

«МОТОРИСТ- КОНСТРУКТОР», или как правильно собрать двигатель



СЕРГЕЙ СТАРЫХ, Генеральный директор фирмы «Мотор-Тех Сервис-1», АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ, кандидат технических наук

Сборка — один из самых сложных и ответственных этапов ремонта двигателя, от качества которого зависит его дальнейшая судьба. Дефекты деталей, не замеченные при сборке, и ошибки моториста способны во много раз уменьшить ресурс отремонтированного мотора.

Рекомендации о правилах сборки двигателей можно прочитать не только в руководствах по ремонту — их дают многие фирмы — производители запчастей, среди которых — известная в России немецкая фирма Kolbenschmidt. Опыт фирмы по обслуживанию и ремонту двигателей очень интересен и заслуживает того, чтобы с ним познакомить читателей. А начать мы решили со сборки кривошипно-шатунного механизма.

Вначале небольшое, но очень важное замечание. Сборка двигателя начинается с тщательной мойки и дефектовки деталей, а не с установки коленвала. Следует учесть, что контрольно-измерительные операции на этом этапе отнимают значительно больше времени, чем сам процесс установки и крепления деталей.

Сборка — это комплексный процесс, к которому недопустимо относиться как к простой «отверточной» технологии.

Контроль, контроль... и еще раз контроль

Накопленный опыт работы убеждает в том, что первое, в чем необходимо убедиться, — это соответствие новых вкладышей шейкам коленвала и постелям блока цилиндров. Известно немало случаев, когда ошибка, допущенная при определении номера детали по каталогу, обнаруживалась только в последний момент при ее установке.

Иногда случается и так, что в одном и том же двигателе производители применяют несколько типоразмеров вкладышей. Такая ситуация характерна для моторов Audi-VW, где средний коренной вкладыш может быть как обычного типа с упор-

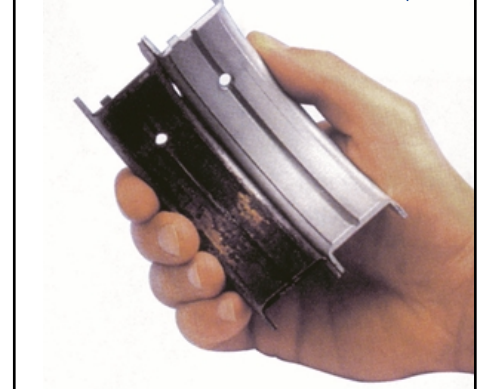
ными полукольцами, так и с фланцами. Такие вкладыши номинального размера взаимозаменяемы, но фланцевый вкладыш ремонтного размера отличается большей шириной, что требует дополнительной шлифовки упорных поверхностей коленвала.

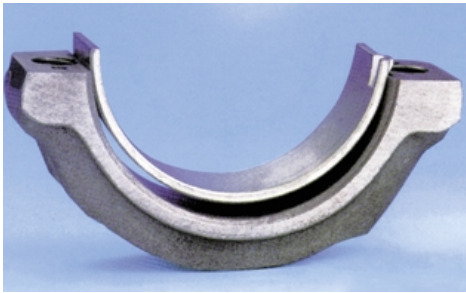
Встречаются и другие несовпадения: иное расположение замков на вкладышах, несовпадение смазочных отверстий, иной материал при сохранении основных размеров. В отдельных случаях подобные несоответствия незначительны, и вкладыши вполне допустимо использовать в конкретном двигателе, но иногда ошибки при контроле вкладышей могут привести к выходу двигателя из строя. Кроме того, эти ошибки влекут большие потери времени.

Что еще важно проконтролировать? Посадку вкладыша в постель: вкладыш должен иметь необходимые распрямление (разница между размером вкладыша по разьему и диаметром отверстия постели) и выступание (разность длин вкладыша и полуокружности постели). Распрямление обеспечивает плотное прилегание вкладыша к поверхности постели, а выступание гарантирует натяг вкладыша после затягивания болтов крышки подшипника, что дает плотный контакт вкладыша (в первую очередь тепловой) с отверстием и правильную геометрию подшипника.

Конечно, контролируются отверстия постелей, которые измеряются в 3-х плоскостях — два

Только сравнение новых вкладышей со старыми покажет, правильно ли они подобраны.





Размер вкладыша подшипника, измеренный по поверхности разъема, должен быть больше диаметра постели. Благодаря этому вкладыш при монтаже плотно прилегает к постели.

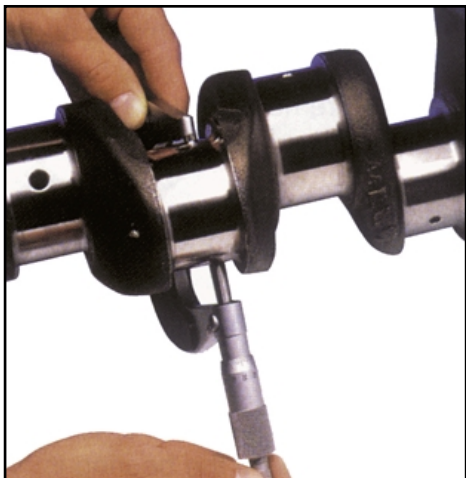
измерения (А и В) проводятся на угловом расстоянии $\pm 25^\circ$ от плоскости разъема, а третья (С) — перпендикулярно ей. Далее находится среднее значение $(A+B)/2$ и сравнивается с величиной С — разница показывает некруглость отверстия (допустимая некруглость 0,016-0,022 мм).

Аналогичным образом контролируется отверстие подшипника с установленными в постели вкладышами. Данное измерение используется для точного определения зазора между внутренней поверхностью отверстия и шейкой вала (зазор должен составлять в среднем 0,04-0,07 мм). Для этих измерений необходим нутромер, измеряя которым внутренние размеры вкладышей следует с осторожностью: мягкий рабочий слой вкладыша легко повредить. В дополнение к этому следует проконтролировать несоосность постелей в блоке, величина которой не должна превышать 0,02 мм для соседних отверстий (самый простой способ — с помощью лекальной линейки).

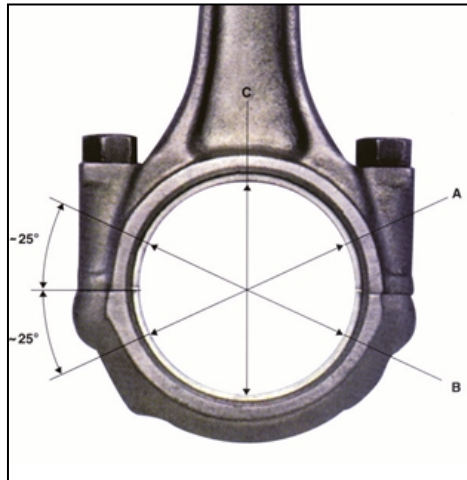
Как проверить коленвал?

Контроль коленчатого вала не менее важен, чем контроль отверстий подшипников. Необходимо убедиться в отсутствии трещин на шейках вала. Крупные трещины видны невооруженным глазом, но обнаружить микротрещины можно только

Индивидуальный контроль размеров каждой шейки коленчатого вала необходим так же, как и контроль диаметра подшипников.



Длина вкладыша подшипника больше длины постели на величину выступания вкладыша над плоскостью разъема. При монтаже вкладыш сжимается и создается натяг, обеспечивающий его правильную посадку.

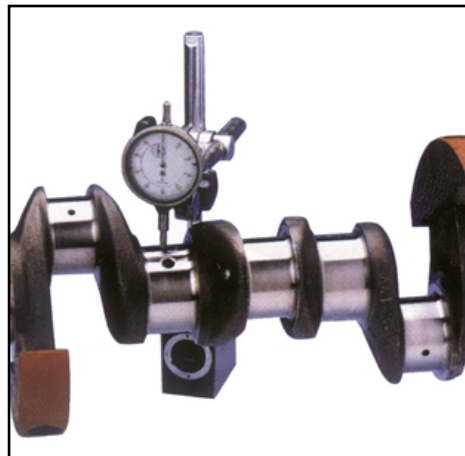


Измерение диаметра постели и подшипника (с установленными вкладышами) выполняется в 3-х плоскостях. При этом обязательно выполнение правил затяжки болтов.

специальными приборами, например магнитным дефектоскопом. Экономия при проверке коленчатого вала «себе дороже» — цена повторного ремонта двигателя в сотни раз выше цены проверки.

Что еще? Очевидно, качество поверхности шеек. Их шероховатость не должна превышать 0,2

Еще одна обязательная операция — контроль биения коренных шеек с помощью индикатора. При этом вал устанавливается на призмы.



мм (речь идет о среднем арифметическом значении шероховатости Ra). На некоторых двигателях после шлифования дополнительно требуется полирование. Кроме того, иногда после шлифования на краях смазочных отверстий образуются заусенцы, способные сразу же испортить рабочую поверхность вкладышей (заусенцы легко заглаживаются при полировке). Все эти особенности в полной мере относятся и к упорным поверхностям вала.

