметно рисок от резца или хонинговальных брусков. Структура поверхности в этом случае представляет собой выступающие зерна кремния, а алюминиевый сплав в виде связки располагается ниже уровня зерен на 1-1,5 мкм. Другими словами, поверхность становится пористой — между зернами кремния появляются микрообъемы, которые при работе двигателя заполняются маслом, смазывающим детали поршневой группы.

Немецкая фирма Gehring для обработки алюминиевых цилиндров предлагает другую технологию. Отличия, в основном, заключаются в процессе предварительного хонингования. Так, вместо 1-го типа брусков из SiC на этапе

предварительного хонингования используются алмазные брусочки, и лишь на последующих этапах, в том числе финишного хонингования, устанавливаются брусочки с абразивом из карбида кремния.

Описанные приемы ремонта применяются не только для блоков, изготовленных по технологии Alusil (Silumal), но и для более современных вариантов — Lokasil и Silitec (последний представляет собой кремниевую матрицу в виде гильзы, залитой алюминиевым сплавом и содержащей до 25% кремния). Во всех случаях макро- и микрогеометрия цилиндров ничуть не отличается от заводской.

При серьезных повреждениях цилиндров, когда дефекты не могут быть устранены путем увеличения диаметра цилиндра до ремонтного, производители предусмотрели установку ремонтных гильз. Такие гильзы поставляются в запасные части для некоторых алюминиевых блоков, выполненных по указанным выше технологиям.

Ремонтные гильзы выполняются из материала, аналогичного материалу блока, — это алюминиевый сплав с содержанием кремния более 17%. Технология установки алюминиевой гильзы практически ничем не отличается от описанной выше для чугунных гильз. Разница обусловлена физическими свойствами алюминия, в частности его высокой теплопроводностью. На практике это означает, что перед запрессовкой необходимо создавать максимально возможную разность температур между гильзой и блоком (к примеру, охлаждением гильзы в жидком азоте и нагревом блока), а запрессовку выполнять «от руки» и быстро, чтобы гильза не успела нагреться.

Другая, причем весьма неприятная, особенность алюминиевой гильзы — ее нельзя допрессовать, как чугунную, если она по каким-либо причинам не встала «до упора» на свое место.

Хороша алюминиевая гильза, да не дешева!



Расточка цилиндров алюминиевого блока — обычная ремонтная процедура.



Единственно возможный выход в подобной ситуации — удалить гильзу расточкой. Что, вообще говоря, обидно — цена гильзы, как правило, превышает 100-120 долл., да и ждать новую гильзу «на заказ» придется не один день.



Жидкий азот для гильзы — отрада моториста!

После того, как все гильзы будут установлены, их необходимо обработать обычным для алюминиевых блоков данного типа образом. И обратите внимание на выступающие над привалочной плоскостью торцы гильз — при их обработке не рекомендуется подрезать привалочную плоскость блока, чтобы величина выступания поршней в ВМТ над плоскостью не превысила предельных значений (обычно 0,5-0,7 мм) и не образовалось ступени между плоскостью и верхней частью передней крышки блока.

Когда ремонт — дело тонкое

Именно так обстоит дело с алюминиевыми блоками, имеющими покрытие цилиндров типа Nicasil (Galnical). Как известно, в процессе длительной эксплуатации даже это покрытие, несмотря на сверхвысокую твердость, тоже изнашивается. Возникает вопрос: можно ли ремонтировать такой блок цилиндров? Прежде чем ответить на него, рассмотрим некоторые особенности блоков с упомянутым покрытием.

Обычно на практике необходимость ремонта возникает редко, чаще всего тогда, когда покрытие уже безвозвратно повреждено. С другой стороны, для подавляющего большинства двигателей ремонтные поршни не выпускаются. Лишь для некоторых моторов BMW удается найти поршневые группы с увеличенным на 0,07-0,08 мм размером. И все же допустим, что поршни найдены, да и покрытие цилиндров пока «живое» — без сколов и задиров. Попробуем что-нибудь сделать.

Растачивать цилиндры такого блока — затея бессмысленная. Ни один резец «не возьмет» карбид кремния, содержащийся в материале покрытия, да и расточка с припуском менее 0,1 мм не требуется.

Значит, хонингование? Да, но не без «хитростей». Во-первых, бруски выбирают только самые твердые — алмазные или с абразивными частицами из нитрида бора. Далее — режимы хонингования: нужно устанавливать самое минимальное усилие давления брусков на поверхность цилиндра, чтобы не «продавить» и не разрушить тонкое покрытие.

К сожалению, даже соблюдение самых строгих мер предосторожности еще не гарантирует успех всего мероприятия в целом. К примеру, длительно работавший блок может иметь повышенную эллипсность цилиндров (до 0,03-0,05 мм). При минимальном усилии хонингования устранить эллипс полностью трудно, в то же время опасность разрушения (скалывания) покрытия вблизи малой оси эллипса цилиндра весьма велика. В конечном счете, положительного результата удается достигнуть не на всех цилиндрах блока.

Если же покрытие повреждено (необязательно при хонинговании), то никаких рекомендаций по ремонту производители не дают. Эта ситуация породила среди механиков «легенды» о необходимости повторного покрытия цилиндра «никасиллом». Однако многолетняя практика показывает, что нет смысла повторять сложную заводскую технологию. Известно немало случаев, когда отремонтировать блок в рамках «разрешенных» производителем технологий невозможно. Это случается при серьезных и глубоких повреждениях рабочей поверхности цилиндров.

Из России — с технологией

Допустим, что в процессе эксплуатации блок с покрытием Nicasil получил повреждения цилиндров. Что делать с таким блоком?

Во-первых, можно «пустить в расход». И купить новый. И даже мотор новый в сборе поставить, как рекомендуют производители в таких случаях. Только то, что хорошо для нового автомобиля, никак не подойдет для десятилетнего.

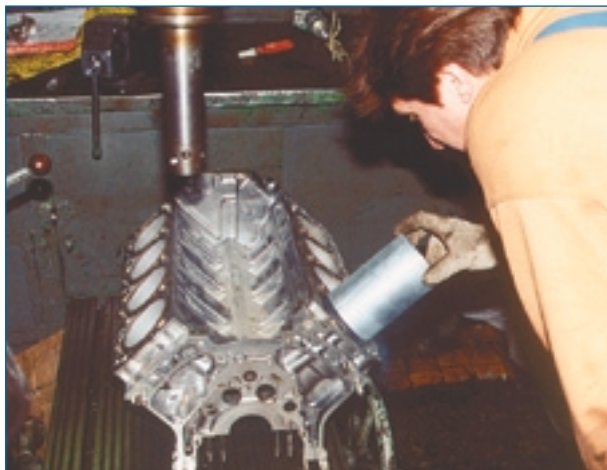
Где-нибудь в Европе можно использовать и такое альтернативное решение — поставить двигатель «б/у». Дешево и сердито. Только у нас не Европа — документы соответствующие нужны на такой мотор. А кто их выдаст?

Вот и получается — хочешь не хочешь, а надо ремонтировать, т.е. «загильзовать» обычными чугунными гильзами.

Можно так поступать? Конечно, нет, если соблюдать инструкции производителей. Однако инструкции можно «забыть», и тогда ответ станет положительным. При одном непереносимом условии — если овладеть технологией установки чугунных гильз и отработать ее до совершенства.

Выше мы рассказывали, как менять залитые чугунные гильзы на алюминиевых блоках. Установка ремонтных чугунных гильз в блоки других типов ничем не отличается от описанной. При этом в блоках типа Silumal (Alusil), вместо пар трения «кремний-железо» для поршня и «кремний-хром» для поршневых колец, получаются пары «чугун-железо» и «чугун-хром», отлично работающие и обладающие высокой долговечностью. Кроме того, чугунные гильзы отлично противостоят перегреву и недостаточной смазке, чего никак не скажешь о «родной» алюминиевой поверхности.

В блоках с покрытием типа Nicasil (Galnical) для поршней вообще нет никакой разницы по какой поверхности скользить — чугунной или «родной» из «никасила», хотя на более старых моторах



Самая ответственная операция для алюминиевой гильзы — поставить ее «от руки». Одно неверное движение — и гильза будет испорчена, а вся работа загублена.

долговечность поршневых колец после ремонта несколько снижается из-за отсутствия у них хромового покрытия.

Как нам стало известно, на сегодняшний день такая технология применяется только в отечественной практике. И весьма успешно — ресурс деталей цилиндропоршневой группы у отремонтированных моторов превышает 150 тыс. км.

АБС

Отремонтировать блок цилиндров любого типа, а также коленвалы и головки блока можно в Специализированном моторном центре «АБ-Инжиниринг».

Тел.: (095) 158-7443, 787-3212.

E-mail: ab@ab-engine.ru www.ab-engine.ru

Нюансы гильзования

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



Способ ремонта блоков двигателей установкой чугунных гильз хорошо известен и широко используется авторемонтниками с незапамятных времен. Применяя технологию гильзования при ремонте зарубежных двигателей, отличающихся большим конструктивным разнообразием, нужно учитывать ряд нюансов. Иначе можно легко нажать себе неприятности.

Когда при вскрытии двигателя обнаруживаются критические повреждения стенок цилиндров, часто оказывается, что щадящий способ ремонта, растачивание и хонингование цилиндров под установку поршней ремонтного размера, неприменим. Действительно, таким образом восстановить блок удается далеко не всегда.

Подавляющее большинство чугунных блоков современных двигателей имеет так называемую моноблочную конструкцию. В моноблоке гильзы цилиндров (таким термином в общем случае называют стенки цилиндров) составляют с телом блока единое целое. Для таких блоков, как правило, выпускаются поршнекомплекты ремонтного размера. В качестве редкого исключения можно упомянуть отдельные типы дизельных двигателей (к примеру, Isuzu), в которых применяется блок из чугуна с запрессованными в него тонкими стальными гильзами. Они не растачиваются, а заменяются при ремонте. Тем не менее, в последнее время увеличивается доля двигателей с блоками, изготовленными из алюминиевых сплавов. Здесь, как говорится, возможны варианты.

Некоторые алюминиевые блоки изготавливаются составными. В них тонкостенные гильзы с толщиной стенки 2–3 мм выполняются из другого материала (чаще — чугуна) и устанавливаются в блок при его отливке. Такая конструкция получила название «блок с сухими чугунными гильзами» и применяется в 5- и 6-цилиндровых двигателях Volvo, 8-цилиндровых двигателях Land Rover, японских моторах Honda, Nissan, Suzuki, Subaru и ряде других. Технологии ремонта блоков с «сухими» гильзами, как правило, предусматривают возможность растачивания и хонингования цилиндров под увеличенный размер поршней, но из этого правила нередко бывают исключения.

Ряд автопроизводителей применяет цельноалюминиевые блоки, в которых поверхность стенок цилиндров подвергается специальной химико-термической обработке. Упрочненная структура поверхности, отличающаяся высокой концентрацией кристаллов кремния, получила название Silumal (по терминологии фирмы Mahle). Такую технологию используют при изготовлении блоков двигателей Mercedes V8 и V12, BMW V12, Audi V8, Porsche V8 и L4, Honda L4. Помимо этого, в некоторых моторах BMW применяются алюминиевые моноблоки, в которых на поверхность цилиндров наносится твердое покрытие Nicasil. Оно представляет собой композицию никеля и частиц карбида кремния. Для алюминиевых моноблоков типа Silumal производятся ремонтные поршнекомплекты с увеличением размера цилиндра на 0,5 мм и даже на 1,0 мм. Напротив, для алюминиевых моноблоков с покрытием Nicasil ремонтных поршней не существует.

Рисунок 1. При недостаточной величине радиального зазора (δ) между упорным «буртиком» и выточкой воздуха, находящийся в полости «А», в момент установки гильзы работает аналогично пневмоподвеске. В результате после касания упорной поверхности гильза успевает приподняться на 0,05–0,1 мм.

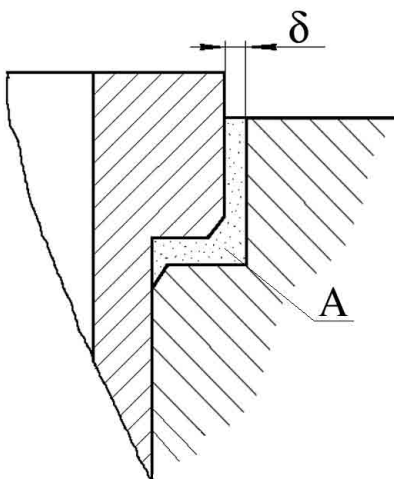
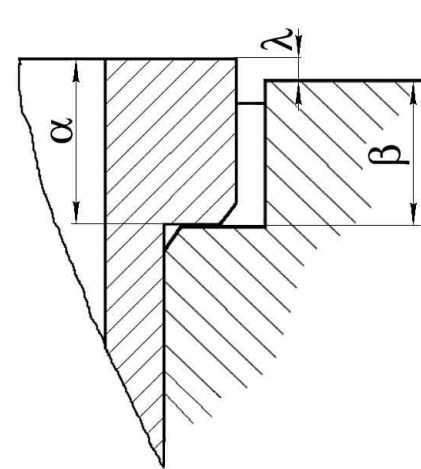


Рисунок 2. Теоретическая величина выступания гильзы над плоскостью блока (λ) определяется как разность высоты бурта (α) и глубины выточки (β).





Изготовленные гильзы маркируются в соответствии с номерами цилиндров и тщательно обмеряются с занесением результатов в технологическую карту. Наружный диаметр упорного бурта должен быть таким, чтобы радиальный зазор (δ) был не менее 0,2 мм.

Из сказанного следует, что первое ограничение на применение метода ремонта растачиванием под увеличенный размер поршня накладывалось конструкцией блока. Возможности ремонта блока методом растачивания также ограничиваются величиной и характером повреждений. Степень износа стенок или глубина рисок и задиrow могут достигать таких значений, что удалить эти дефекты нельзя даже при расточке цилиндра в максимально возможный ремонтный размер. Указанный способ ремонта тем более неприменим в случаях, когда в стенке образовалась трещина или обширная пробоина, или в месте заливки «сухой» гильзы появилась течь, в результате которой в цилиндр и картер поступает антифриз. Бывает, что ремонт, предусматривающий последующую установку комплекта ремонтных поршней, может оказаться просто нецелесообразным ввиду их высокой стоимости или дефицита.

Практически во всех случаях, когда растачивать цилиндры бесполезно или неэффективно, спасти ситуацию можно установкой в блок ремонтных гильз. Технология гильзования универсальна, ее можно применять для блоков любой конструкции.

Универсальная технология

Для ряда конструкций блоков заводы-изготовители допускают ремонт методом гильзования. В таком случае предусматривается поставка в запасные части к двигателю ремонтных гильз. Например, они поставляются для некоторых цельноалюминиевых блоков, изготовленных с применением технологии Silumal. Гильзы для таких блоков изготавливаются из алюминиевого сплава, структура их материала соответствует материалу блока. Безусловно, применение «фирменных» гильз дает наилучшие результаты с точки зрения восстановления работоспособно-

сти двигателя, но в наших условиях ограничивается их высокой стоимостью (более 100–120 евро за гильзу), а потому экономически оправдано лишь тогда, когда гильзуется один или несколько цилиндров.

Напротив, на некоторые типы блоков ремонтные гильзы не выпускаются. Такая ситуация характерна для алюминиевых моноблоков с покрытием Nicasil, а также и для многих моделей чугунных блоков. Означает ли это, что поврежденный блок ремонту не подлежит и его остается лишь выбросить? Отнюдь, отечественная практика показывает, что даже в

быть достаточной для сохранения механической прочности блока. Во-вторых, материал, из которого изготавливается гильза, должен быть работоспособным в паре с материалом (или покрытием) поршней и поршневых колец. Работоспособность материала гильз можно считать достаточной, если ресурс отремонтированного блока достигает, как минимум, 150 000 км пробега автомобиля.

Проверено, что, используя гильзы, изготовленные из серого чугуна, обеспечить такой ресурс более чем реально. Их можно применять не только для ремонта чугунных моноблоков или алюминиевых блоков с «сухими» гильзами, но и для восстановления всех типов цельноалюминиевых блоков. В последнем случае установка чугунных гильз означает серьезное изменение конструкции, которое нельзя не принимать во внимание. Прежде всего учитывается разное тепловое расширение алюминиевого блока и ремонтной гильзы.

После растачивания цилиндра глубина выточки измеряется с точностью до 0,01 мм. Для этого удобно использовать глубиномер с индикаторной головкой.



С такой же точностью необходимо измерить высоту упорного буртика.



тех случаях, когда ремонт гильзованием официально не одобрен заводом-изготовителем двигателя, его можно успешно применять. Правда, непременным условием является точный расчет и полное владение технологией установки гильз.

Опыт использования технологии ремонта отечественных моторов установкой ремонтных гильз, изготовленных из чугуна, насчитывает не один десяток лет. Ее особенности хорошо известны, и на них нет смысла останавливаться. В то же время, ввиду большого конструктивного разнообразия двигателей зарубежного производства, единых рекомендаций, касающихся процедуры их гильзования, не существует. Для успешного выполнения работы в каждом конкретном случае нужно учитывать два основных момента.

Во-первых, для правильного определения геометрических параметров ремонтной гильзы необходимо тщательно изучить конструкцию блока. После растачивания цилиндров под установку ремонтных гильз толщина их стенок должна



Необходимый перепад температур между блоком и гильзой можно создать, охладив гильзы в жидком азоте. Такой способ требует минимальных затрат времени и не снижает работоспособности деталей.



Для надежности на верхнюю область стенки цилиндра наносится специальный герметик. Если выявлена негерметичность стенки, делать это нужно обязательно, причем нужно также покрыть герметиком и нижнюю часть цилиндра.

Чтобы в процессе работы не нарушался тепловой контакт между гильзой и блоком, гильза должна устанавливаться с натягом не менее 0,05–0,07 мм. В противном случае возможна потеря натяга гильзы при работе двигателя, перегрев и разрушение поршня, тепло от которого в основном отводится в стенки цилиндра через кольца. Помимо этого, необходимо внести изменения в тепловой зазор между поршнем и гильзой. В алюминиевом моноблоке он обычно составляет 0,01–0,02 мм. При использовании чугунной гильзы его следует увеличить в 2, а то и в 3 раза. Установлено, что долговечность вновь образующихся пар трения «чугун-сталь» и «чугун-хром» в местах контакта гильзы с поршнем и кольцами не намного ниже в сравнении с вариантом, когда цилиндры обработаны по заводским технологиям.

Однако не все так безоблачно. При выборочном гильзовании отдельных цилиндров алюминии-

блоков предпочтительнее. Они устанавливаются с меньшим натягом (около 0,02 мм) и потому не вызывают деформацию соседних цилиндров.

Эффект искажения формы соседних с ремонтируемыми цилиндрами характерен и для чугунных блоков. В зависимости от жесткости стенок он может проявляться в большей или меньшей степени. Поэтому, установив ремонтную гильзу, обязательно нужно проверить, как это отразилось на геометрии расположенных рядом цилиндров и после этого принять оптимальное решение.

евых блоков чугунными гильзами часто наблюдается деформация цилиндров, соседствующих с ремонтируемыми. Искажения формы цилиндров в виде эллипсности возникают из-за двух факторов: вынужденно большой величины натяга ремонтной гильзы и недостаточно большой прочности алюминиевого сплава. Если эллипсность не превышает величины в 0,02–0,03 мм, это не так страшно. Такие отклонения могут быть компенсированы податливостью тонких поршневых колец, которые применяются в моторах зарубежного производства. И все же более правильным в этой ситуации будет либо гильзовать весь блок (одну сторону в случае V-образного двигателя), либо провести последующую обработку всех цилиндров под установку поршней ремонтного размера, если таковые предусмотрены. Именно по этой причине использование упоминавшихся «фирменных» алюминиевых гильз при ремонте отдельных цилиндров цельноалюминиевых

Все будет «О'кей»

Несмотря на то, что основные этапы гильзования неплохо отработаны, проблемы все же возникают. Одна из самых распространенных заключается в том, что после непродолжительной эксплуатации в гильзованном блоке может нарушиться герметичность прокладки головки блока. Такой серьезный дефект, перечеркивающий результаты многодневной работы, случается в основном при восстановлении блоков из алюминиевых сплавов и вызывается просадкой гильз. Вскрытие двигателя в таких случаях показывает, что гильзы опускаются от первоначального положения на величину 0,05–0,1 мм. Давление на прокладку ослабевает, что провоцирует появление течи.

Не понаслышке зная о существовании такой проблемы, специалисты моторного центра фирмы «АБ-Инжиниринг» провели специальное исследование. Оно показало, что причина просадки гильз кроется в самом процессе установки гильзы в блок. В настоящее время редко кто устанавливает гильзы, задавливая их прессом. Такой метод применим только для чугунных блоков, да и то чреват деформацией тонкостенных гильз. Запрессовывать гильзы в алюминиевые блоки и вообще не рекомендуется. При этом существует большая вероятность «подхвата» мягкого алюминиевого материала и образования обширных задиров. В таких местах нарушается тепловой контакт между гильзой и блоком. К тому же в месте неплотного прилегания к блоку гильза «дышит», что не позволяет выполнить ее качественную механическую обработку.

Разумная альтернатива запрессовке, одинаково пригодная для ремонта как чугунных, так и легкосплавных блоков, — установка гильз «от руки» после создания большой разницы температур между гильзой и блоком. Для этого предварительно нагревают блок или глубоко охлаждают гильзу, либо воздействуют на обе детали одно-

Установленные гильзы обязательно нагружаются. Для этого лучше применять резьбовые шпильки с подходящими по размерам шайбами.





После выравнивания температуры деталей блока измеряется выступание гильзы и сравнивается с расчетной величиной, отмеченной в технологической карте. Если значения совпадают, можно двигаться дальше.



На обработанной привалочной плоскости использованного блока по периметру гильзы хорошо заметна кольцевая щель. На работоспособность двигателя она никакого влияния не оказывает.

временно. Один из наиболее удобных способов — охлаждение гильз в жидком азоте. При соблюдении несложных мер безопасности можно быстро довести температуру гильз до такого уровня, когда останется лишь аккуратно опустить их в предварительно расточенные цилиндры.

Для фиксации положения гильзы в цилиндре чаще используется хорошо себя зарекомендовавшая схема с упорным «буртиком» в верхней ее части (см. рис. 1). Гильза опускается в крайнее нижнее положение до касания буртом поверхности ответной выточки, выполненной при растачивании цилиндра. Обычно касание хорошо ощущается рукой по возникающему легкому стуку. Кажется бы, все очень просто, ничто не предвещает неприятностей, но исследования убедительно показали, что именно на этом этапе допускаются ошибки.

При изготовлении гильзы у большинства специалистов инстинктивно возникает желание минимизировать зазор между наружной поверхностью бурта и выточкой (δ). В этом случае после финишной обработки привалочная плоскость блока выглядит абсолютно монолитной. Стремление сделать «как лучше», в соответствии с известной житейской практикой, приводит к обратным последствиям. Дело в том, что на заключительном этапе установки гильзы в полости (А), образующейся между буртом и выточкой, скапливается воздух. Если зазор недостаточен, воздух не успевает полностью покинуть полость. Сжимаясь, он работает аналогично пневмоподвеске — после легкого касания бурта упорной поверхности происходит «отбой». Гильза незаметно для глаза приподнимается и, нагреваясь, в этом положении «схватывается». Нагрев при работе двигателя ослабляет натяг и гильза проваливается.

Аналогичная картина наблюдается в случае попадания в ту же полость герметика. Герметик применяется при установке гильзы в цилиндр. Он наносится в верхней (всегда) и нижней (если стенки цилиндра имеют трещины или пробоины) зонах расточенного цилиндра для исключения просачивания антифриза в цилиндр и картер. Выполнять эту операцию нужно очень аккуратно, чтобы исключить попадание герметика в выточку.

Если гильзуется чугунный блок, после установки допускается «додавить» гильзы до упора. Вероятность их проседания при этом будет исключена. Другое дело, если блок — алюминиевый и особенно V-образный. В этом случае прилагать большие усилия не рекомендуется, так как его можно легко деформировать. Единственное, что можно и даже нужно сделать после установки гильз, — нагрузить («заневольтить») их тем или иным способом. Эта мера предотвратит их подъем на этапе выравнивания температур из-за разницы коэффициентов теплового расширения материалов блока и гильз.

Один из способов избежать просадки гильз, установленных в легкосплавный блок, — перейти на другую схему фиксации гильзы. В ней гильза изготавливается без упорного буртика. Упорная поверхность, до которой она досылается, образуется растачиванием цилиндра не «на проход», а на рассчитанную глубину. К сожалению, рекомендовать этот способ к широкому применению нельзя. В такой конструкции, как и в блоках с «мокрыми» чугунными гильзами, последние, установленные «в распор» между прокладкой и выступом блока, постоянно испытывают продольные нагрузки и могут непредсказуемо деформироваться при работе.

В то же время проведенные эксперименты показали, что существует очень простой выход из

создавшегося положения. При установке гильзы с верхним упорным буртом достаточно обеспечить радиальный зазор (δ) не менее 0,2 мм. При этом условии подъем гильзы в момент установки практически исключается. То, что на привалочной поверхности блока появляются кольцевые щели, никак не отражается на работоспособности блока.

Чтобы полностью исключить возможность ошибки, все этапы процесса установки гильз рекомендуется отражать в технологической карте. На ней можно поместить чертеж зоны посадки. Перед сборкой гильзы и соответствующие им цилиндры маркируются. Затем с точностью до 0,01 мм измеряются высота буртиков и глубина выточек. Для каждой пары деталей рассчитывается теоретическая величина выступания гильзы над плоскостью блока (λ), равная разности измеренных величин (см. рис. 2). Все данные заносятся в карту. После гильзования величина выступания каждой гильзы точно вымеряется и сравнивается с расчетной. Если обнаруживается расхождение, указывающее на неплотную посадку, гильза безжалостно вырезается, и процесс повторяется до полной «виктории».

Соблюдение такого комплекса правил гарантирует от неприятностей. По крайней мере, с прокладкой все будет «о'кей».

АЕС

Грамотно выполнить гильзовку блока цилиндров, а также ремонт коленвалов и головок блока можно в Специализированном моторном центре «АБ-Инжиниринг», тел.: (095) 158-7443, 787-3212. www.ab-engine.ru

Хонингование цилиндров: качество по разумной цене!

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

Читатели, наверняка, заметили, что к теме ремонта блока цилиндров мы обращаемся довольно часто. Что совершенно неудивительно: блок — основа двигателя, и от качества его ремонта напрямую зависит надежность и долговечность всего агрегата при последующей эксплуатации.

Наша последняя статья на эту тему (см. № 12/2001) вызвала, судя по откликам, большой интерес и полемику среди специалистов, особенно в части сравнения отечественного и импортного оборудования для хонингования. Что, естественно, побудило нас продолжить разговор.

Казалось бы, что хороший импортный хонинговальный станок — это лучшее решение для любой мастерской, занимающейся ремонтом двигателей. Мы однозначно «двумя руками» за оснащение отечественных ремонтных предприятий самым лучшим и современным оборудованием. И тем не менее, выскажем некоторые... нет, не сомнения, просто соображения. Информация к размышлению, если хотите.

Должна ли экономика быть экономной?

Ранее мы отметили, что на импортном хонинговальном оборудовании чаще всего реализуется схема «прямого» хонингования, без предварительной операции расточки цилиндра. Этот способ предполагает высокую производительность станка — блок можно «расхонинговать» в ремонтный размер 0,5 мм всего за полчаса. Если говорить о геометрии цилиндра (эллипсность, конусность и т. д.), то припуск на хонингование не имеет значения, более важны параметры инструмента — хонинговальной головки, установленной

на станке. Однако, мы это особо подчеркиваем, достичь точного взаимного расположения цилиндров и постелей коленчатого вала «прямым» хонингованием без предварительной расточки — дело бесперспективное, и такая методика, мягко говоря, не выдерживает никакой критики.