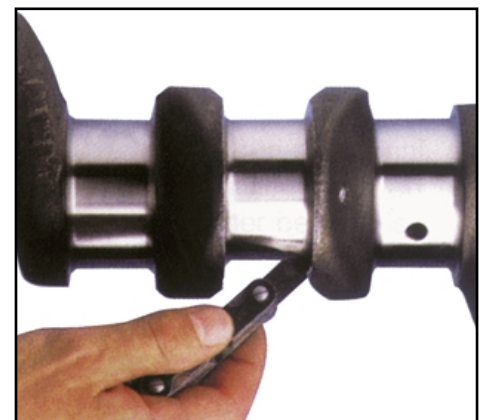
Очень важный параметр — твердость шеек коленвала.

В том случае, если мы имеем дело с чугунным коленвалом, особых проблем с твердостью не возникает. Рабочие поверхности таких валов закаливаются на заводах токами высокой частоты на глубину до 2-3 мм. Этого вполне достаточно для сохранения твердости при ремонтной шлифовке до 1 мм.

На практике встречаются валы (в частности, стальные) с азотированными шейками, у которых толщина упрочненного слоя во много раз меньше. Поэтому ремонтное уменьшение размеров шеек для таких валов ограничено, как правило, величиной 0,25 мм. Кроме того, при перегреве азотированная поверхность разупрочняется. Выход один — повторное химико-термическое упрочнение рабочих поверхностей.

Обязательная операция — измерение геометрии самого вала и размеров шеек. Каждую шейку вала измеряют микрометром в нескольких плоскостях, чтобы определить диаметр, соблюдение допусков (отклонения не более 0,016-0,022 мм) и возможные отклонения от цилиндричности (в среднем не более 0,005 мм). Затем вал устанавливается на призмы и с помощью индикатора проверяется биение коренных шеек и вспомогательных поверхностей (допустимое биение — от 0,01 мм до 0,08 мм). Еще один очень важный параметр — непараллельность шатунных и коренных шеек, от которого зависит надежность и

Радиус галтелей легко проверить радиусомером. Если радиус галтели меньше рекомендованного заводом-изготовителем, коленвал может разрушиться, а если больше — вкладыши могут быть повреждены по краям.





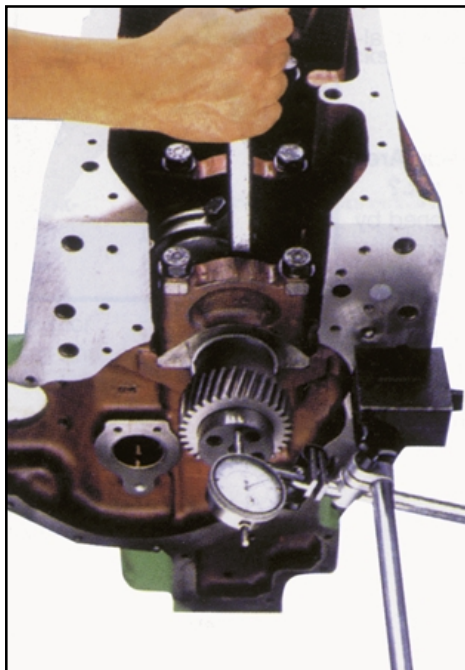
Перед сборкой вкладыши смазываются с помощью масленки. Другие способы смазки (кистью, пальцем и т.д.) неудачны, т.к. на поверхности вкладышей могут остаться посторонние примеси.

долговечность шатунных подшипников, измерить в условиях СТО практически невозможно. Этот параметр должен проверяться при шлифовке вала.

Наконец, заключительная проверка качества ремонта вала — измерение радиусов галтелей. К сожалению, многие шлифовщики пренебрегают теми требованиями, которые изготовители некоторых иностранных моторов предъявляют к галтелям. И напрасно — известно немало печальных случаев поломки валов с сильно «подрезанными» при шлифовке галтелями. Но и большие радиусы галтелей тоже «не подарок» — можно повредить края вкладышей.

На этом контрольные операции не заканчиваются. Очень важное значение имеет состояние болтов крышек подшипников, работающих при больших знакопеременных нагрузках. А на таких

Осевой люфт коленчатого вала требует обязательной проверки.



режимах возрастает вероятность усталостного разрушения, особенно при наличии механических повреждений — рисок, царапин, забоин. Болты с «угловой» затяжкой, работающие на пределе текучести, требуют обязательной замены в случае, если их длина или диаметр не соответствуют рекомендациям изготовителей.

Наконец, все проверено, и можно приступать к сборке.

Как поставить коленвал?

Сама по себе сборка намного проще контрольных операций. В самом деле, для этого надо установить вкладыши в постели, смазать их поверхность маслом, «уложить» коленвал, поставить крышки и затянуть, приложив рекомендованный момент. Однако и здесь есть свои тонкости.

К примеру, как правильно нанести масло на поверхность вкладышей? Простой вопрос, а между тем нередко именно здесь совершаются ошибки. Некоторые мотористы предпочитают пользоваться кисточкой, другие вообще привыкли смазы-

Шатунные подшипники собираются аналогично коренным, но необходимо следить за тем, чтобы при посадке шатуна на шейку шатунные болты не повредили ее поверхность. Для этого на болты полезно надеть пластиковые либо резиновые колпачки или отрезки подходящего шланга. И, конечно, при сборке надо строго контролировать положение крышки относительно шатуна — случаи ошибочной установки крышки подшипника «наоборот» тоже известны...

Ну вот, сборка двигателя закончена, установлен поддон картера, головка блока, привод ГРМ, агрегаты. Однако масла во внутренних каналах вала нет, и после запуска потребуются немало времени, пока оно поступит к подшипникам. А этого времени может вполне хватить для повреждения подшипников.

Исключить подобные неприятности несложно, достаточно закачать масло под давлением в систему смазки через переходник, устанавливаемый вместо масляного фильтра, либо через резьбовое отверстие датчика давления масла.

Допустимые отклонения размеров и формы отверстий подшипников и шеек валов

Диаметр отверстия или шейки вала, мм	Ориентировочная величина допуска на размер, мм	Некруглость, эллипсность не более, мм		Конусность поверхности не более, мм	Несоосность расположенных рядом поверхностей не более, мм	
		отверстий	шеек вала		отверстий	шеек вала
30-50	0,016	0,016	0,004	0,003		
50-80	0,019	0,019	0,005	0,005	0,020	0,010
80-120	0,022	0,022	0,006	0,007		

вать вкладыш пальцем. Оба способа не годятся — вместе с маслом на поверхность вкладыша обязательно попадет грязь. Правильный способ может быть только один: смазка из масленки.

А каким маслом смазывать подшипники? Ответ многих механиков — моторным. Однако наберемся смелости посоветовать использовать более густое трансмиссионное масло — при первых оборотах двигателя оно лучше защитит от возможных задиров и прихватов в подшипниках.

Затягивать крышки подшипников надо по инструкции завода-изготовителя — это очевидно. Однако в инструкциях не всегда указывается, как затянуть болты, если их момент затяжки, к примеру, около 9-10 кгм? По одному и сразу до рабочего момента? Нет, принята иная схема, если нет других данных. Сначала один болт заворачивается до «касания», а затем второй — до половины заданного момента. Далее окончательно затягивается первый болт, а после него — второй. Тем самым исключаются перекосы крышек и обеспечивается их равномерная затяжка.

Когда коленчатый вал уже установлен в блоке, необходимо проверить его осевой зазор. Это легко сделать с помощью индикаторной стойки, закрепив ее на торце блока. Зазор, проверяемый перемещением вала вперед-назад при помощи рычага, не должен быть ни чрезмерно большим (более 0,2 мм), ни слишком малым (менее 0,05 мм).

Рассматривая технологию сборки кривошипно-шатунного механизма, легко убедиться, что контрольно-измерительные операции действительно занимают большую часть времени. Сама сборка сродни хирургической операции — все работы необходимо делать в чистоте и аккуратно, тщательно контролируя каждый этап. Иными словами, собрать двигатель не так легко, как кажется на первый взгляд. Да и времени уходит уйма. Но это вполне разумная плата за то, чтобы подшипники двигателя служили надежно и долго. А попытка сэкономить обречена на провал, придется платить позднее, но намного больше. Но это уже другая «технология».

«Автомобиль и Сервис» о подшипниках двигателей:

1. Почему застучал вкладыш, № 12/2000.
2. Если двигатель стучит, №№ 8,9/2000.
3. Надо ли промывать двигатель, № 3/2000.

Наша справка.

Приобрести запчасти фирмы Kolbenschmidt для двигателей и получить техническую консультацию можно на фирмах: «Мотор-Тех Сервис-1», тел.: (095) 704-4194, 559-9174, «Механика», тел.: (095) 107-1861, 389-1988.

Кроме того, на фирме «Механика» можно отшлифовать и отбалансировать коленвал, прочистить его масляные каналы, а также сделать капитальный ремонт двигателя.

«МОТОРИСТ-КОНСТРУКТОР», или как правильно собрать двигатель

(Продолжение. Начало в № 1/2001)

СЕРГЕЙ СТАРЫХ

генеральный директор
фирмы «Мотор-Тех Сервис-1»,
АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ
кандидат технических наук

В прошлом номере журнала мы познакомили читателей с сервисным опытом немецкой фирмы Kolbenschmidt. Речь шла о технологии сборки коленчатого вала и подшипников двигателя. На очереди — сборка шатунно-поршневой группы.