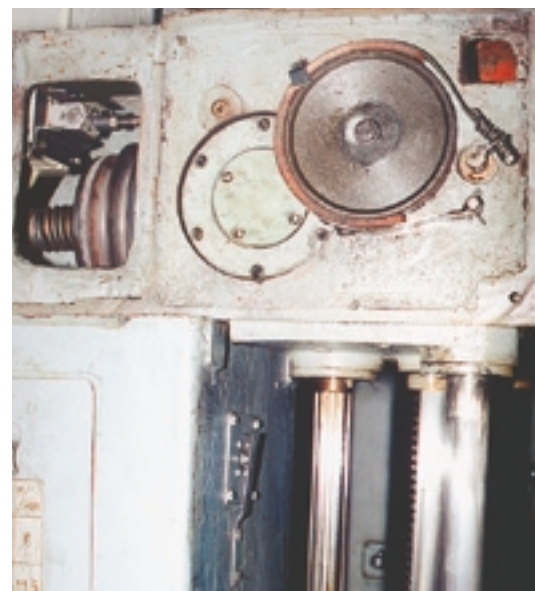


Для вертикальной подачи хонинговальной головки во многих иностранных станках используются разные «вариации на тему» кривошипно-шатунного механизма.

Тогда почему же так делают? Тоже понятно. С одной стороны, так проще и быстрее, с другой — далеко не все блоки, требующие ремонта, настолько «кривые», чтобы их деформация повлияла на результат ремонта. Но главное, на наш взгляд, дело не в технике, а в экономике. Судите сами.

Импортный станок любой фирмы — вещь дорогостоящая. Цены колеблются в зависимости от модели и фирмы-изготовителя, но думаем, что не ошибемся, назвав сумму 50000 долл. США средней ценой хорошего станка.

Теперь о ценах на ремонт блоков. Их разброс — от 400 рублей за ВАЗовский блок до 1200 рублей за четырехцилиндровый «иномарочный». Поскольку спрос на ремонт ВАЗовских блоков выше, возьмем среднюю цифру — около 20 долл. США.

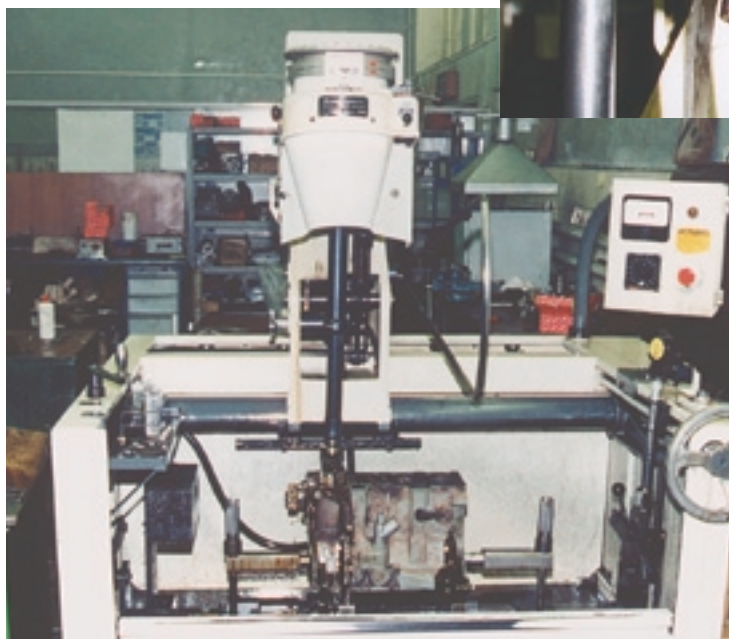


Отечественный станок ЗГ833 имеет реечный привод шпинделя и две фрикционные электромагнитные муфты изменения направления подачи.

А сколько блоков можно сделать в день? Для стабильно работающего предприятия реальна средняя цифра — 8-10 шт. в день.

Допустим, что половина дохода от ремонта блоков идет на зарплату, налоги и разные накладные расходы. Тогда, вооружившись калькулятором, легко рассчитаем приблизительный срок окупаемости станка — более 2-х лет!

Что означает полученная цифра? Все очень просто: для предприятия, купившего импортный станок, альтернативы быстрой технологии «прямого» хонингования нет, иначе вложенных денег в скором будущем не вернуть. Да и после того, как станок уже окупился, хотелось бы зарабатывать



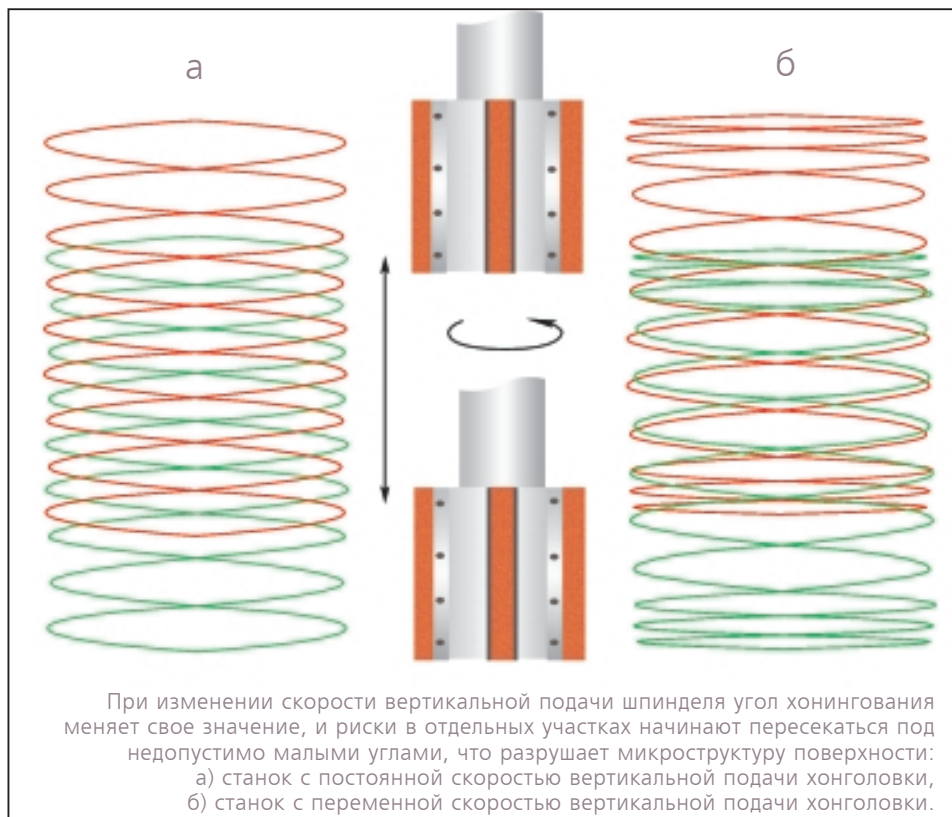
«побольше и побыстрее». Обычно так и делают, не особо вдаваясь в аспекты качества ремонта блоков.

Естественно, ремонт блоков с предварительной расточкой — процесс более долгий, его производительность ниже, по меньшей мере, процентов на 30-40. Но именно при такой, более «правильной», технологии ремонта блоков отечественные станки становятся вполне достойными конкурентами именитым «иностранцам». В первую очередь, по качеству ремонта и по окупаемости — ведь их цена раз в 5-10 ниже, чем «среднеимпортного» станка. В то же время нельзя не отметить, что импортный станок — это удобство в работе, высокая надежность и долговечность, с чем любому из «наших» трудно тягаться.

Хонингование и хонингование

Проводя сравнительный анализ достоинств и недостатков различных станков, мы нашли существенные различия там, где, казалось бы, никакой разницы не должно быть — в конечном результате, в микропрофиле поверхности после обработки. Даже учитывая то, что сам хонинговальный инструмент (хонголки и абразивные бруски) во всех случаях одинаков.

Результат очень интересный и заслуживает подробного описания. Многие из эксплуатируемых в России иностранных станков оснащены кривошипно-шатунным приводом вертикальной подачи шпинделя и хонголки. Число оборотов шпинделя — величина постоянная, запомним это.



При изменении скорости вертикальной подачи шпинделя угол хонингования меняет свое значение, и риски в отдельных участках начинают пересекаться под недопустимо малыми углами, что разрушает микроструктуру поверхности:
 а) станок с постоянной скоростью вертикальной подачи хонголки,
 б) станок с переменной скоростью вертикальной подачи хонголки.

Попробуем связать скорость подачи шпинделя и его частоту вращения с помощью математического аппарата, учитывая при этом, что вертикальное перемещение шпинделя станка (h) зависит от угла поворота кривошипа (φ). В общем виде формула, позволяющая приблизительно рассчитать вертикальное перемещение шпинделя, выглядит так:

$$h = \frac{S}{2} \cdot (1 - \cos \varphi), \quad (1)$$

где S — полный ход шпинделя.

Из нее, после дифференцирования по времени, легко найти текущую скорость перемещения шпинделя v:

$$v = \frac{dh}{dt} = \frac{\omega S}{2} \cdot \sin \varphi, \quad (2)$$

где ω — угловая скорость вращения кривошипа.

Очевидно, скорость перемещения шпинделя изменяется по синусоидальному закону и достигает своего максимума ($v_{max} = \frac{\omega S}{2}$) в середине полного хода шпинделя ($h = \frac{S}{2}$). Само же уравнение (2) приобретает следующий вид:

$$v = v_{max} \cdot \sin \varphi. \quad (3)$$

Из формулы (1) следует, что

$$\cos \varphi = 1 - 2 \frac{h}{S}. \quad (4)$$

Отсюда, вспомнив, что $\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1$, выводим значение синуса угла поворота кривошипа:

$$\sin \varphi = 2 \sqrt{\frac{h \cdot (1 - \frac{h}{S})}{S}}. \quad (5)$$

Тогда формула (3), связывающая текущую скорость перемещения шпинделя с его максимальной, приобретает вид:

$$v = 2v_{max} \sqrt{\frac{h \cdot (1 - \frac{h}{S})}{S}}. \quad (6)$$

Путем таких преобразований мы сумели «избавиться» от угла поворота кривошипа, связав текущую скорость перемещения шпинделя с величиной его вертикального перемещения.

Переведем дух и проанализируем смысл полученной формулы (6).

Очевидно, что в верхнем и нижнем положениях шпинделя скорость его перемещения v равна нулю и достигает своего максимума при $h = S/2$.

Частота вращения шпинделя ($n_{шп}$) постоянна, но линейная скорость (u) хонинговального инструмента зависит от диаметра обрабатываемого цилиндра. Эти величины связаны следующим уравнением:

$$u = \pi D n_{шп}, \quad (7)$$

где D — диаметр цилиндра.

Тогда угол хонингования (α) находится по следующей формуле:

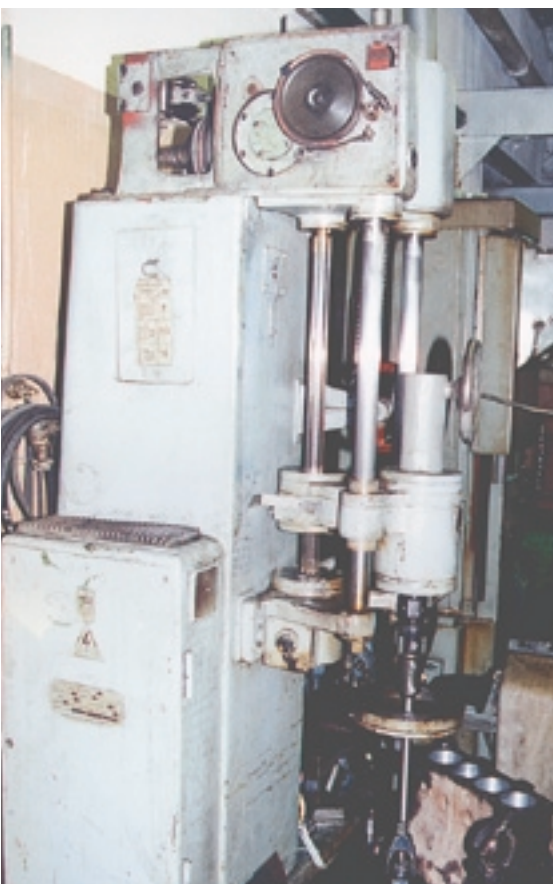
$$\alpha = \arctg \frac{v}{u},$$

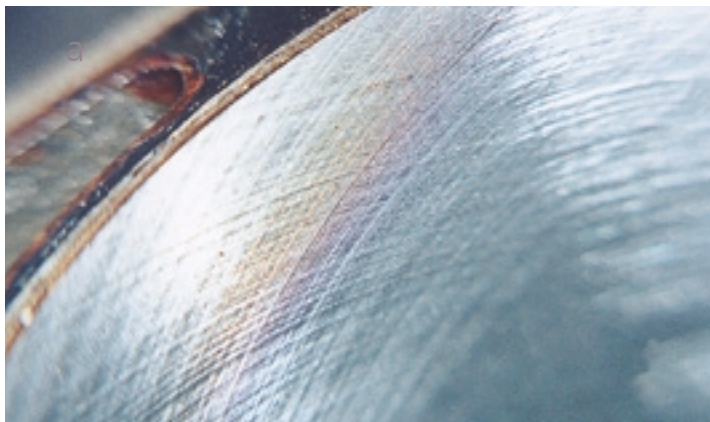
в которой значения скоростей v и u определяются формулами (6) и (7).

Подставляя их, получаем:

$$\alpha = 2 \arctg \frac{2v_{max}}{\pi D n_{шп}} \cdot \sqrt{\frac{h \cdot (1 - \frac{h}{S})}{S}}$$

Таким образом, угол хонингования (α) не остается постоянным, а при указанных режимах хонингования изменяется от значения, равного 0° в крайних положениях шпинделя, до максимального — в середине его хода, где $h = \frac{S}{2}$.





Поверхность цилиндра после хонингования на отечественном станке с постоянной скоростью подачи хонголовки (а) имеет более четкие риски, нежели после хонингования на станке иностранного производства (б). Зернистость брусков в обоих случаях одинакова и равна 100.

Что это означает на практике? На зеркало цилиндра наносят риски, расположенные не только под заданным углом хонингования: в верхней и нижней зонах цилиндра угол хонингования меньше. А это резко изменяет результат — риски, пересекающиеся под различными углами, разрушают поверхностный слой металла, а в месте их пересечения не образуется идеальный микропрофиль поверхности. Другими словами, качество поверхности, мягко говоря, не лучшее.

Идеальный микропрофиль на ... отечественном станке

Поговорим теперь о результатах хонингования с использованием отечественных станков. К примеру, довольно старый станок модели ЗГ833 оснащен иным типом привода вертикальной подачи шпинделя — это реечный механизм с двумя фрикционными электромагнитными муфтами. Такая конструкция обеспечивает постоянную вертикальную скорость перемещения шпинделя и практически мгновенное изменение направления его движения в крайних точках.

В такой конструкции линейная скорость инструмента и скорость перемещения шпинделя постоянны:

$$u = \text{const}, v = \text{const}.$$

Следовательно, и угол хонингования не меняет своего значения:

$$\alpha = 2 \arctg \frac{v}{u} = \text{const}.$$

Шутка шуткой, а этот далеко не «суперстанок» по сравнению с навороченными иностранными образцами позволяет получать почти идеальный микропрофиль поверхности — отличия видны даже невооруженным глазом.

Конечно, мы отдаем себе отчет, что конструктивное исполнение станка во многом оставляет желать лучшего: здесь специалисту средней квалификации уже не достаточно просто нажимать кнопки — необходим большой опыт и своего рода «чувство» станка и металла. Однако игра, по нашему мнению, стоит свеч — при сегодняшней остроте конкуренции в области автосервисных услуг качество работы выходит на первый план. Хотя, конечно, встает законный вопрос: дает ли разница в микропрофилях, полученных на отечественном

и иностранном оборудовании, столь же ощутимую разницу в износе деталей и их ресурсе? Ответ на него требует дополнительных исследований.





ИНЖИНИРИНГ

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ
МОТОРНЫЙ ЦЕНТР**

- РЕМОНТ двигателей любой сложности
- ДИАГНОСТИКА систем впрыска
- ФОРСИРОВАНИЕ двигателей ВАЗ, VW
- ЗАПЧАСТИ для любых двигателей
- ПРОИЗВОДСТВО поршней, шатунов и т.д.
- РАСТОЧКА блоков цилиндров
- ШЛИФОВКА коленчатых валов
- СТАНОЧНЫЕ РАБОТЫ:
токарные, фрезерные

Москва, Балтийская ул., д.13
Тел.: (095) 158-8153, 158-7443
www.ab-engine.ru
e-mail: ab@ab-engine.ru



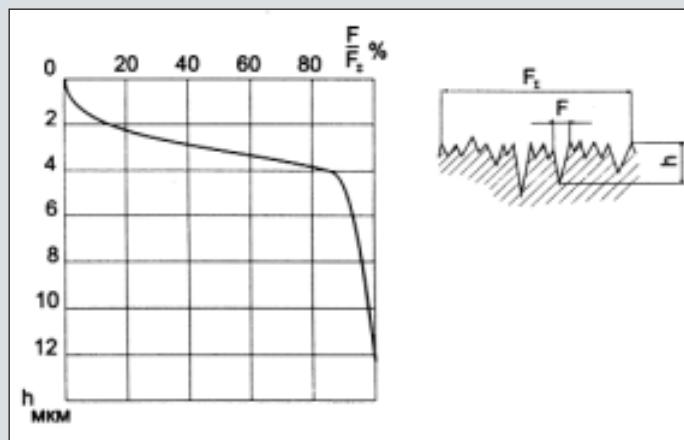
ВОССТАНАВЛИВАЕМ ТО,
ЧТО ДРУГИЕ МЕНЯЮТ!

Качество поверхности цилиндра принято оценивать с помощью кривой Аббота (Abbot). Эта кривая показывает зависимость относительной площади микровпадин от их глубины. При плосковершинном хонинговании поверхности выступов сглаживаются и на микропрофиле зеркала цилиндра имеются два вида шероховатостей: основная по впадинам и опорная по сглаженным выступам. Поэтому на кривой Аббота имеется перегиб. В этой точке впадины основной шероховатости переходят в опорную поверхность.

Экспериментально установлено, что площадь опорной поверхности должна составлять 50-80% всей площади цилиндра, а во впадинах должно удерживаться не менее 0,02 мм³ масла на 1 см² поверхности. Для лучшего удержания масла впадины основной шероховатости должны иметь не только необходимую глубину (около 10 мкм), но и определенный угол раскрытия.

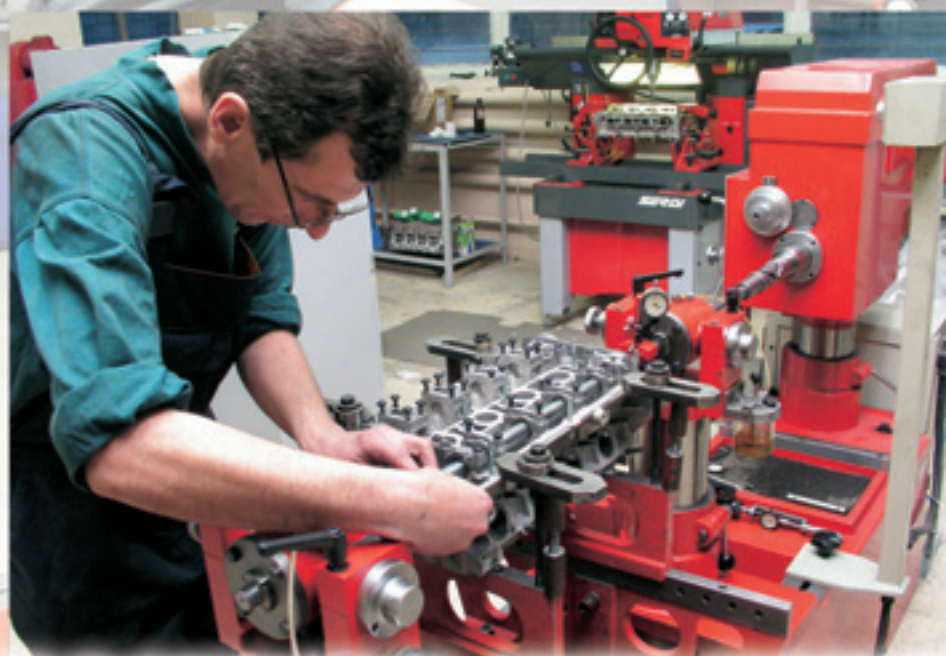
Все эти параметры рассчитываются по кривой Аббота, которая, в свою очередь, строится по профилограммам поверхности. При этом микропрофиль поверхности цилиндра, описываемый кривой Аббота, зависит от характеристик применяемых абразивных брусков и режимов хонингования, в том числе от частоты вращения хонголовки, скорости ее вертикальной

подачи, давления брусков на стенки, а также свойств и количества смазки, подаваемой в зону хонингования.



Кривая Аббота описывает зависимость относительной площади микровпадин F/F_z от их глубины h .

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 обеспечить

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-

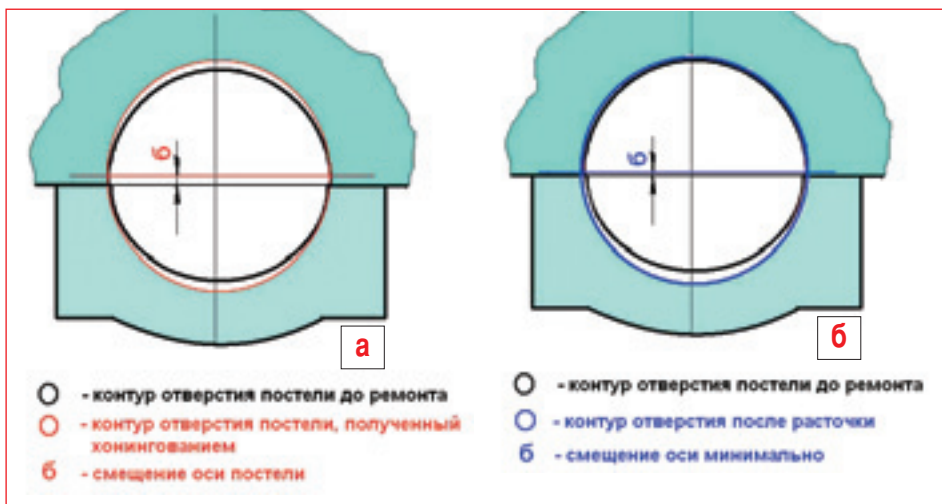


Схема обработки постели с «заниженной» крышкой — при хонинговании (а) ось постели сама займет некое среднее положения, а при расточке (в) положение оси может быть задано с учетом минимального припуска на блоке. В последнем случае смещение оси коленвала вверх будет контролируемым и минимальным, равным 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 разъема. Тогда при сборке на



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

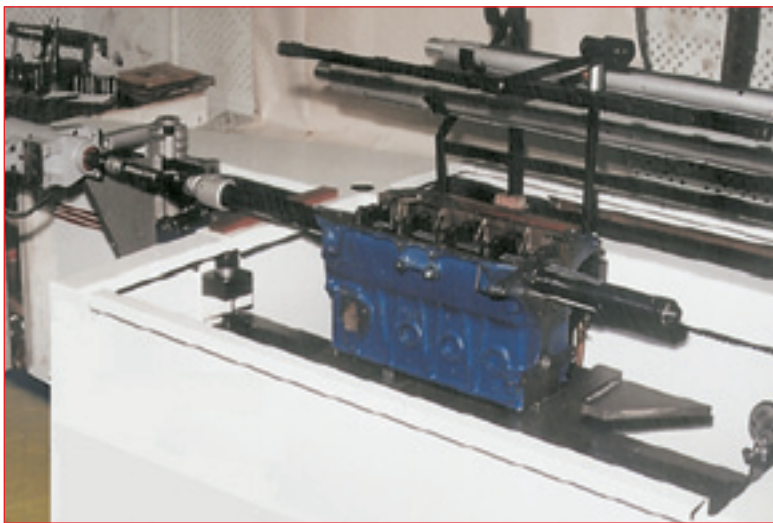
блоке они «осядут», а размер постелей уменьшится и станет меньше номинального как раз на величину припуска на обработку.

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 съем 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...

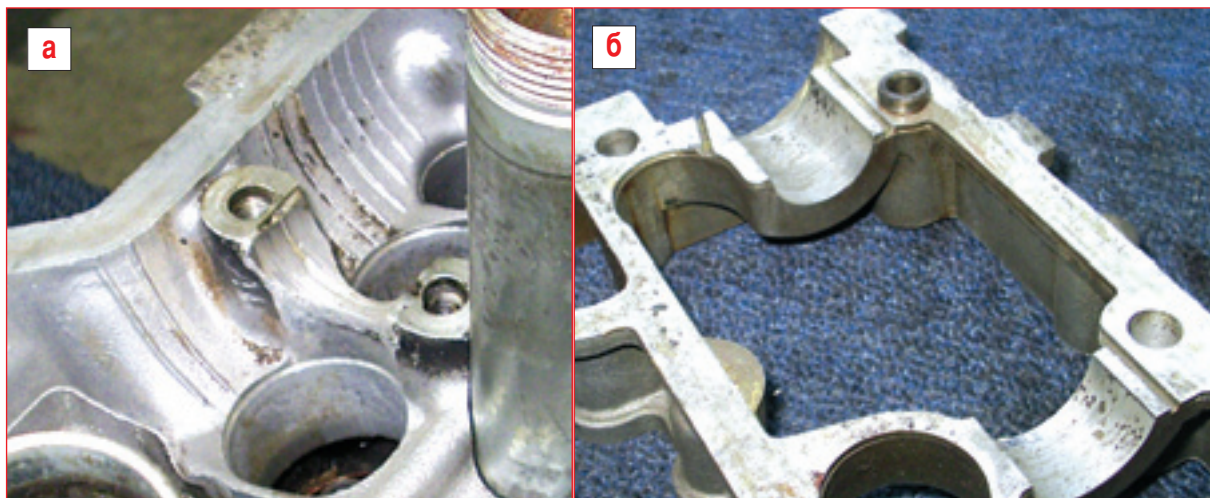
Но дело, как читатель уже догадался, не в этом. Просто ось постелей коленвала изменила свое положение. Уехала, так сказать, причем в строго определенную сторону — к верхней части блока. Что совершенно закономерно, стоит только нарисовать схему обработки на бумаге. И уехала совсем на чуть-чуть — приблизительно 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.

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-



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)

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 ПЕТРИЩЕВ, 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.

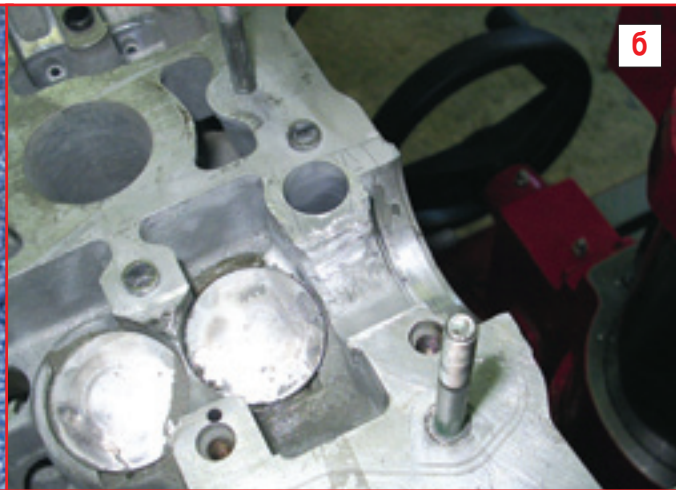
К сожалению, измерить степень перпендикулярности, параллельности и смещения осей на практике очень трудно. Даже почти невозможно. Поэтому эти параметры, как говорится, должны быть обеспечены правильной технологией. А как определить, какая технология правильная, а какая — нет? Очень просто...

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 несхожи, 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.