Установить поршни с кольцами и шатунами в блок цилиндров — работа не сложная, времени занимает немного — час, от силы два. Однако простота такой работы только кажущаяся.

Не проверишь —

не поедешь

Лакмусовой бумажкой, позволяющей отличить моториста-профессионала от дилетанта, является отношение к контрольно-измерительным операциям при сборке узла. И дело не только в том, что измерение геометрии каждой детали требует терпения и скрупулезности. Необходимо понимать смысл этих операций, а для этого моторист должен четко знать технологию ремонтных операций, не входящих непосредственно в процесс сборки двигателя, например, как шлифуют коленчатый вал или растачивают и хонингуют блок цилиндров.

Зачем, спросите? Ведь расточник по размеру поршней может сам определить диаметр цилиндров, а после обработки блока проконтролировать результат.

Действительно, может. Только ответственность за сборку, а значит, и за работу двигателя после ремонта несет моторист-механик. Так что делайте выводы, стоит ли тратить время на контрольные замеры, или ими можно пренебречь.

Это должен знать каждый

Как правило, специалист начинает сборку шатунно-поршневой группы с проверки блока цилиндров. И не случайно: блок цилиндров — основа всего двигателя. На него монтируется большинство моторных деталей и узлов. Брак, допущен-

ный при ремонте цилиндров, может существенно затормозить процесс сборки двигателя.

Как известно, изношенные цилиндры растачивают и хонингуют в увеличенный (ремонтный) размер. При этом, помимо необходимой точности размеров, обязательным являются определенная микроструктура и рельеф поверхности цилиндров. Об этом нередко забывают, а зря. Идеальный с точки зрения геометрии цилиндр склонен к ускоренному износу при нарушении технологии хонингования или использовании несоответствующего инструмента. Та же участь уготована и другим деталям ЦПГ — в первую очередь поршневым кольцам.

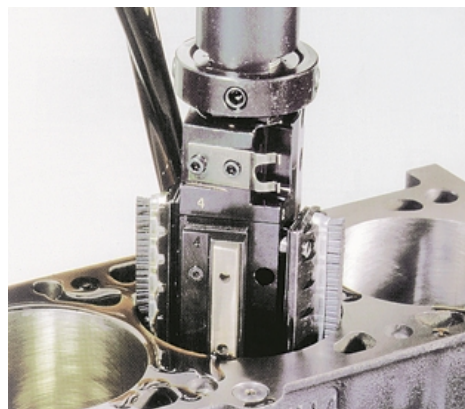
Растачивание цилиндров обычно выполняют на вертикально-расточном станке. При этом необходимо обеспечить перпендикулярность поверхности цилиндра к оси постелей коленчатого вала. Особое внимание уделяется окончательному размеру после расточки. Величина припуска под хонингование должна быть не менее

0,06–0,08 мм. Дело в том, что при растачивании резец деформирует поверхность металла, завальцовывая графитовые зерна, содержащиеся в чугуне (графит, выходящий на поверхность, обеспечивает низкое трение поршневых колец и, соответственно, малый износ колец и самих цилиндров). Если припуск окажется слишком малым, то после хонингования графитовые зерна не вскроются.

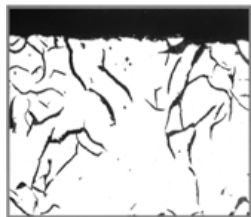
Препятствовать открытию зерен графита могут и неправильно выбранные режимы хонингования, условия подачи смазки в зону хонингования, тип смазывающего материала.

Хонингование цилиндров выполняют на вертикально-хонинговальных станках. Суть этой операции вовсе не в заглаживании рисков от резца, как ошибочно полагают некоторые механики. При хонинговании за счет вращения и возвратно-поступательного движения головки с абразивными брусками на поверхности цилиндров намеренно создается шероховатость в виде сетки рисков определенной глубины, способных удерживать масло и тем самым смазывать поршневые кольца и поршни.

Очень важен угол хонингования — угол между рисками, образованными при поступательном движении головки. Оптимальные значения угла хонингования — 40–80°, что обеспечивается правильным подбором соотношения частоты вращения и скорости возвратно-поступательного движения хонинговальной головки. При малом угле не удается до-



Хонингование цилиндров — один из самых ответственных этапов ремонта блока цилиндров.

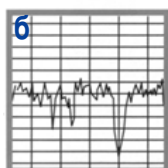
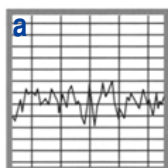


Так выглядит «шлиф» поверхности цилиндра — на поверхность должно выходить не менее 20% графитовых зерен.

биться нужного профиля поверхности, что ведет к полусухому трению и возрастанию износа деталей. Большие углы обычно дают увеличение расхода масла.

Для получения необходимого микропрофиля поверхности, а именно сравнительно глубоких впадин и сглаженных выступов, хонингование выполняется в несколько операций (переходов). Черновое хонингование выполняют абразивными брусками с зернистостью 150, сьем металла составляет около 0,06 мм. Далее следует чистовое хонингование брусками с зернистостью 280 (съем приблизительно 0,02 мм). И, наконец, отделочное хонингование брусками зернистостью 400–600 со сьемом менее 0,005 мм (так называемое платохонингование).

Обычное хонингование (а) дает чрезмерно большие выступы. Их можно сгладить платохонингованием или обработкой абразивными щетками (б).



Именно такая технология обеспечивает сглаживание выступов, фактически приближая профиль поверхности к той, какая будет после приработки деталей. В последние годы финишные операции хонингования стали заменять обработкой поверхности с помощью специальных абразивных щеток, дополнительно заглаживающих заусеницы на краях впадин (рисок).

Как проверить блок цилиндров?

Качество ремонта поверхности цилиндров (например, микропрофиль поверхности и выход графита на ней) в условиях авторемонтного предприятия проверить проблематично — для этого требуется специальное дорогостоящее оборудование (включая специальный прибор для определения шероховатости и микропрофиля поверхности). Поэтому ремонт цилиндров обычно осуществляется в специализированных мастерских, располагающих соответствующим оборудованием. А задача автосервиса — проверить размеры цилиндров на соответствие нормативным требованиям.

Начиная сборку шатунно-поршневой группы, моторист обязан проверить геометрические размеры — диаметр цилиндра в трех поясах (верхней, средней и нижней части цилиндров), причем в двух направлениях — продольном (вдоль оси

коленвала) и поперечном. Измерения проводятся при помощи нутрометра. Все погрешности, включая любые отклонения формы, должны укладываться в допуск 0,011–0,018 мм в зависимости от величины диаметра цилиндра.

Для блоков с установленными в нем гильзами требуется еще ряд проверок. Верхняя плоскость бурта гильз должна выступать над плоскостью блока на 0,05–0,1 мм для «мокрых» и 0–0,1 мм для «сухих» гильз. Кроме того, опорные поверхности бурта на гильзе и выточки в блоке должны быть плоскопараллельны, а фаска на выточке должна быть больше, чем радиус перехода от бурта к цилиндрической части на гильзе (в противном случае гильза может треснуть). «Мокрые» гильзы, помимо этого, должны легко вставляться в свои гнезда на блоке (поверхность гнезд необходимо предварительно хорошо очистить). «Сухие» гильзы, напротив, запрессовываются в блок с натягом около 0,05 мм, причем поверхности сопряжения гильзы и блока должны быть гладкими, чтобы обеспечить хороший тепловой контакт и герметичность.

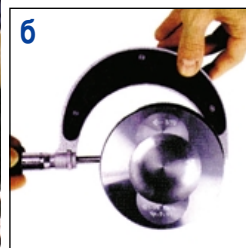
Верхний край цилиндров после ремонта может быть острым, что затрудняет установку поршней с кольцами и даже может спровоцировать поломку колец. Поэтому этот край следует обязательно притупить, сделав с помощью шабера небольшую фаску.

После всех проверок следует убедиться, что блок чистый, а на поверхности цилиндров не осталось грязи и абразивных частиц. Последние особенно опасны — плохо промытый после хонингования блок цилиндров не «проедет» и половины своего ресурса. Эффективные способы мойки цилиндров — ультразвук, керосин, масло, содовые растворы и специальные моющие средства. Бензин применять нельзя — абразив он не удаляет, зато весьма пожароопасен.

Как проверить поршень и шатун?

При сборке требуется правильно измерить размер юбки поршня, чтобы определить рабочий зазор поршня в цилиндре. Для этого используют микрометр или более точный прибор — измерительную скобу.

Измерение диаметра цилиндров (а) и поршней (б) — операции обязательные и выполняются перед сборкой двигателя.



Чтобы не повредить кольца, на краю цилиндров надо сделать небольшую фаску.

У подавляющего большинства поршней иностранного производства (поставляемых производителями комплектующих для двигателей) размер поршня выбит на днище, причем нередко указывается и минимально допустимый зазор поршня в цилиндре. Так что задача моториста — проверить, насколько замеры соответствуют нормативам (проверка обязательна, поскольку иногда встречаются отклонения). Отечественные поршни требуется проверять «с пристрастием» — разброс размеров в одном комплекте может оказаться весьма значительным.

Разница между диаметром цилиндра и размером поршня составляет искомый зазор: практика показала, что оптимальной является величина зазора, превышающая минимально допустимое значение на 0,01–0,02 мм.

Иная ситуация с поршнями, имеющими антифрикционное графитовое покрытие юбки (оно имеет характерный черный цвет). Если у поршня покрытие сплошное, то истинный размер юбки будет меньше измеренного на толщину слоя покрытия 0,015–0,02 мм. Поршни с покрытием, нанесенным трафаретным способом, замеряются в специальных точках, где графитовый слой отсутствует.

Шатун перед сборкой проверяют на отсутствие деформации стержня: оси отверстий верхней и нижней головок должны быть параллельны. Допустима непараллельность осей 0,02 мм на измерительной базе 100 мм. Лучше всего использовать для этого специальное измерительное приспособление. Другие способы проверки (на плите, с помощью стержня, вставляемого в отверстия верхней головки сразу нескольких шатунов, лекальной линейкой) не обеспечивают необходимой точности. Кроме того, проверяют посадку пальца в шатуне: у «плавающих» пальцев зазор обычно лежит в пределах 0,01–0,02 мм, а у фиксированных пальцев натяг составляет в среднем 0,02–0,04 мм.

Сборка поршней с шатунами выполняется различными способами в зависимости от того, какой тип пальцев используется. «Плавающий» палец входит в отверстие бобышки поршня «от руки». Важно только не перепутать направление уста-

новки деталей и не забыть смазать палец маслом. Далее следует установить в канавки новые стопорные кольца, причем их стыки должны быть ориентированы в направлении движения поршней, иначе кольцо может выскочить из канавки при работе двигателя. По этой же причине нельзя использовать стопорные кольца, бывшие в употреблении.

У некоторых старых отечественных двигателей посадка пальца в поршне может быть слишком плотной. Использовать молоток для «заколачивания» пальцев нельзя, достаточно прогреть поршни до 60–80°C, и пальцы войдут «от руки».

В конструкциях с фиксированным пальцем сборка сложнее. Во-первых, необходима оправка, обеспечивающая точную установку пальца по середине поршня. Кроме того, шатун следует нагреть в муфельной печи или в крайнем случае на электроплите до 280–320°C, чтобы палец свободно вошел в отверстие его верхней головки. Ни в коем случае нельзя использовать открытое пламя для нагрева шатуна, а также «забивать» палец молотком, что иногда практикуется в некоторых мастерских.



Повышенный зазор в канавке поршня — верная причина большого расхода масла.

Проверка поршневых колец

Бывает, что производители поставляют поршни без поршневых колец. Учитывая большое количество модификаций, которые имеют некоторые двигатели, желательно проверить высоту и радиальную ширину поршневых колец на предмет их соответствия канавкам поршней.

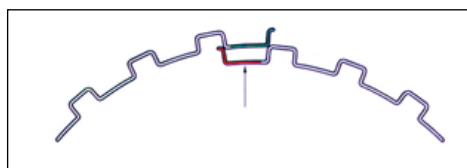
Зазор между торцами кольца и канавки можно определить различными способами, но проще всего установить кольцо в канавку и воспользоваться набором щупов. Торцевой зазор должен составлять в среднем 0,05–0,1 мм. Если зазор оказывается свыше 0,12 мм, то это означает, что кольцо или канавка поршня имеют недопустимые отклонения размеров.

Не менее важно проверить зазор в замках колец, для чего кольца поочередно устанавливают в верхнюю часть цилиндра. Зазор в замке измеряют с помощью набора щупов. Он составляет в среднем 0,4–0,6 мм.



Для установки колец на поршень лучше всего пользоваться специальными клещами.

Попадание звеньев расширителя внахлест — типичная ошибка начинающего моториста.



Установка колец на поршень

Это простая, но ответственная операция — неаккуратность может привести к поломке кольца (чаще всего ломаются средние кольца) или значительному росту расхода масла у отремонтированного двигателя (если нарушить ориентировку колец).

На верхних кольцах направление сборки обычно обозначается словом TOP (вершина). Стороной с этой надписью кольцо должно быть обращено к днищу поршня. Средние кольца скребкового типа монтируются скребком вниз. У колец с фаской на внутренней поверхности фаска чаще всего обращена вверх.

При установке колец особое внимание следует обращать на наборные маслосъемные кольца с двухфункциональным пружинным расширителем — важно, чтобы при монтаже дисков кольца звенья расширителя у стыка не встали внахлест.

Среднее и верхнее кольца устанавливают на поршень после монтажа маслосъемного. Для того чтобы не сломать и не деформировать кольца, желательно пользоваться специальными клещами. После установки колец необходимо проверять легкость их вращения в канавках.

Установка поршней в блок цилиндров

Прежде чем начинать этот этап сборки, следует установить кольца так, чтобы их замки располагались под углом 120°. При этом стык пружины коромыслового маслосъемного кольца должен быть развернут на 180° относительно замка самого кольца, а стык расширителя — на 120° относительно замков дисков наборного кольца.

Поверхность цилиндра, юбки поршней, кольца и шатунные вкладыши смазывают маслом, после чего кольца обжимают с помощью специальной

оправки — ленточной или конической. Устанавливая поршни с шатунами в цилиндр, следует проверить направление сборки (обычно на поршнях иностранного производства ставится стрелка, указывающая на передний носок коленвала). Далее поршни проталкиваются в цилиндр легкими ударами рукоятки молотка. При этом надо следить, чтобы поршень продвигался без усилий, иначе можно сломать кольца (чаще всего ошибки на этой операции приводят к поломке коромыслового маслосъемного кольца или недопустимой деформации дисков наборного кольца).

После затягивания болтов крышек шатунов обязательно контролируется величина выступа днища поршней над верхней плоскостью блока (при положении поршней в ВМТ). Это значение определяется заводом-изготовителем двигателя. Если таких данных нет, то, с учетом толщины прокладки, зазор между поршнем и головкой блока не должен быть меньше 1 мм.

На этом сборка шатунно-поршневой группы закончена. Однако деталям ЦПГ еще предстоит обкатка на пониженных оборотах и нагрузках. При этом детали взаимно прирабатываются, загрязняя масло частицами износа, вследствие чего первую замену масла и масляного фильтра проводят не позднее, чем через 500 км пробега после ремонта.



Вставлять поршни в сборе с кольцами и шатунами в цилиндр удобно с помощью ленточной оправки.

Допуски на диаметр цилиндра	
Номинальный размер цилиндра, мм	Допуск, мм
30-50	0,011
50-80	0,013
80-120	0,015
120-180	0,018

Наша справка.

Приобрести запчасти фирмы Kolbenschmidt для двигателей и получить техническую консультацию можно на фирмах:

«Мотор-Тех Сервис-1», тел.: (095) 704-4194, 559-9174.

«Механика», тел.: (095) 107-1861, 389-1988.

Кроме того, на фирме «Механика» можно расточить и отхонинговать блок цилиндров, а также сделать капитальный ремонт двигателя.

«Моторист-конструктор»,

или как правильно собрать двигатель

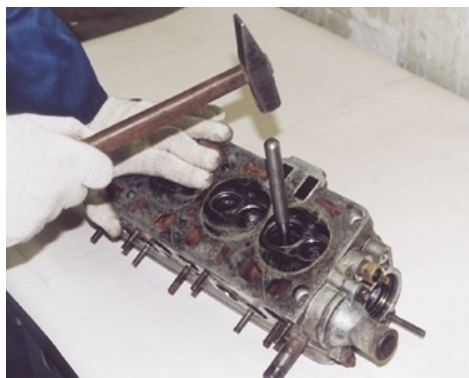
(Начало в №№ 1,2/2001)

АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ
кандидат технических наук

В предыдущих публикациях мы познакомили читателей с технологиями ремонта и сборки кривошипно-шатунного механизма и поршневой группы, рекомендованными известной немецкой фирмой Kolbenschmidt. Но надежность и долговечность двигателя определяются не только этими узлами — многое зависит и от газораспределительного механизма, о сборке которого речь пойдет ниже.

Во время эксплуатации головка блока цилиндров и газораспределительный механизм изнашиваются, а также могут повреждаться. Как и в других механизмах двигателя, не все дефекты видны «невооруженным глазом», — некоторые выявляются только после тщательных проверок и измерений.

Для проведения качественного ремонта моторист не может ограничиваться лишь разборкой и сборкой узла. Необходима тщательная дефектовка деталей, от которой зависит выбор способов ремонта, причем эта задача чаще всего ложится на плечи самого ремонтника. К тому же многие ремонтные операции удобнее выполнять непосредственно на СТО. Именно по этой причине мотористу необходимо прекрасно разбираться в технологиях ремонта деталей узлов, а не только в порядке их сборки. Иначе трудно рассчитывать на надежную работу двигателя после ремонта.



Как проверить головку блока?

Головка блока цилиндров — один из наиболее ответственных и нагруженных узлов двигателя, в котором монтируются детали газораспределительного механизма, имеются близко расположенные камеры сгорания, впускные и выпускные каналы, а также масляные магистрали и полости систем охлаждения и вентиляции. Естественно, при отклонениях в работе систем смазки и, особенно, охлаждения, а также при нарушении правил эксплуатации и техобслуживания в головке блока возникают дефекты, не только нарушающие нормальную работу двигателя, но и способные вообще привести к выходу его из строя.