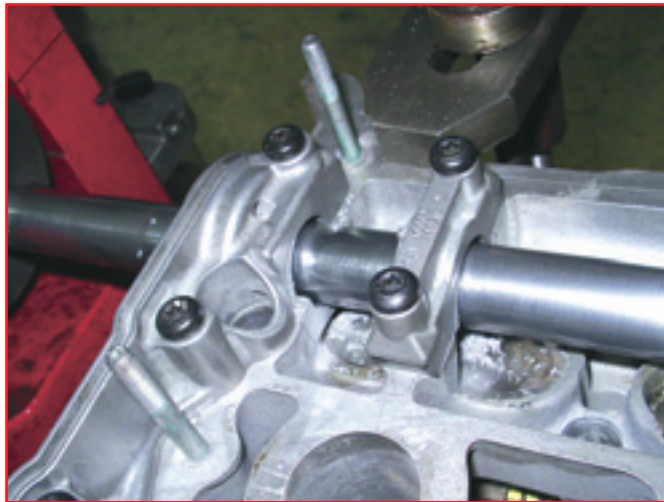
На борштангу можно поставить сразу несколько резцов, чтобы ими обрабатывать все постели даже в самых длинных блоках цилиндров (до 1,8 м) в пределах сравнительно небольшого продольного хода шпинделя — 400 мм. Но такая схема обработки требует довольно длительной настройки каждого резца на размер постели (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.

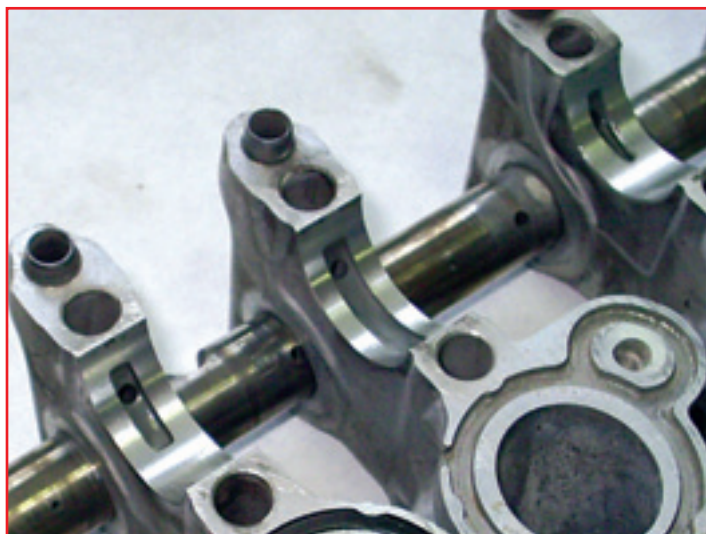
Далее следует точная выверка борштанги — на ней закрепляется специальный прибор с индикатором, ножка которого может обкатываться по крайней постели. И вот здесь начинается самое интересное...

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,

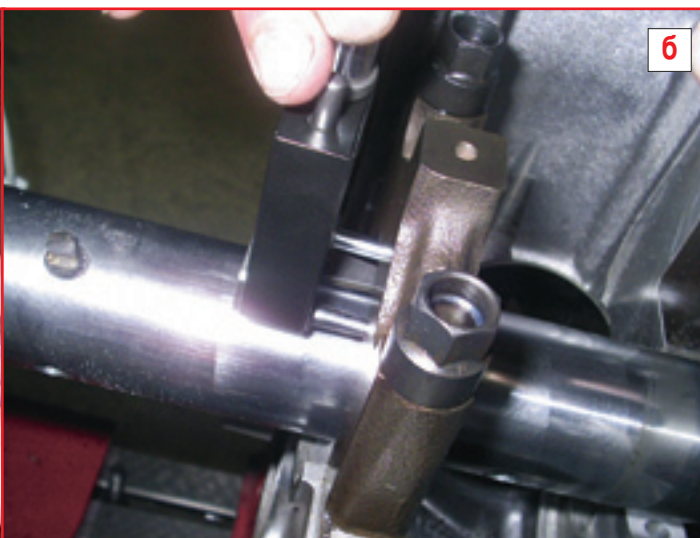


Постели коленвала в блоках цилиндров, включая V-образные, растачиваются аналогично постелям распредвалов в головках. Разница — только в размерах борштанги.

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.

Ремонтируем блок цилиндров

Александр ПОДНЕБЕСНОВ
 технический директор «МАДИ-Мотор»,
Александр ХРУЛЕВ
 обозреватель журнала «АБС-авто»

Капитальный ремонт двигателя — тема для нашего журнала традиционная. В прошлых публикациях мы уже рассказывали о ремонте головок блока цилиндров (см. «АБС-авто», №№ 4,5,7 за 1998 г., № 5 за 1999 г.) и коленчатых валов (№ 6, 1999 г.). Сегодня речь пойдет о блоке цилиндров и тех его основных дефектах, о которых нужно знать, прежде чем начинать ремонт.

Блок цилиндров, без сомнения, можно назвать основой любого двигателя. К нему крепятся головка блока, агрегаты, коробка передач, а внутри расположены поршневая группа и кривошипно-шатунный механизм. Очевидно, каждый из этих узлов испытывает нагрузки, а, значит, на блок действуют большие силы, переменные по величине и направлению.



И, чтобы противостоять им, блок должен быть достаточно жестким, т.е. не деформироваться под действием этих сил.

Однако требование высокой жесткости вступает в противоречие с необходимостью снизить до минимума массу. Это вполне понятно — чем толще стенки блока, тем он жестче, но и тяжелее. А тяжелый блок — это не только тяжелый автомобиль: материалы, из которых изготавливается блок цилиндров, будь то специальный чугун или алюминиевый сплав, нельзя назвать дешевыми. И даже небольшой выигрыш по весу, к примеру, 100 г, в массовом производстве с его миллионными «тиражами» может дать экономию в сотни и тысячи тонн металла.

С другой стороны, работающий двигатель — основной источник шума в автомобиле. Так вот, еще одна задача блока цилиндров — не только не усилить, а, наоборот, поглотить, свести до минимума все моторные шумы. Эта задача — то-

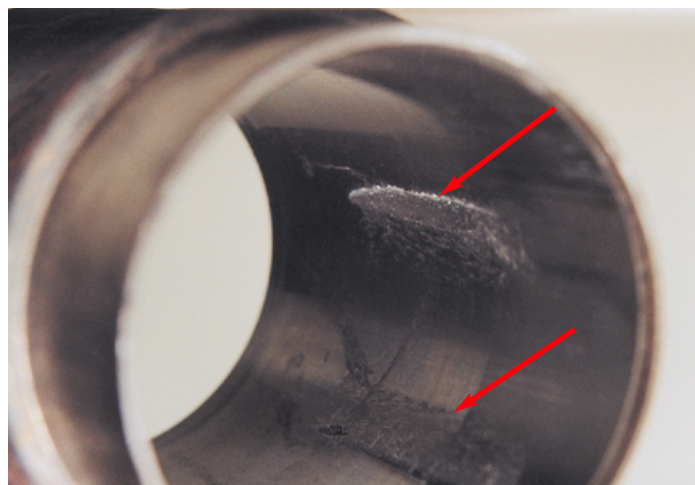
же не из простых: ведь тонкие стенки блока сами могут вибрировать, становясь при этом источником шума.

Естественно, выполнить все перечисленные требования одновременно очень непросто, но для современного автомобиля это необходимо. А потому блок цилиндров — это не кусок чугуна, как ошибочно полагают некоторые, а сложная и дорогостоящая деталь, при проектировании которой используются компьютеры и точные математические методы расчетов.

Какие бывают блоки

Традиционным материалом для блоков цилиндров издавна считается специальный чугун, содержащий так называемый пластинчатый графит. Именно такая структура обеспечивает высокую износостойкость поверхности цилиндров, выполненных как одно целое внутри блока (моноблок).

Такая конструкция применяется на легковых автомобилях уже более полувека и продолжает оставаться наиболее распространенной и в наши дни, несмотря на существенный недостаток моноблока — большую массу. Дело в том, что если попытаться увеличить долговечность цилиндров, используя более износостойкий материал, то стоимость блока сразу заметно возрастет (не будем забывать, что любое удорожание единицы продукции в массовом производстве надо сразу умножить на программу ее выпуска — тогда, к примеру, один лишний



Задирсы на поверхности цилиндра — обычный результат разрушения шатуна и поршня.



Из-за удара шатуна на гильзе образовалась трещина.

доллар обернется миллионами дополнительных затрат).

Но износостойкость для блока важна не в каждой точке, а только в узком поясе вокруг каждого цилиндра. Вот почему в разные годы конструкторы пытались улучшить указанные свойства блоков цилиндров. Так, в 50-60-х годах появились алюминиевые блоки цилиндров со вставными («мокрыми», т.е. омываемыми снаружи охлаждающей жидкостью) гильзами из чугуна. Эта конструкция была заимствована из авиации, где требования к снижению массы моторов, пожалуй, самые жесткие. Так, кстати, были сконструированы блоки у наших «москвичей» и «волг».

В 70-х годах эта конструкция получила дальнейшее развитие: вместо «мокрых» гильз стали применять заливку их в алюминиевый блок на стадии его изготовления. Такие гильзы получили название «сухих» (одной из первых конструкций с «сухими» гильзами применила фирма *Honda*). Тем самым удалось совместить преимущество моноблока (высокая жесткость) с низкой массой конструкции и высокой износостойкостью цилиндров.

Не остались без изменения и традиционные чугунные блоки у некоторых моторов. Так, на дизельных двигателях, где при высоких нагрузках износостойкость цилиндров особенно важна, в чугунные блоки стали устанавливать «сухие» гильзы из специальных дорогостоящих чугунов.

Дальнейшее совершенствование конструкции и технологии привело к появлению цельноалюминиевых блоков цилиндров. Содержание кремния в алюминиевом сплаве пришлось резко увеличить — до 18-20%. Мера, надо сказать, не случайная. После химического травления рабочих поверхностей таких цилиндров на них остается тончайший слой кремния. На поршни, работающие с такими цилиндрами, при этом наносят специальное железное покрытие — иначе работоспособность трущейся пары «поршень-цилиндр» не обеспечить (см. «АБС-авто» № 6 за 1999 г.).

В результате вся конструкция оказывается довольно дорогой и применяется, как правило, на автомобилях представительского класса (двигатели *Mercedes V8* и *V12*, *Audi V8*, *BMW V12*, *Porsche L4*, *V8*).

Дальнейшим развитием цельноалюминиевой схемы стали блоки цилиндров с твердыми покрытиями типа «Никасил» (никель с частицами карбида кремния). Это покрытие пришло в массовое автомобилестроение из гонок «Формулы-1» и обладает, пожалуй, наивысшей износостойкостью. Однако пока эта технология остается дорогой и еще не получила широкого распространения, хотя примеры ее использования на автомобилях среднего класса (*Nissan*) уже известны.

Любая конструкция блока цилиндров нас интересует с точки зрения ее ремонта. А здесь, как говорят, двух мнений быть не может: с развитием двигателестроения и внедрением новых технологий ужесточаются требования к способам ремонта. Из-за чего, к примеру, для некоторых цельноалюминиевых блоков обычные расточка и хонингование могут оказаться неприемлемы. Но, прежде чем рассматривать технологии, желательно выяснить, что конкретно нужно ремонтировать в блоках цилиндров.

Что произошло с блоком?

Список возможных дефектов блоков весьма велик и вовсе не ограничивается износом поверхностей цилиндров, как ошибочно полагают некоторые механики. Тем не менее, износ цилиндров действительно есть главный дефект блока, и на нем мы остановимся в первую очередь.

Чаще всего встречается так называемый «естественный» износ поверхности цилиндра в результате длительной нормальной эксплуатации автомобиля. Такой износ проявляется обычно в верхней части цилиндра в зоне остановки верхнего поршневого кольца в момент прихода поршня в верхнюю мертвую точку (ВМТ). Вблизи этого положения на кольцо действуют большие силы давления газов, распирающие его изнутри и прижимающие кольцо к стенке цилиндра. В то же время масляная пленка, расположенная между кольцом и поверхностью цилиндра, при остановке кольца легко продавливается и разрывается. Возникают режим полусухого трения деталей и, как следствие, их повышенный износ. Причем обычно цилиндр максимально изнашивается в плоскости, перпендикулярной оси пальца. Это не случайно — в ВМТ происходит «перекладка» поршня, из-за чего он, не доходя до ВМТ, юбкой прижимается к одной стороне цилиндра, а после прохождения ВМТ — к другой. В момент перекладки появляются дополнительные силы, прижимающие кольца к цилиндру, и, следовательно, увеличивается износ цилиндра в плоскости перекладки (перпендикулярно оси поршневого пальца).

Этот износ весьма велик, и у старых, изрядно похоронивших моторов достигает 0,1-0,2 мм (встречается даже до 0,4-0,5 мм), хотя

нормой с точки зрения надежной работы поршневых колец у практиков считается износ не более 0,05 мм.

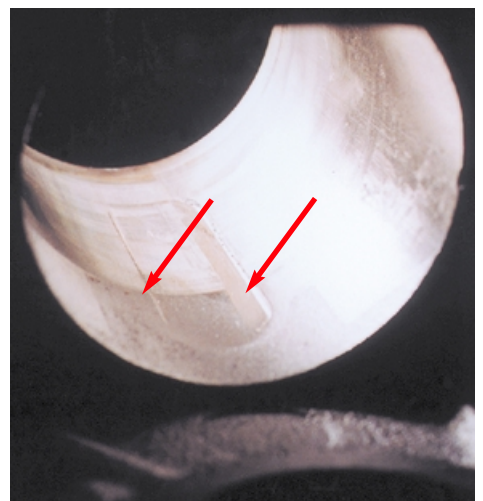
Но перекладка поршня неприятна не только этим. Юбка давит на цилиндр в разных местах по-разному, и там, где это давление больше, износ цилиндра тоже будет заметным. Такие зоны образуются на цилиндре ближе к верхней его части справа, если смотреть на мотор спереди, и снизу слева, что связано с перекладкой поршня в ВМТ и НМТ.

В результате цилиндр становится со временем некруглым: в некоторых сечениях он может иметь эллипсность, нередко достигающую до 0,04-0,05 мм (норма — не более 0,02 мм). В таком кривом цилиндре даже новые поршневые кольца не обеспечат хорошего уплотнения, и двигатель будет чрезмерно расходовать масло.