Наиболее часто на практике встречаются деформации рабочих и привалочных поверхностей, вызванные перегревом, износ направляющих втулок и седел клапанов, выгорание участков поверхностей у камер сгорания, трещины, ослабление посадки и даже разрушения седел клапанов, механические повреждения камер сгорания из-за поломки поршней, шатунов, клапанов, и многое другое.

Выпрессовка направляющих втулок больших проблем не вызывает — нужна лишь подходящая оправка.

Специализированный станок для ремонта головок легко справится с обработкой отверстий гнезд и направляющих втулок.

Большинство из перечисленных дефектов может быть устранено с помощью правильно выбранной технологии ремонта без ущерба для надежности и долговечности двигателя. Хотя при этом следует учитывать и экономические соображения: в некоторых случаях ремонт получается чрезмерно трудоемким, а его цена — сопоставима или даже выше цены новой головки блока.

Проверку головки блока следует начинать с тщательной мойки и очистки. Иногда бывает полезным даже слегка «пройтись» соответствующим режущим инструментом по поверхности седел — известны случаи, когда трещины и иные их дефекты обнаруживались лишь на самой последней стадии ремонта, непосредственно перед сборкой.

Особое внимание следует уделить привалочной плоскости головки. Профессиональный ремонт предполагает обязательную обработку этой





Проверка клапана на биение фаски — операция обязательная.

Чтобы определить износ стержня клапана, потребуется микрометр.



плоскости «как чисто». Однако при сильной деформации плоскости (измеряется с помощью ледяной линейки и набора щупов) этого недостаточно, может потребоваться растачивание отверстий подшипников распределительного вала из-за нарушения их соосности, а в наиболее тяжелых случаях сильного перекоса седел и направляющих втулок клапанов может потребоваться их замена.

Все дефекты, выявленные на поверхности камеры сгорания, необходимо проанализировать на предмет необходимости их ремонта. Такие дефекты, как забоины, трещины, оплавленные и изъеденные коррозией участки вблизи седел клапанов и окантовки прокладки головки блока обычно ремонтируются сваркой. Однако от расположения и размера дефектов зависят способы ремонта. Может потребоваться большой объем подготовительных работ (к примеру, удаление седел) или дополнительных ремонтных операций (расточка подшипников из-за больших деформаций головки после сварки).

Проверка направляющих втулок клапанов сводится к определению зазора в отверстии втулки со стержнем клапана. Измерить зазор можно как непосредственным определением размеров деталей микрометром и нутромером, так и косвенно — с помощью стойки с индикатором по «качанию» клапана во втулке. Тем не менее, отметим, что профессиональный подход к ремонту предполагает замену направляющих втулок, клапанов и гидротолкателей. Такое правило не лишено оснований — после ремонта должны быть восстановлены до номинальных все зазоры, геометрия сопряженных деталей (выступление клапанов, размеры фасок клапанов и седел) и взаимное расположение поверхностей (некруглость, неплоскостность, несоосность, непараллельность, перпендикулярность). Иначе бессмысленно говорить о высоком ресурсе двигателя после ремонта. Поэтому использование старых деталей и «выбрасывание» из ремонтных технологий отдельных операций по механической обработке поверхностей — неоправданное исключение, позволяющее «ускорить» ремонт и «сэкономить» деньги (в том числе, клиенту СТО), а вовсе не правило профессионального ремонта.

Как отремонтировать головку блока?

Наиболее серьезные повреждения головки блока цилиндров, о которых мы упомянули выше, требуют замены седел клапанов.

Очевидно, новое седло должно быть установлено концентрично отверстию в направляющей втулке клапана. А если втулка изношена? Тогда точно обеспечить соосность седла и втулки не получится. Поэтому перед заменой седел приходится вначале заменить направляющие втулки клапанов. Хотя эта операция хорошо освоена на многих СТО, иногда можно встретить нарушения технологии этой работы, прямо или косвенно способствующие снижению ресурса деталей.

Выпрессовать (выбить) втулку из гнезда в головке, как правило, больших проблем не составляет. Для этого необходима ступенчатая оправка («выколотка») с направляющей частью, заходящей в отверстие втулки. Выпрессовка осуществляется в направлении от седла клапана, причем диаметр стержня оправки должен быть заметно меньше диаметра гнезда, которое легко повредить. Отметим также, что выбить «твердые» втулки (чугун, сталь, металлокерамика) из алюминиевой головки блока легче, если нагреть головку в печи до 150-180°C (но не выше 200°C, иначе головка может деформироваться). Кроме того, перед выпрессовкой втулок желательно очистить ту их часть, которая выступает в каналы впуска-выпуска. В противном случае



Многообразие клапанов и направляющих втулок для различных двигателей требует от моториста умения работать с каталогами.

нагар, покрывающий втулку, может повредить гнездо.

Дальнейшие действия ремонтников тоже не всегда безупречны. Первый вопрос — какие втулки устанавливать? Вопрос совсем не праздный, поскольку некоторые модификации двигателей могут иметь различные материалы втулок. А об отечественной продукции вообще отдельный разговор — в продаже встречаются втулки, изготовленные из мягких сталей, с несоосностью отверстия и наружной поверхности и недопустимыми отклонениями посадочных размеров. Поэтому к выбору поставщиков следует относиться со всей серьезностью, иначе автосервису придется тратить немало времени на замену приобретенной некачественной продукции.

Но вернемся к направляющим втулкам. Обычно производители деталей двигателей (включая и фирму Kolbenschmidt) изготавливают втулки из серых чугунов и бронз. Серый чугун для втулок должен иметь мелкозернистую перлитную микроструктуру, причем для форсированных двигателей в состав материала для снижения трения и износа добавляют фосфор, а для двигателей с наддувом — еще и хром.

В двигателях немецкого производства (BMW, Mercedes, Audi-VW) обычно применяются бронзовые направляющие втулки. Для не слишком форсированных моторов это обычные сплавы с содержанием цинка и алюминия, а для наиболее форсированных в них вводятся добавки кремния, никеля и других металлов. Бронзовые втулки лучше отводят тепло от нагретых клапанов, но дороже, чем чугунные, из-за чего некоторые двигатели даже имеют разные материалы для втулок впускных и выпускных клапанов. Отметим также, что сложные в производстве и дорогие металлокерамические втулки — редкость, поскольку им не уступают чугунные изделия с правильно подобранным химсоставом, микроструктурой и твердостью.

Итак, втулки приобретены, что дальше? Очевидно, проверка натяга втулок в гнездах, что требует точного измерения наружного диаметра каждой втулки и отверстия каждого гнезда. Полученная величина натяга должна соответствовать данным производителя двигателя, но в среднем натяг составляет 0,03-0,07 мм. Слишком малый натяг ведет к перегреву клапана, просачиванию масла по наружной поверхности втулки и даже ее





Фаски и торцы клапанов лучше всего обрабатывать на специализированном шлифовальном станке.

выпадению из гнезда. Большой натяг может спровоцировать повреждение деталей и поломку втулки при установке.

Установку втулок лучше производить с разностью температур деталей, для чего головку блока следует подогреть до 150-180°C, а втулку — охладить с применением «сухого» льда, жидкого азота или в крайнем случае просто в морозильной камере. Запрессовка втулок осуществляется в направлении к седлу клапана ударным способом той же оправкой, что и для выпрессовки. При установке втулок с тонкими стенками посадочного пояса для маслосъемного колпачка на оправку необходимо установить дополнительную, специальную втулку, защищающую тонкую часть направляющей втулки (иначе втулка, скорее всего, будет сломана).

Если гнездо для направляющей втулки повреждено и обеспечить необходимый натяг невозможно, придется ставить ремонтные втулки с увеличенным на 0,1-0,2 мм наружным диаметром. Естественно, придется увеличить диаметр гнезда, и сделать это необходимо с помощью соответствующего станочного оборудования. Хотим предостеречь от использования ручного инструмента (дрель, сверла, развертки) — в этом случае легко сместить обработанное отверстие от его первоначальной оси. Поэтому не удивляйтесь, если после такой «работы»

Альтернативное решение для СТО — ручное приспособление Neway для правки фасок клапанов.



потребуется «глубокая» обработка седел, а клапаны будут торчать вверх на разной высоте, как грибы в лесу.

Заключительная стадия установки втулок — калибровка их отверстий развертками. Больших проблем эта работа не вызывает, но есть одна тонкость. Стремление некоторых ремонтников к «плотной» посадке деталей распространяется не только на поршневую группу, но и на клапанный механизм. Поэтому и здесь номинальный зазор клапана во втулке (в среднем 0,02-0,05 мм для впускных клапанов и 0,025-0,065 мм для выпускных) воспринимается ими как «прослабленный». Между тем известно немало случаев заклинивания клапанов в направляющих втулках и полного выхода двигателя из строя с дальнейшей неремонтопригодностью головки блока именно из-за этой пресловутой «болезни малых зазоров».

Клапаны, которые будут установлены в отремонтированную головку блока цилиндров, требуют к себе не меньшего внимания. Старые клапаны необходимо проверить — не исключено, что они имеют незначительный износ и вполне работоспособны.

Проверяется диаметр стержня в трех сечениях по высоте, его деформация, износ фаски и торца стержня. Износ стержня не должен превышать 0,01-0,02 мм, иначе клапан подлежит обязательной замене. Следует также убедиться, что тарелка клапана не имеет трещин, а стержень — заборин и дефектов в верхней части (подобные дефекты часто появляются в результате так называемой «ударной» разборки).

Для проверки деформации стержня служат специальные измерительные приспособления. С их помощью легко определить биение фаски относительно стержня клапана. Если биение превышает 0,03-0,05 мм, то клапан деформирован и подлежит замене.

Для двигателей с гидротолкателями особое значение имеет износ фаски клапана. Дело в том, что ремонт фаски клапана и седла приводит к «утопанию» клапана, фактически — к уходу его стержня вверх относительно головки блока. Это может стать причиной нарушения работы гидротолкателей — их плунжеры будут иметь слишком малый ход во втулках, из-за чего клапаны способны «зависнуть» в открытом положении при работе двигателя.

Если износ и деформация клапанов невелики, то их фаски и торцы доводятся на соответствующих шлифовальных станках (для правки фасок существуют и ручные приспособления). Во всех остальных случаях клапаны необходимо заменить на новые. Однако здесь ремонтника могут также поджидать опасности и разного рода «подводные камни».

Первое, о чем надо сказать, — это большое число модификаций клапанов на некоторых иностранных двигателях.

При этом у клапанов могли изменяться не только диаметр тарелки, длина и диаметр стержня, но даже размеры и число канавок для сухарей. Кроме того, изменениям иногда подвергается материал клапана и тип покрытия стержня и фаски. Исключить ошибки поможет грамотная работа с каталогами производителей и личный опыт моториста.

Производители клапанов изготавливают клапаны двух типов: цельные и сварные — биметаллические. Цельные клапаны из одного материала (обычно жаростойкая сталь), должны противостоять и тепловому воздействию горячих газов на тарелку, и механическому износу. С ростом форсирования двигателей выполнить эти требования одновременно в одном материале затруднительно. Поэтому широкое применение нашли биметаллические клапаны, у которых тарелка из жаростойкого сплава сварена встык со стержнем из легированной стали. Такую конструкцию чаще всего имеют выпускные клапаны.


Ориентировочные значения зазоров между стержнем клапана и отверстием в направляющей втулке

Диаметр стержня клапана (мм)	Впускные клапаны (мм)	Выпускные клапаны (мм)
6-7	0,01-0,04	0,025-0,055
8-9	0,02-0,05	0,035-0,065
10-12	0,04-0,07	0,055-0,085

Для увеличения износостойкости фаски в условиях высоких температур и агрессивной среды газов на нее нередко наносят покрытие из твердого сплава. Стержень для повышения износостойкости иногда хромируют, а его торец у всех без исключения клапанов закален (обычно применяется закалка токами высокой частоты — ТВЧ).

Основная задача моториста при замене клапанов — выбрать именно такие клапаны, какие стояли в двигателе с его «рождения». Очевидно, замена «родных» клапанов на более дешевые варианты, а также использование клапанов сомнительного происхождения — прямой путь к вторичному ремонту головки блока цилиндров в скором будущем.

К такому же результату может привести и неаккуратность в работе персонала СТО. К примеру, набивание керном на тарелках клапанов различных меток. Или попадание в отверстие направляющей втулки абразива — он способен быстро «слизть» со стержня даже самое твердое хромовое покрытие.

Теперь, когда с клапанами все ясно, можно приступить к ремонту седел. Но об этом — в наших будущих публикациях. 

Наша справка.

Приобрести инструмент Neway для ремонта головок блока цилиндров, получить техническую консультацию и выполнить необходимый ремонт можно на фирме «Мотортехнология», тел.: (095) 369-3413, 369-4321.

«Моторист-конструктор», или как правильно собрать двигатель

(Окончание. Начало в №№ 1-3/2001)

ДМИТРИЙ ДАНЬШОВ
директор фирмы «Механика»,
АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ
кандидат технических наук

Знакомство с опытом и рекомендациями немецкой фирмы Kolbenschmidt по сборке двигателя позволяет сделать следующий вывод: грамотно собрать двигатель способен только моторист, владеющий технологиями ремонта его деталей. Это наглядно проявляется при сборке головки блока цилиндров, многие операции которой (в том числе ремонт седел клапанов) обычно выполняются непосредственно на СТО. О них и пойдет сегодня речь.

Ремонт и сборка головки блока, как, впрочем, и других узлов двигателя, начинается с проведения необходимых измерений и проверок. Причем особое внимание необходимо уделять именно седлам клапанов.

Зачем это нужно?

Седло клапана — едва ли не самый ответственный элемент головки блока, в чем легко убедиться, анализируя условия работы клапана. Одно из главных условий — это надежное уплотнение сопряжения клапана с седлом, при котором утечки газов из камеры сгорания минимальны, а компрессия — максимальна. Выполнение этого условия одновременно означает обеспечение хорошего теплового контакта клапана с седлом. Другими словами, плотное прилегание клапана к седлу позволяет отводить тепло от нагретой горячими газами тарелки через седло в головку



Чтобы удалить старое седло, его растачивают (а) до момента, пока оставшееся тонкое кольцо не провернется (б). После чего гнездо растачивают «как чисто» или под готовое новое седло (в).

блока, охлаждаемую жидкостью. И наоборот, любое нарушение герметичности в сопряжении клапана с седлом приводит к нарушению нормального теплового режима тарелки, седла и возникновению опасных дефектов, грозящих разрушением деталей.

Очень важно, чтобы герметичность сопряжения сохранялась в течение всего срока службы двигателя. Это достигается приданием уплотняющим фаскам седла и клапана специального профиля, компенсирующего износ сопряженных поверхностей. Кроме того, правильная геометрия седла уменьшает сопротивление при впуске топливоздушной смеси и выпуске отработавших газов, учитывая экономические и мощностные показатели двигателя.

Вполне естественно, что в процессе эксплуатации седла и фаски клапанов изнашиваются. Нередки и более серьезные дефекты седел, которые удается обнаружить при тщательном контроле головки блока.

Как проверить седло?

Прежде чем приступить к проверке, необходимо тщательно очистить поверхность камер сгора-

ния и седел — под слоем нагара могут скрываться трещины. Особое внимание следует обратить на «отмытые» от нагара в процессе работы двигателя поверхности камер, резко отличающиеся от других камер по цвету: именно здесь наиболее вероятно обнаружение всяческих сюрпризов.

В зависимости от характера дефектов принимает-

ся решение о ремонте старых седел или необходимости замены их на новые.

Менять седло необходимо в следующих случаях:

- обнаружена трещина в стенке камеры сгорания, и предполагается ремонт головки блока сваркой;
- седло повреждено разрушившимся клапаном или поршнем;
- есть подозрение на ослабление посадки седла в головке;
- вокруг внешнего диаметра седла наблюдаются следы коррозии;
- на седле обнаружена трещина или имеются следы его обгорания;
- большой износ седла, ведущий к его чрезмерному «углублению» при ремонте.

Последний дефект может привести к тому, что тарелка клапана сильно «провалится», и стержень клапана выдвинется вверх, нарушив работу гидротолкателя.

Если один из указанных дефектов обнаружен, необходимо заменить дефектные седла, строго соблюдая технологию замены. Такая технология рекомендована, в частности, фирмой Kolbenschmidt.

Как заменить седло?

Вообще говоря, замена седла — операция несложная и может быть выполнена несколькими способами.

Вначале необходимо удалить старое седло. Для этого удобнее всего использовать специализированный станок для ремонта головок блока, хотя вполне допустимо использовать универсальное станочное оборудование (расточной или фрезерный станок) или даже ручные приспособления для ремонта седел.

Перед обработкой с помощью направляющего стержня (пилота) головка блока устанавливается



Специализированный станок для ремонта ГБЦ — вещь дорогая и применяется обычно при «серийном» ремонте (а). При небольших объемах ремонта достойная альтернатива — специализированные приспособления с ручным приводом (б).

Специализированный станок для ремонта ГБЦ — вещь дорогая и применяется обычно при «серийном» ремонте (а). При небольших объемах ремонта достойная альтернатива — специализированные приспособления с ручным приводом (б).

на станке так, чтобы обеспечить соосность отверстия направляющей втулки и режущего инструмента. Если настроить резец на размер, чуть меньший наружного диаметра седла, то после растачивания оставшаяся тонкая часть седла, как только она начнет вращаться, легко удаляется вручную.

Гнездо седла желательно расточить для обеспечения его соосности с направляющей втулкой. В головках двигателей старых конструкций, имеющих толстые стенки, допустимо обработку гнезда не проводить, если его поверхность не имеет дефектов и чрезмерных отклонений от цилиндричности.

При наличии трещин в головке блока их разделяют и заваривают, и лишь после обработки сварных швов растачивают гнезда для седел. В подобных случаях обязательен и контроль на герметичность рубашки (опрессовка) головки — его также необходимо делать при любом подозрении на наличие скрытых трещин.