Встречаются блоки с сильным износом цилиндров по направлению оси коленчатого вала. Причина такого износа — большой осевой зазор в упорном подшипнике коленчатого вала. Например, в момент выключения сцепления коленвал смещается вперед, и, если зазор в изношенном подшипнике больше 0,5-1,0 мм, нагрузка передается через сопряжение вала с шатуном и шатуна с поршнем на поверхность цилиндра.

В целом ряде случаев в блоке цилиндров возникает катастрофический износ — задир, трещины и пробоины. Весьма распространен обрыв шатуна из-за недостаточной смазки и перегрева шатунного подшипника. Обычно это приводит к сколам и пробоинам в нижней части цилиндра. Разрушение седла или обрыв клапана вызывают, напротив, повреждение верхней части цилиндра в виде забоин и задигов. Возможен задир и в средней части цилиндра: после некачественного ремонта нередко нарушается посадка поршневого пальца в шатуне, и тогда палец легко

Когда посадка поршневого пальца в шатуне ослабла, палец сместился в сторону и «прогрыз» на цилиндре две глубоких борозды.





Разрушившийся шатун легко пробивает стенку любого блока цилиндров.

сдвигается до упора в стенку цилиндра. Кстати, задиры на поверхности цилиндра — прямое следствие перегрева двигателя, о чем журнал уже рассказывал в прошлых публикациях (см. «АБС-авто», 1999, № 4).

Из более редких дефектов отметим трещины в гильзе цилиндра. Иногда они появляются из-за перегрева, но причиной может стать и чрезмерная затяжка болтов головки блока. Гидроудар в цилиндре вследствие попадания охлаждающей жидкости или воды вызывает значительное повышение давления, и если гильза тонкая, то она тоже может треснуть.

Чего не заметил механик

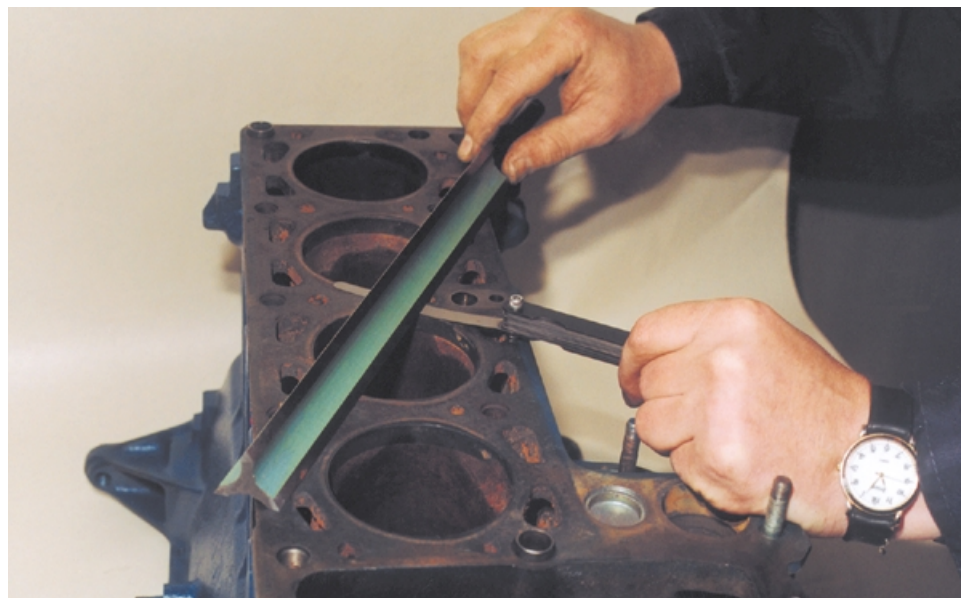
Перечисленные выше дефекты можно назвать явными — подавляющее большинство их можно измерить с помощью приборов, увидеть невооруженным глазом или даже просто пощупать рукой. Однако бывает так: дефекты вроде бы устранены, а двигатель после ремонта через несколько десятков тысяч километров вышел из строя. И явная причина не обнаружена. В чем же дело?

Очень часто — в деформации самого блока, при которой искривляются не только цилиндры, но и другие рабочие поверхности блока. Например, после литья на стадии изготовления блока в нем всегда остаются внутренние напряжения (что особенно характерно для чугунных блоков). Со временем это приводит к деформациям, избежать которых помогает искусственное старение — нагрев и выдержка блока в печи при определенной температуре. Только после этого блок можно механически обрабатывать — фрезеровать плоскости, растачивать цилиндры, постели коленчатого вала. Но полностью деформацию искусственным старением не устранить: при работе двигателя блок нагревается неравномерно, да еще и нагружается переменными силами (совсем не те условия, что были в печи). И, как следствие, блок цилиндров постепенно коробится уже на автомобиле, т.е. происходит так называемое естественное старение.

В итоге картина безрадостная — деформируются не только плоскости, включая привалочную плоскость под головку. Нарушается соосность коренных опор коленчатого вала. С некоторой деформацией плоскости (в пределах 0,05-0,07 мм) еще можно смириться (в конце концов, прокладка головки обладает некоторой пластичностью). Но вот несоосность опор может привести к заметному снижению ресурса и даже к новому капитальному ремонту уже через несколько десятков тысяч километров.

Искривлением опор больше страдают рядные многоцилиндровые моторы с числом цилиндров 5-6. Но и обычные четырехцилиндровые от беды не застрахованы. Особенно это касается отечественных моторов, потому что на некоторых заводах операция искусственного старения блока отсутствует — со всеми вытекающими для механиков последствиями.

На старом блоке почти всегда обнаруживается деформация плоскости.



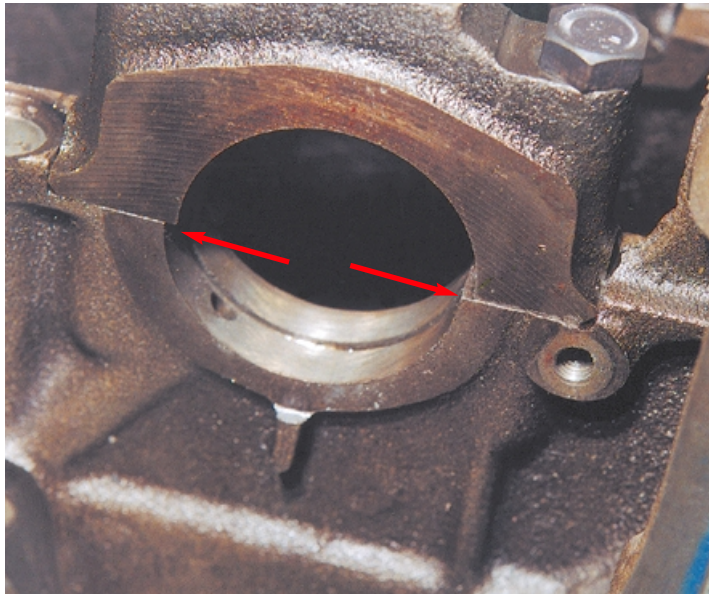
А тогда традиционными операциями — расточкой и хонингованием — блок цилиндров, да и весь мотор в целом, качественно не отремонтировать. Нужно дополнительно обработать плоскости блока и постели подшипников коленчатого вала, иначе отремонтированный мотор долго не проходит. Кстати, естественное старение блока — одна из причин того, почему старый блок лучше нового. Ведь старый уже состарен, нужно только грамотно его отремонтировать, — и тогда ресурс мотора может быть заметно увеличен даже по сравнению с аналогичным новым двигателем.

Какие еще бывают дефекты

Постели подшипников коленчатого вала в блоке часто требуют ремонта не только по причине естественной деформации. Встречаются повреждения опор из-за недостатка смазки и перегрева коренных подшипников. В подобных случаях нередко вкладыши проворачиваются в постели и задирают ее поверхность. Но, даже если проворота не случилось, без ремонта постелей уже не обойтись — перегретые коренные крышки блока, как правило, сжимаются по плоскости разъема с блоком так, что отверстие постели становится эллипсным, причем эта эллипсность достигает 0,1 мм и более при норме не выше 0,02 мм.

Иногда нерадивые мастера крышки теряют. Даже если постараться их подобрать от аналогичного блока, они не подойдут, поскольку обрабатываются за одно целое со «своим» блоком и невзаимозаменяемы. Тогда без ремонта постелей опять ничего не поправить.

У двигателей с нижним расположением распределительного вала (ОНВ) в блоке цилиндров установлены подшипники, которые тоже изнашиваются, причем весьма существенно. Обычно втулки подшипников распредвала можно менять на новые — у большинства моторов это не бог весть какая сложная операция. И тут опять отличились наши моторостроители — в свое время из «волговских» мото-



Крышка коренного подшипника, взятая от другого аналогичного двигателя, без ремонта к блоку не подойдет.

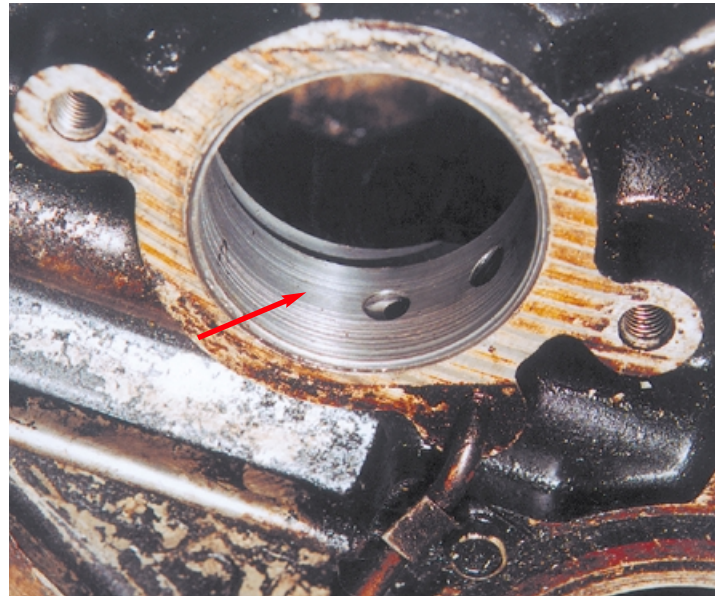
ров втулки убрали, и теперь распредвал вращается непосредственно в блоке. А блок-то не жесткий, его «корежит» в процессе эксплуатации, и опорные поверхности подшипников изнашиваются стремительно. Оставить их без ремонта при этом никак нельзя — двигатель будет стучать, давление масла упадет, да и новый распредвал долго не проходит. Кстати, ремонт в такой ситуации довольно трудоемок: надо растачивать отверстия и устанавливать втулки. Короче, без специального оборудования, что называется, врукопашную, здесь не справиться.

Возможны и другие, более мелкие, дефекты блоков. Например, срыв резьбы под болт или шпильку крепления головки блока. Чаще

это случается у того же «волговского» мотора. Когда-то проектировщиками был выбран (да так и остался на десятки лет) слишком мелкий шаг резьбы. Когда резьба сорвана, приходится ремонтировать гнездо — не менять же блок из-за одной шпильки?

Иногда в блоке повреждаются поверхности упорного подшипника коленвала. Если изношенные упорные полукольца проворачиваются, а затем выпадают из блока, коленчатый вал может сильно повредить торцевые поверхности соответствующей коренной опоры. Ремонт в этом случае сложен и, скорее всего, потребует индивидуального подхода.

Как видим, судя по перечню дефектов, блок цилиндров становится деталью для



После большого пробега износ подшипников распредвала — обычное дело.

сборки ремонтируемого двигателя только в том случае, если его грамотно восстановили по всем тем рабочим поверхностям, которые в этом нуждаются. Практика показывает, что замена блока, особенно для иномарок — занятие малоперспективное в первую очередь из-за его высокой цены. Тем более, что в подавляющем большинстве случаев дефект можно исправить. Как это сделать, на каком оборудовании — читайте в наших следующих публикациях.

АБС

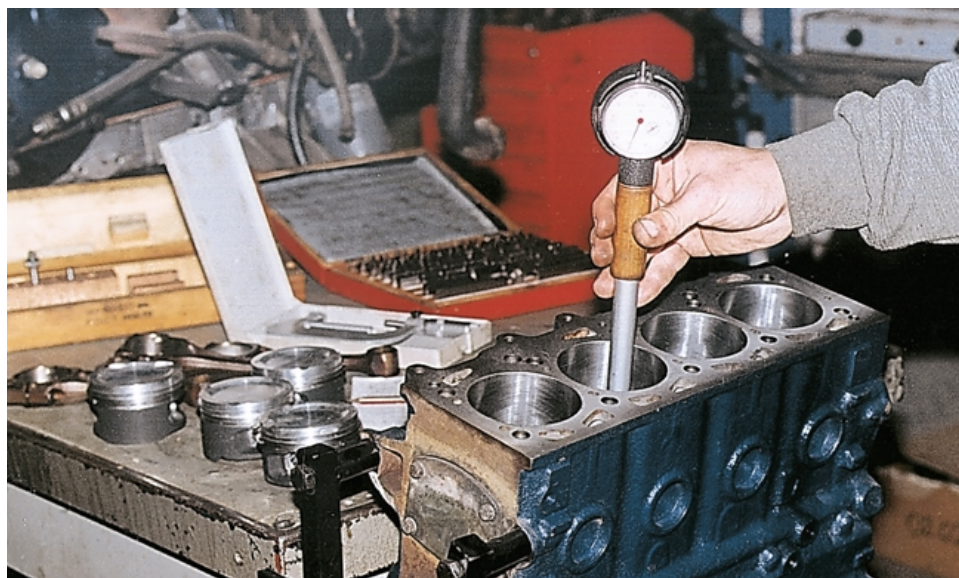
Справка «АБС-авто»: по вопросам ремонта блоков цилиндров обращайтесь на фирму «МАДИ-Мотор», тел.: 536-9150/51.

Ремонтируем блок цилиндров

(продолжение)

Александр ПОДНЕБЕСНОВ
 технический директор фирмы
 «МАДИ-Мотор»,
Александр ХРУЛЕВ
 кандидат технических наук

В прошлых публикациях («АБС-авто», 1999, №№ 8,9) мы рассказали об основных технологических операциях при ремонте блоков цилиндров, в том числе поверхностей коренных опор и самих цилиндров. Однако этим проблемы не ограничиваются: остаются некоторые «мелочи», которые способны испортить всю работу. Именно о них и пойдет речь.