Сама опрессовка — операция не сложная, однако достаточно трудоемкая. Ее проводят в горячей воде сжатым воздухом под давлением 5-6 атм — обычно этого достаточно, чтобы пузырьки в местах скрытых трещин сделали их видимыми.

При растачивании гнезда на станке следует придерживаться определенных режимов резания: для чугунных головок — 100-250 об/мин без масла, а для алюминиевых — 400-600 об/мин с маслом. После обработки диаметр гнезда у двигателей прошлых лет выпуска должен быть в среднем на 2,5 мм больше диаметра тарелки клапана, а глубина — 4,5-6,5 мм. У новых моторов диаметр гнезда под седло может и не превышать диаметра тарелки из-за недостаточной толщины стенок.

Новые седла изготавливаются из специальных чугунов или спеченных материалов. Некоторые фирмы выпускают заготовки седел в виде труб с соответствующими наружным и внутренним диаметрами либо уже готовые седла с увеличенным наружным диаметром.

Материал седла имеет решающее значение для долговечности и надежности двигателя. Поэтому некоторые производители (включая фирму Kolbenschmidt) выпускают седла из специальных

Ручной инструмент NEWAY для ремонта седел — удачное решение.



материалов. Так, для высоконагруженных моторов находит применение композиционный материал — высокодисперсный карбид вольфрама, распределен-



Установка нового седла выполняется с помощью оправки (а) ударным способом (б).

ный в матрице из инструментальной стали. По твердости и прочности такой материал подобен чугуну, но имеет более высокую износ- и теплоустойчивость. При введении в стальную матрицу специальных добавок седло приобретает свойства керамики со смазывающими свойствами в условиях высоких температур. Тем самым предотвращается эрозия седла, вызываемая микросваркой седла с поверхностью клапана, что случается с обычными материалами седел у газовых двигателей и тяжело нагруженных дизелей.

Рекомендуемый натяг седел в головке блока цилиндров

Наружный диаметр седла, мм	Чугунная ГБЦ, мм	Алюминиевая ГБЦ, мм
20-30	0,08	0,12
30-40	0,11	0,15
40-50	0,13	0,18
50-60	0,16	0,20
60-70	0,18	0,22

При изготовлении седла важно выдержать натяг (в среднем 0,1-0,15 мм) по наружному диаметру и «не промахнуться» с внутренним диаметром, который обычно меньше диаметра тарелки клапана на 2,5 мм. Кроме того, необходимо выполнить на седле заходную фаску, исключая задир гнезда при установке седла.

Установка седла — наиболее ответственный этап работы. Если замеры седла и гнезда выполнены правильно, в отверстии гнезда не осталось стружки, и приготовлена специальная оправка, можно приступать к запрессовке.

Для облегчения установки седла головку блока следует подогреть до 180-200°C, а само седло охладить в жидком азоте или углекислоте. Запрессовка осуществляется ударным способом и быстро, чтобы до ее окончания не произошло выравнивание температуры деталей.

Как поправить седло?

Изношенное или замененное седло обрабатывается для придания ему соответствующего профиля. Очевидно, этот профиль должен соответствовать форме тарелки клапана, иначе возможны негерметичность сопряжения, перегрев и разрушение тарелки и седла клапана.

Поверхность контакта тарелки с седлом должна располагаться на расстоянии 0,4-0,8 мм от наружного диаметра тарелки. Приближение по-

верхности контакта к кромке тарелки улучшает перенос тепла от клапана в седло. Но как только эта поверхность выходит на кромку тарелки, на ней концентрируется большой поток тепла, способный легко сжечь тарелку и седло. Перенос поверхности контакта ближе к стержню клапана также повышает температуру кромки тарелки (она «повисает в воздухе» и хуже охлаждается) и, кроме того, увеличивает гидравлическое сопротивление потокам топливовоздушной смеси и продуктов сгорания.

Чтобы добиться требуемого профиля седла, рекомендуется вначале обрабатывать основной угол седла (его обычно делают на 0,5-1° меньше угла фаски клапана, чтобы ускорить приработку клапана к седлу), затем — верхний угол для обеспечения высоты рабочей фаски седла, после чего — угол, примыкающий к поверхности камеры сгорания, обеспечивающий нужный диаметр седла.

Очень важна ширина рабочей фаски седла. Обычно для впускных седел ширина рабочей фаски составляет 1,0-1,5 мм, для выпускных — 1,5-2,0 мм. Для седел 16-клапанных моторов, имеющих диаметр тарелки менее 31-32 мм, ширину фаски можно уменьшить в 1,5-2 раза. При увеличении ширины фаски (и, соответственно, площади контакта) улучшается охлаждение тарелки, но труднее обеспечить герметичность. Последнее может вызвать утечки горячих газов и прогар седла или клапана. Напротив, узкая фаска отлично уплотняет, но срок службы клапана и седла сокращается из-за высоких механических нагрузок и температур на поверхностях контакта.

Для качественной обработки седел применяют разные методы: шлифовку, расточку специальными фрезами и резцами — вручную или на специализированных станках.

Наиболее простой способ обработки — твердосплавными ручными фрезами («шарошками»). Купить этот недорогой отечественный инструмент сейчас можно во многих местах. В результате обработки профиль седла получается несколько упрощенным, наблюдается незначительная неконцентричность седла и оси отверстия направляющей втулки. Все это, а также невысокая чистота и следы «дробления» инструмента требуют последующей притирки.

Прекрасные результаты дает использование инструмента американской фирмы NEWAY. На нём твёрдосплавные резцы имеют несколько режущих кромок и могут регулироваться по диаметру. Такой инструмент обладает достаточной универсальностью и обеспечивает хорошую точность и чистоту поверхности, которая не требует последующей притирки. Простота NEWAY делает его привлекательным для использования в условиях СТО.

Контроль прилегания клапана к седлу — необходимая процедура при ремонте седел.



Самые широкие возможности даёт обработка профильным резцом. В этом случае геометрия седла заложена в профиле самого инструмента. Ошибок и неточностей здесь уже быть не может. Сёдла получаются в точности такими, какими их спроектировали конструкторы мотора. Более того, все сёдла получаются одинаковыми, а для работы мотора это немаловажный момент. Проводить такую обработку позволяют не только специализированные станки, но и относительно недорогие установки с ручным приводом, выпускаемые иностранными фирмами.

Аналогичные возможности имеет и отечественная установка «Механика-2». Основой конструкции является самоустанавливающийся шпиндель с микроподачей.

Обработка седел на такой установке идёт минимум в три раза быстрее, чем ручными шарошками, за счёт одновременной обработки всех фасок седла, причем можно получить профиль любого сечения, а также удалить изношенное седло и обработать гнездо под запрессовку нового. Последнее весьма удобно при производстве тюнинг-овых и спортивных ГБЦ с «радиусным» профилем и увеличенным диаметром седла.

В промышленном ремонте используются специализированные «головочные» машины. В России такие станки пока не выпускаются, а из импортных моделей популярны SUNNEN, SERDI, BERCO и AMC. Такое оборудование позволяет выполнять любые необходимые операции и обрабатывать или заменять сёдла и направляющие на любых ГБЦ. Шпиндельная часть станка свободно перемещается по станине на воздушной подушке, что облегчает самоцентрирование резца.

Точность обработки седла на указанном оборудовании очень высока, что обеспечивает хорошую герметичность клапана после сборки узла. Напротив, после обработки недорогим ручным инструментом рабочая фаска седла нередко не концентрична оси отверстия направляющей втулки (несоосность более 0,02 мм), а поверхность фаски оказывается некруглой или имеет характерное «дробление». Тогда приходится прибегать к дополнительной операции — притирке клапана к седлу.

Притирка хорошо освоена и широко применяется на большинстве отечественных СТО. Более того, в некоторых мастерских весь процесс ремонта седел вообще ограничивают одной притиркой, получая в результате совершенно произвольную форму сопряжения седла и клапана. Зарубежные фирмы притирку не рекомендуют ни в каком виде, на что есть весьма серьезные причины.

Действительно, при высокой точности обработки, характерной для импортного оборудования, притирка не нужна. В России хорошее оборудование пока не распространено, а то, что используется, не дает нужной точности, из-за чего без притирки не обойтись. Но притирка — это неизбежное искажение формы седла и фаски клапана, насыщение седла абразивными частицами и в конечном счете заметное снижение ресурса двигателя. Так что притирать клапан или нет — решайте сами.

После тщательной мойки всех деталей проводят контроль герметичности клапанов. Быстрее всего эта проверка выполняется на специализированных вакуумных установках. Однако результат не всегда достоверен — усилие прижатия тарелки к седлу достаточно велико, и некоторые погрешности обработки (в частности, несоосность стержня и фаски клапана или отверстия направляющей втулки и седла) могут быть не замечены. На наш взгляд, даже простая проверка прилегания клапана «по краске» более достоверна. В некоторых мастерских герметичность клапанов проверяют, наливая в камеру керосин, но это сложнее и дольше.

Последняя проверка — на «выступление» стержня клапана — необходима в основном для двигателей с гидротолкателями. Если тарелка слишком сильно выступает в камеру сгорания, его стержень «утоплен», и гидротолкатель не выберет зазора в приводе — не хватит хода плунжера. Такая ситуация возможна после установки новых седел. При ремонте старых седел возможно «проваливание» тарелок, при котором клапаны после сборки головки могут зависнуть в открытом положении, оперевшись в полностью сжатые гидротолкатели.