Действительно, можно отремонтировать блок, обработав цилиндры и коренные опоры, выполнив все рекомендации по шероховатости, взаимному расположению (параллельности, перпендикулярности) и отклонениям формы (нецилиндричности) рабочих поверхностей. И результат можно было бы назвать идеальным, но ...

Выполнение перечисленных требований является необходимым, но недостаточным. Не менее важно обеспечить и другие условия. Среди них в первую очередь отметим зазор между поршнем и цилиндром.

Зачем нужен зазор в цилиндре?

Как показывает практика, величина зазора между поршнем и цилиндром влияет на работоспособность и ресурс двигателя никак не меньше, чем, к примеру, качество поверхности цилиндра или ее перпендикулярность оси коленчатого вала. Очевидно, этот зазор не должен быть ни чрезмерно большим, ни слишком малым. В первом случае увеличивается шум при работе двигателя, появляются значительные ударные нагрузки в местах контакта деталей. Под действием этих нагрузок смазка выжимается из мест соударения, из-за чего трение и износ возрастают.

Еще хуже, если зазор мал. Давление поршня на стенку цилиндра повышается, возрастают трение и температура деталей, а условия их смазки ухудшаются. Возможен даже разрыв масляной плен-

ки, разделяющей детали, и переход к режиму «полусухого» трения с соприкосновением поверхностей. В таких условиях трение и разогрев деталей обычно приводят к плавлению материалов, их «схватыванию» и взаимному переносу. Возникает так называемый задир, после чего речь уже будет идти даже не о снижении ресурса, а, скорее, о неработоспособности деталей и двигателя в целом.

Получается, что зазор в цилиндре — величина строго определенная, не больше и не меньше той, какую рекомендуют изготовители двигателя. А рекомендации бывают самые разные. Для одних двигателей номинальный зазор поршня в цилиндре может быть очень мал — около 0,01-0,03 мм. Для других, напротив, рекомендуется весьма значительный зазор — более 0,10 мм. И эта разница вовсе не случайна.

А где, в каком сечении поршня должен быть этот зазор? И тут, оказывается, «возможны варианты».

От чего зависит зазор?

Чтобы ответить на вопрос, надо хорошо представлять, как работает поршень. В свое время мы уже рассказывали об овально-бочкообразной форме наружной поверхности поршней современных двигателей («АБС-авто», 1997, № 11-12). Напомним, из каких соображений техническая эволюция привела именно к такой форме.

Нагрев днища поршня горячими газами и одновременное охлаждение боковой поверхности (за счет передачи тепла стенке цилиндра) в зоне поршневых колец и юбки приводят к тому, что

температура поршня по высоте и окружности изменяется. Алюминиевый сплав, из которого изготовлен поршень, имеет сравнительно большой коэффициент температурного расширения. Очевидно, там, где температура поршня больше, он сильнее расширится. Значит, чтобы в рабочем состоянии поршень не заклинил, необходимо сделать его расширяющимся книзу, т.е. коническим. При этом небольшое уширение юбки снизу (обратный конус) снижает шум при «перекладке» поршня в мертвых точках, и такой поршень становится бочкообразным.

Эллипс в поперечном сечении — тоже не прихоть конструкторов. При нагреве в процессе работы средняя и нижняя части поршня расширяются сильнее вдоль оси поршневого пальца — их тянут бобышки, раздвигающиеся вместе с днищем. При этом боковые стенки юбки, расположенные полукругом между бобышками, охлаждаются о стенку цилиндра и расширяются меньше. Учитывая это, поршень и делают эллипсным, с большей осью, перпендикулярной оси пальца.

Дополнительно уменьшить расширение юбки можно термокомпенсирующими стальными пластинами, «вплавленными» в юбку с ее внутренней стороны, — эффект достигается за счет меньшего температурного расширения стали. Очень сильно на расширение поршня влияет химический состав материала, в первую очередь — содержание кремния: чем его больше, тем меньше расширяется поршень при нагреве. Важен и микропрофиль поверхности. В частности, микроканавки на ней удерживают масло и препятствуют задирам и заклиниванию.

Как видим, факторов, влияющих на температурное расширение поршня, немало. И чем меньше его расширение по юбке, тем меньше можно сделать рабочий зазор. Но это в теории.

Какой должен быть зазор в цилиндре?

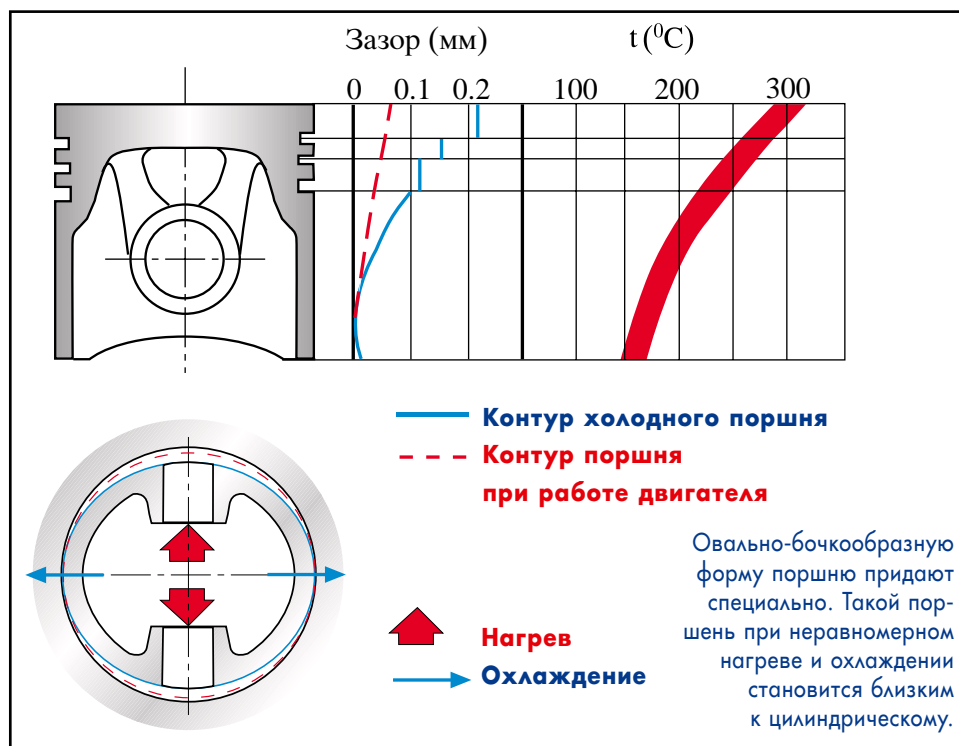
На практике все выглядит сложнее. Как известно, производителей поршней множество. И изделия, которые они выпускают для одной и той же модели двигателя, нередко отличаются не только внешним видом, но и геометрией юбки, материалом, конструкцией. Как же тогда быть с зазором?

Иностранные производители поршней всегда указывают минимальный зазор. Он может быть выбит на днище поршня (*Mahle, Kolbenschmidt* и другие), указан на упаковке или в инструкции (*AE, Federal Mogul*). Иногда вместо зазора ставят точный диаметр цилиндра для данного поршня. Смысл этой заботы о потребителе один — исключить ошибки и предотвратить выход двигателя из строя.

К сожалению, наши производители не балуют своих клиентов — размера, или величины зазора какого-нибудь на их продукции не найти. Видимо, считают, что все должны знать эти данные наизусть, и полагают, что любой поршень должен иметь зазор в цилиндре, соответствующий «заводским» данным производителя двигателя. А в это трудно поверить — достаточно даже визуально сравнить поршни с разных заводов. Но, если других данных нет, приходится ориентироваться на заводские рекомендации: они устанавливают предельные значения (минимальное и максимальное) номинального зазора в цилиндре, которые должны быть выдержаны в процессе ремонта, а также максимально допустимый зазор у изношенного двигателя.

На первый взгляд может показаться, что, если, к примеру, для двигателя ВАЗ-2108 рекомендован зазор 0,025-0,045 мм, то при ремонте надо стремиться к минимуму (0,025 мм). Но

Размер поршня и величина минимального зазора в цилиндре у «иностранного» поршня выбиты на днище.



это только на первый взгляд.

Действительно, а когда можно выполнить в двигателе минимально допустимый зазор между поршнем и цилиндром? Практика показывает, что для этого нужно, чтобы совпали некоторые условия. А именно:

- поршни и поршневые кольца должны быть качественными;
- поверхности цилиндров и поршней должны иметь микропрофиль, обеспечивающий удержание оптимального количества масла;
- отклонение формы цилиндров (эллипсность, конусность, корсетность и пр.) — не более 0,005 мм;
- неперпендикулярность цилиндров оси коленчатого вала, неперпендикулярность осей шатунных и коренных шеек, а также осей верхних и нижних головок шатунов — не более 0,01 мм на длине (измерительной базе), равной диаметру цилиндра.

«Наш» поршень для двигателя ВАЗ-2108, в отличие от «не наших», никакой информации о размере и зазоре не несет.



Первое требование очевидно, но весь вопрос в том, где купить и как затем проверить это пресловутое качество. Два следующих условия тоже очевидны и не нуждаются в специальных пояснениях. Чего нельзя сказать о последнем. Чтобы отклонения во взаимном расположении поверхностей лежали в допустимых пределах, необходимы не только высокоточное оборудование и инструмент, но и специальные измерительные приборы. В самом деле, где могут измерить, к примеру, непараллельность осей головок шатунов? Таких мастерских единицы. А где и, самое главное, чем измерить неперпендикулярность цилиндров и оси коленвала? Быть может, измерять специально и не надо, а просто правильно отремонтировать блок цилиндров? Но где и как, если на сегодняшний день повсеместно обработку цилиндров ведут не от оси коленвала, а от неких плоскостей и поверхностей, в общем случае базой не являющихся («АБС-авто», 1999, № 9)?

Картина, как видим, безрадостная — в основном для тех механиков, которые стремятся во что бы то ни стало сделать в цилиндрах минимально возможные зазоры. Такие специалисты предпочитают измерять зазоры «голыми руками», поэтому нормальный зазор воспринимают весьма своеобразно: «прослабили», поршень ведь «болтается»! А как же ему не болтаться? Ведь во всех точках на боковой поверхности поршня, кроме, разумеется, тех мест, где его размер максимален, зазор за счет овальности и бочкообразности поршня будет больше номинального. Причем на верхней части, в зоне канавок под кольца, а также в направлении оси пальца, зазор между поршнем и цилиндром превышает номинальный в 10-15 раз!

Зазоры между поршнем и цилиндром, рекомендованные для отечественных двигателей	Завод	ВАЗ			УМЗ	ЗМЗ	
	Модель	2101	2105	2108	412	24Д	406, 402
		2103	2106	21083			
Номинальный зазор	0,05-0,07	0,06-0,08	0,025-0,045	0,05-0,07	0,036-0,06	0,024-0,048	

К чему приводит подобная борьба за «плотность» посадки поршня в цилиндре, известно («АБС-авто», 1999, № 10). Более того, стремление к минимально допустимому зазору несет в себе много других проблем, в том числе чувствительность двигателя к перегреву, включая повреждаемость цилиндров и поршней при перегреве, необходимость длительной обкатки, а иногда даже повышенный износ цилиндров в зонах контакта с юбкой поршней.

Интересно, а что будет, если, наоборот, приблизиться к предельно большому зазору, соответствующему изношенному двигателю? Да ничего страшного! По крайней мере, большинства описанных выше проблем удастся избежать. Правда, при зазоре в цилиндре свыше 0,12-0,15 мм (у разных двигателей эта цифра разная) будет хорошо слышен стук поршней на холодном двигателе, да и зазор будет сравнительно быстро увеличиваться из-за ударных нагрузок и износа деталей.

Но подобные крайности — это, конечно, чересчур. А вот несколько увеличить зазор по сравнению с минимально допустимым отнюдь не вредно. Более того, его увеличение в пределах, установленных заводом-изготовителем, не приведет к снижению долговечности двигателя, как ошибочно полагают некоторые механики. Наоборот, повысит его надежность, снизит потери на трение, — значит, улучшит мощностные характеристики.

Поэтому стремиться надо, но вовсе не к нижнему, а, скорее, к верхнему пределу номинального зазора в цилиндре. Его значение у современных двигателей примерно на 0,02 мм больше минимально допустимого зазора.

Как определить зазор?

По логике вещей, зазор между поршнем и цилиндром — это разница между диаметром цилиндра и наибольшим размером поршня по юбке. В ремонте наиболее типична такая ситуация: под поршни увеличенного (ремонтного) размера надо обработать цилиндры, обеспечив требуемый зазор. Обычно сам процесс измерения не вызывает трудностей — во многих мастерских поршни измеряют с точностью до 0,01 мм с помощью микрометров (в некоторых местах, правда, применяют более точные приборы — рычажные измерительные скобы и оптиметры). Весь вопрос в другом — где, в каком сечении юбки измерить поршень.

Изготовители поршней, как правило, указывают место измерения. В подавляющем большинстве случаев искомым размер определяется в сечении, перпендикулярном оси поршневого пальца между отверстием пальца и нижним краем выреза юбки. Например, у «ВАЗовских» двигателей это сечение расположено на расстоянии приблизительно 52 мм от днища поршня.

Определение зазора в цилиндре начинать надо с точного измерения поршня.



Но из любых правил есть исключения. Например, у некоторых двигателей *Toyota* поршень требуется измерять под маслосъемным кольцом. Данный размер поршня оказывается меньше максимального на 0,05-0,07 мм, а зазор, исходя из этого размера, получается близким к 0,1 мм, хотя в сечении, где размер поршня максимален, зазор не превышает трех «соток».

Иногда поршень необходимо измерить по нижнему краю юбки (некоторые модели *Ford*). Но, так или иначе, при обработке цилиндров в ремонтный размер следует придерживаться еще одного правила, чтобы исключить ошибки.

Если провести анализ размеров поршней и рекомендуемых для них зазоров большого числа производителей, то выявится любопытная картина. Очевидно, искомым размер цилиндра

$$D = D_n + \delta,$$

где D_n — измеренный размер поршня;

δ — рекомендованный минимальный зазор.

Так вот, «ремонтный» диаметр цилиндра практически всегда оказывается с точностью до 0,01 мм равен «стандартному» плюс величина «ремонта» (0,25 мм, 0,4 мм; 0,5 мм и т.д.). Например, имеем стандартный диаметр цилиндров — 85,00 мм, поршни — ремонтные, +0,5 мм. Значит, точно обработав цилиндры в размер 85,50 мм, автоматически получим в цилиндрах минимальный рекомендованный для данных поршней зазор. И не случайно, ведь поршневые кольца у большинства производителей имеют размер замка, точно калиброванный под диаметр цилиндра, а поршни в одном комплекте редко различаются больше, чем на 0,005 мм.

К сожалению, правило, действующее для продукции зарубежных производителей и позволяющее легко определить и зазор, и ремонтный диаметр цилиндра, для отечественных поршней не работает — слишком велик иногда оказывается разброс в их размерах (до 0,1 мм в одном комплекте). Да и измерять «наши» поршни тоже надо внимательно. Встречаются образцы и с «отогнутыми» наружу краями юбки, и с обратным конусом на ней, и даже с угловым смещением большой оси эллипса. Но для таких «деталей», пожалуй, вообще не действуют никакие правила — брак есть брак.

В общем, зазор — хоть и маленькая величина, какие-то сотые доли миллиметра, а значение имеет огромное. И тем, кто забывает об этом, можно только посочувствовать — «их» моторы надежно и долго работать не будут.

Справка «АБС-авто». По вопросам качественного ремонта деталей двигателей обращаться на фирму «МАДИ-Мотор», тел.: (095) 536-91-50/51.

Ремонтируем блок цилиндров

(продолжение)

АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ,
кандидат технических наук

Клей вместо сварки

В прошлых публикациях («АБС-авто» №№ 7-11, 1999) мы довольно подробно рассказали о традиционных операциях, которые необходимо выполнить, чтобы грамотно отремонтировать блок цилиндров. Но ремонтная жизнь, к сожалению, не всегда вписывается в рамки конкретных схем. И тогда приходится искать нетрадиционные решения.



Подобные случаи в ремонтной практике не редкость и встречаются в основном из-за неграмотной, грубой эксплуатации. «Упустил масло» — так описал свой случай один из водителей. Упустил — значит, не проверил вовремя. И мотор остался без масла. Последствия понятны: «застучал» шатунный вкладыш. Тут бы прислушаться да вовремя остановиться. Ан нет, в салоне, оказывается, «музыка играла» или «надо было обязательно дотянуть до гаража». Кончилось тем, что шатун оборвался и, попав между коленвалом и стенкой блока, пробил в блоке цилиндров хорошую дыру.

Такой блок, конечно, надо менять. Но он стоит денег, и немалых. Для некоторых старых иномарок новый блок вообще может оказаться дороже всей машины. Да и на отечественный автомобиль он стоит тоже не пять копеек. Неновый (б/у) блок

проблему, как правило, не решает — нередко подобные блоки здорово изношены, а при их регистрации потребуется соответствующий документ, подтверждающий «законное приобретение». Так что варианты хоть и есть, но реальный выход из положения они обеспечивают далеко не всегда.

А если все-таки блок не менять? Попробовать его отремонтировать? Что ж, дело хорошее, только непростое, требующее знаний и некоторого опыта.

Варить или не варить?

Принципиально можно отремонтировать блок цилиндров с любыми повреждениями. Весь вопрос в том, насколько это экономически оправданно. В самом деле, если предстоит сложный ремонт с большим числом специальных операций (включая заделку пробоин и трещин, расточку постелей, установку гильз и т.д.), а цена нового блока относительно невелика, есть ли смысл терять время и деньги? К тому же необходимо трезво подойти к оценке надежности отремонтированного блока —

если есть опасение, что она может оказаться сниженной, то лучше ничего и не делать. Иначе любой ремонт, даже не слишком сложный, окажется непомерно дорогим (к нему придется прибавлять цену возможного повторного ремонта всего двигателя и требуемых для этого запчастей).

Конечно же, прежде чем начинать исправление таких сложных повреждений, как пробоины, необходимо наметить технологию ремонта. Самый важный вопрос — каким способом заделывать пробоину. От этого зависит и трудоемкость работы, и потребность в специальном оборудовании и инструменте, и в конечном счете — надежность двигателя после ремонта.

Традиционным способом ремонта пробоин в блоке цилиндров считается сварка. Однако просто взять и заварить пробоину трудно. Локальный нагрев в зоне сварочного шва всегда приводит к возникновению больших напряжений при остывании блока. А это опасно — могут образоваться трещины. Но даже если обойдется без трещин, сильный нагрев все равно даром не пройдет, и после остывания блок может оказаться деформированным. Известны случаи, когда после свар-



Ремонт пробойны начинается с обработки поверхности шарошкой.

ное оборудование тоже не отличается дешевизной. Вот и получается, что грамотно заварить блок в условиях небольшой мастерской весьма и весьма проблематично.

У сварки есть и другие недостатки, связанные с материалами, из которых изготавливаются блоки цилиндров. Так, легирующие элементы, присутствующие в металле, нередко мешают получению качественного сварного шва. Но даже если все получилось, проблемы на этом не заканчиваются.

Когда пробойна заварена, прочность и жесткость блока, нарушенные в результате поломки, будут восстановлены. Но это вовсе не значит, что отремонтированный блок обретет былую герметичность. Ее обязательно нужно проверять — и при необходимости дополнительно герметизировать шов, например, с помощью различных клеевых композиций.

Вот и получается, что во многих случаях сварка — довольно сложный и не самый удачный способ ремонта. А какой лучше? Однозначно не ответить, но альтернатива сварке все же есть.



Далее следует вырезать из картона шаблон накладок на пробойну,...

ки практически все поверхности блока — коренные опоры, цилиндры, плоскости — требовали дальнейшего ремонта.

Конечно, результат сильно зависит от квалификации сварщика и используемого оборудования. Например, если перед сваркой блок подогреть, а после — медленно охладить, то напряжения будут заметно снижены. Значит, и деформации уменьшатся, и трещины, скорее всего, не появятся. Правда, такой процесс требует специальной печи, а это уже не так дешево. Кстати, хорошее свароч-

Как заклеить пробойну

Теперь нетрудно сформулировать некоторые основные требования к способу ремонта пробойны в блоке. Итак, применяемая технология должна быть доступной и недорогой, то есть не требовать дорогостоящего оборудования, инструмента и материалов; она должна выполняться персоналом средней квалификации и обеспечивать высокую надежность двигателя после ремонта.

Всем перечисленным требованиям вполне удовлетворяет способ ремонта с помощью клеевых композиций.

Вы удивлены? Напрасно. Технология клеевых блоков давно проверена и успешно применяется рядом специализированных мастерских по ремонту двигателей. Причем каких-либо данных о дефектах, возникших в последующей длительной эксплуатации, в настоящее время нет. А это, несомненно, свидетельствует о высокой эффективности этой технологии.

Другой законный вопрос: если в блоке дыра, то как может какой-то там клей обеспечить высокую прочность блока, если механические свойства любого клея уступают, как правило, основному металлу? А дело в том, что любую

По шаблону легко вырезать стальную накладку,

клеевую композицию, как и сварку, нельзя применять просто так, что называется, в лоб. Надо обязательно соблюдать требования, которые уже достаточно хорошо отработаны.

Коротко сформулируем задачу: надо заделать пробойну в блоке, обеспечив высокую прочность и герметичность стенки после ремонта. Решение ее доступно любой мастерской или СТО. Судите сами.

Начинать, как и всегда, надо с подготовки. Необходимо тщательно зачистить поверхность вокруг пробойны (и внутри, и снаружи блока) на ширину 20-25 мм. Здесь лучше всего подойдет ручная дрель с набором шарошек различной формы.

Далее следует вырезать и подогнать накладки из листовой стали толщиной 0,7-0,8 мм. Для того, чтобы с нахлестом 15-20 мм закрыть пробойну с двух сторон — изнутри и снаружи. Поскольку форма накладок, скорее всего, получится сложной, повторяющей «рельеф» поверхности блока, вначале лучше сделать картонные шаблоны, а уже затем по ним вырезать накладки.

Накладки подгоняют по месту, обстукивая молотком так, чтобы обеспечить их точное прилегание к блоку. Из-за сложности поверхности блока добиться прилегания по всему контуру пробойны трудно, поэтому в отдельных местах можно допустить некоторое отставание накладки от блока, но не более чем на 5-8 мм.

Там, где есть полное прилегание, размечаются и сверлятся отверстия. Для этого накладка прижимается к блоку, и сверлом 5,0-5,2 мм делаются сквозные сверления через наладку в стенке блока. Отверстия должны располагаться равномерно по контуру пробойны с шагом 40-50 мм. Следует избегать попадания отверстий в различные каналы блока, в том числе масляные и «водяные».

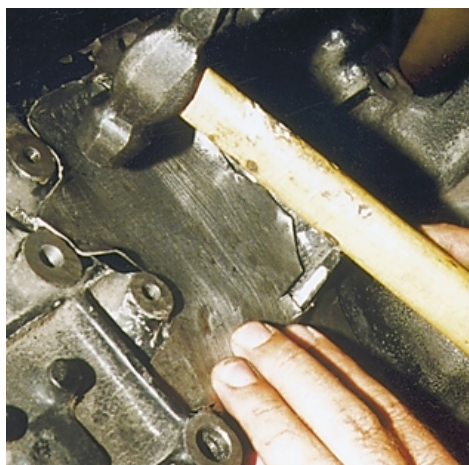
Отверстия в накладках рассверливаются до 6,5 мм, а в отверстиях блока нарезается резьба М6. Там, где стенки блока достаточно тонкие (менее 8-10 мм), можно рассверлить отверстия в блоке до 6,5 мм, чтобы затем одним болтом притянуть обе накладки — и снаружи, и изнутри.

Нелишним будет предварительно собрать конструкцию — поставить и затянуть все болты, чтобы проконтролировать, как встают накладки на блок и заворачиваются болты. Иногда, кстати, не удается поставить болты равномерно по всему контуру пробойны. В этом случае можно дополнительно сделать сквозные отверстия в накладках рядом со стенкой блока.

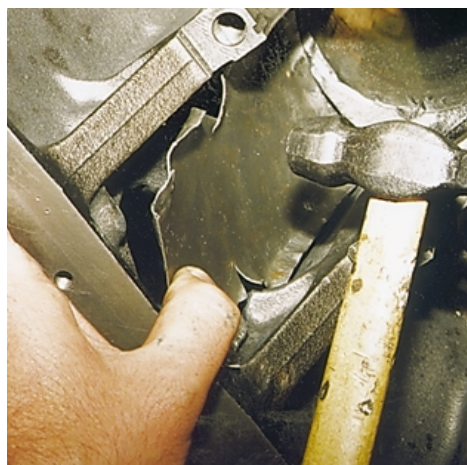
Осталось тщательно зачистить поверхности накладок, все обезжирить ацетоном и приступить к финальной стадии ремонта — нанесению клеевой композиции. А что наносить? Ведь различных препаратов для склеивания металлов великое множество!

Действительно, широко распространенная в прошлом эпоксидная смола сегодня не годится. Например, без наполнителя она вытечет из зазоров между накладками и блоком. Без пластифи-





...затем подогнать накладку по месту снаружи...



...и внутри блока.



Далее сверлятся отверстия и нарезается резьба.

катора тоже ничего не получится — затвердевшая смола треснет, поскольку блок цилиндров постоянно испытывает циклы нагрева-охлаждения, приводящие к опасным для смолы напряжениям. Да и другие свойства «эпоксидки» — низкая механическая прочность и не слишком хорошая адгезия (прочность соединения с металлом) делают ее практически непригодной для ремонта блоков.

Более удачны композиции типа «холодной сварки». Основа у них, как правило, та же, эпоксидная, но свойства за счет добавок лучше — и прочность, и пластичность, и адгезия. Некоторые из этих материалов выдерживают высокие температуры — до 250-300°C, что для двигателя не будет лишним.

Но мы из имеющихся вариантов выбрали композицию американской фирмы *Belzona*. Выбор был не случаен. *Belzona* — признанный корифей в технологиях ремонта промышленного оборудо-

вания (трубы, паровые котлы, корпусные детали и многое другое).

Для ремонта чугунных деталей в программе фирмы имеются композиции с мелкой чугунной крошкой, идеально подходящие для блоков цилиндров. Ну и, конечно, многолетний опыт использования этих композиций для ремонта блоков — он тоже немало стоит. Единственный, по нашему мнению, недостаток материалов *Belzona* — сравнительно высокая цена (более 100 долл. США за килограмм). А на один блок уходит в среднем 200-300 г. Но надежность отремонтированного блока все равно важнее.

Смешав компоненты в необходимой пропорции (1:3 по объему), наносим их на стенку блока по контуру пробоины и прижимаем одну из накладок. После этого пробоина заполняется композицией и устанавливается вторая накладка. Между

накладками должно оказаться столько композиции, чтобы при затягивании болтов часть ее выдавилась по всему контуру накладок.

Когда композиция отвердеет, останется только срезать выступающую часть болтов (из эстетических соображений или если они чему-нибудь мешают) и покрасить блок. Результат работы легко проверить — достаточно постучать по стенке блока в месте ремонта и рядом, чтобы убедиться в одинаковом тоне звука и, соответственно, «монолитности» стенки блока.

Очевидно, данная технология не вызывает никаких деформаций блока. А поскольку при проломе стенки шатуном блок, как правило, остается недеформированным (коренные опоры, цилиндры и плоскости не получают дополнительных отклонений формы и расположения), клейка получается дешевле сварки — даже несмотря на высокую цену композиции: ведь обработки поверхностей не требуется. Ну а за надежность блока можно не беспокоиться — попробуйте и убедитесь.

Теперь можно нанести композицию,...



...поставить накладки и затянуть болты.



После покраски блок готов к сборке.



Ремонт сложных дефектов деталей двигателей, в том числе блоков цилиндров, можно выполнить на «АБС-сервисе», тел.: (095) 945-74-40.