В профессиональном ремонте обработка привалочной плоскости обязательна для каждой головки блока.



Что еще надо сделать?

Безусловно, отремонтированная головка блока перед сборкой должна иметь ровную привалочную плоскость. Восстанавливается плоскость обработкой на плоскошлифовальном или фрезерном станках, но наилучшие результаты дает обработка на специализированном станке (такое оборудование выпускается рядом зарубежных фирм). Определенную сложность представляет обработка головок дизельных двигателей с форкамерами. Форкамеры выполнены из жаропрочных сталей, а на некоторых моторах встречаются даже керамические форкамеры, обладающие очень высокой твердостью. Обработать плоскость такой головки можно специальным инструментом в виде блока абразивных секторов.

Строго говоря, форкамеры должны иметь выступание над поверхностью ГБЦ в пределах 0,02-0,05 мм. Соблюдение этого требования значительно усложняет работу: необходимо удаление форкамер, затем обработка ГБЦ по плоскости, затем запрессовка новых форкамер в головку прямо на столе шлифовального станка, а уже затем обработка только поверхности форкамер. На практике «хорошо сидящие» в головке блока форкамеры лучше без острой необходимости «не беспокоить». Их выступание при обработке плоскости получится само, за счёт «отжатия» инструмента — с твердой стенки форкамеры станок снимет меньше металла, чем мягкого материала головки.

Итак, все сделано — отремонтировано, восстановлено, проверено, промыто. Значит, можно собирать? Еще рано. Забыли проверить пружины клапанов — их длину в свободном состоянии и усилие при сжатии на определенную величину, регламентированные производителем двигателя.

Перед установкой клапанов в головку необходимо смазывать их стержни маслом, а при установке маслосъемных колпачков не стоит забывать их «со всей ненавистью» — на некоторых двигателях колпачки не имеют упора и легко могут оказаться порваны.

В остальном сборка головки блока обычно не вызывает затруднений. Перед установкой головки на блок цилиндров желательно повернуть распределительный вал в положение, соответствующее ВМТ 1-го цилиндра, а поршни поворотом коленвала несколько отвести от ВМТ, чтобы не погнуть клапаны. Осталось смазать болты головки блока, затянуть их и точно установить фазы газораспределения. **ABC**

Наша справка.

Ремонт ГБЦ, соответствующие инструмент, оборудование и запчасти — фирма «Механика», тел.: (095) 107-1861, 389-1988.

www.mehanica.ru

Инструмент NEWAY для ремонта ГБЦ, технические консультации и ремонт — фирма «Мотор-технология», тел.: (095) 369-3413/4321.



«Моторист-конструктор» или как правильно собрать двигатель?» (Продолжение, начало в №№1-2, 2001)

АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ,
кандидат технических наук

Ранее мы достаточно подробно рассказали о технологии сборки кривошипно-шатунного механизма, поршневой группы и головки блока цилиндров. Может показаться, что для правильной сборки двигателя вполне достаточно овладеть только этими технологиями. Но это только на первый взгляд. На самом деле одних технологий мало. Необходимо кое-что еще...

Представьте себе такую ситуацию: моторист работает, затягивает разные там гайки, болты. И вдруг... звонит телефон: зовут механика. Ну ладно, подошел, поговорил. И продолжил работу. Только болт один остался незатянутым – не успел как раз тогда, когда к телефону позвали.

Или на обед пригласили. А может, клиент приехал и срочно позвали проконсультировать. Да и вообще, мало ли сколько еще может быть подобных ситуаций, когда приходится отвлекаться от работы. А работа моториста требует особой внимательности и цена такой причины может оказаться весьма высокой.

Как исключить ошибки?

Практика показывает, что тривиальными вещами типа незатянутых болтов и гаек ошибки при сборке двигателя не ограничиваются. Назовем еще целый ряд весьма неприятных происшествий, как то:

- установка в двигатель неотремонтированных или незамененных деталей, пропущенных при дефектовке;
- установка некачественно отремонтированных деталей;
- установка некондиционных новых деталей;
- затяжка резьбовых соединений нерекондуемыми моментами;
- «забывчивость» моториста, когда какие-то операции или детали не контролируются вовсе.

Все эти ошибки, очевидно, приведут в лучшем случае к снижению ресурса отремонтированного двигателя, в худшем – к его досрочному выходу из строя и, как следствие, – к сложному и дорогому повторному ремонту. Отсюда следует весьма важный вывод – все сборочные операции должны тщательным образом контролироваться.

О необходимости контроля геометрии устанавливаемых в двигатель деталей мы уже не раз говорили, и, надеемся, никого убеждать в этом не нужно. В самом деле, что может быть проще – взял необходимые измерительные приборы, промерил размеры сопряженных деталей и убедился в пригодности или, наоборот, их непригодности к сборке.

А как быть с другими операциями? С той же затяжкой болтов? Посмотрел соответствующее руководство по ремонту и затянул – тоже не такая уж сложная работа. Однако все мы обычные люди – моторист не исключение. Он тоже может забыть затянуть болт или измерить что-нибудь. Тем более что двигатели год от года усложняются, и операций типа «измерь-затяни» становится все больше. И полагаться на свою, пусть даже феноменальную, память для моториста все труднее и труднее, можно даже сказать – ошибочно. Особенно когда у него «в работе» сразу несколько двигателей.

Как же быть? А очень просто: не стесняться – записывать. Естественно, не на клочках бумаги, а в специальной тетради в определенной последовательности. И это тоже будет своеобразный контроль не только деталей, но и самого себя.

Проверил – запиши!

Многолетняя практика моторного ремонта показала: если моторист записывает результаты всех сборочных операций определенным образом, то вероятность ошибок при сборке резко уменьшается. Здесь срабатывает некий психологический момент: нет смысла записывать то, что не проверено, а уж если записано – значит, действительно проверено.

Вести подобные записи удобнее в виде технологической карты – своеобразного протокола контрольно-измерительных операций. При этом в нем совмещен контроль моментов затяжки резьбовых соединений, результатов измерений размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей. Для удобства и простоты соответствующие разделы и пункты протокола должны соответствовать общему порядку выполнения всех сборочных операций.

В порядке приоритета в протокол целесообразно ввести в первую очередь контроль тех деталей, которые определяют работоспособность двигателя в целом. К примеру, наиболее подробно приходится «расписывать» и, соответственно, контролировать состояние кривошипно-шатунного механизма – дефекты в этом узле чреваты наиболее серьезными поломками. Но и другие детали и узлы никак нельзя обойти вниманием, особенно поршневую группу и привод газораспределительного механизма.

Некоторые разделы протокола могут дублироваться, – это результаты тех проверок, которые обычно проводят при дефектовке двигателя после разборки. Такой порядок вполне оправдан: даже при небольшом объеме работ моторного участка (3–5 двигателей в месяц) проблематично запомнить все неисправности и дефекты ремонтируемых двигателей. И нельзя быть уверенным в том, что какая-нибудь деталь «не проскочит» на сборку без ремонта.

В то же время при дефектовке далеко не всегда удается выявить все дефекты, однако детали, требующие ремонта или замены, не должны попасть в двигатель при сборке ни при каких условиях. В таких случаях повторный контроль совсем не лишней. Именно он нередко позволяет обнаружить разного рода «неочевидные» дефекты – трещины, деформации, ослабление посадки втулок и многое другое.

Тем не менее, при сборке главное внимание должно уделяться отремонтированным деталям. И не случайно: различные нарушения ремонтных технологий способны внести в геометрию деталей

ряд отклонений, которые не возникают даже после самой «грубой» эксплуатации. В соответствии с этим и построен протокол – с его помощью, как правило, удается «отловить» брак или, по крайней мере, снизить вероятность установки дефектных деталей в двигатель.

Протокол контрольно-измерительных операций при сборке двигателя

- Диаметры цилиндров и поршней:

№ цилиндра	1	2	3	4	5	6	Примечания
№ цилиндра							
№ поршня							
зазор, мм							0,03-0,10
- Несоосность коренных подшипников, мм: 0,02 max
- Битые шейки коленчатого вала (на призмах), мм:

костюрик	передний сальник	средний коренный шейки	задний сальник
0,03 max	0,03 max	0,02 max	0,03 max
- Размеры коренных подшипников:

№ цилиндра	1	2	3	4	5	6	7	Примечания
№ цилиндра								
№ поршня								
№ шейки вала								
зазор, мм								0,03-0,10
- Деформация шатунов:

№ шатуна	1	2	3	4	5	6	Примечания
№ шатуна							
деформация							0,03 max на диаметре цилиндра
- Размеры шатунных подшипников:

№ шатуна	1	2	3	4	5	6	Примечания
№ шатуна							
№ шейки вала							
зазор, мм							0,03-0,10
- Массы деталей, г:

№ цилиндра	1	2	3	4	5	6	Примечания
№ цилиндра							
шатун							
поршни							
комплект							разница не более 1,5%
- Затяжка коренных крышек, Нм:
- Осовый зазор в упорном подшипнике, мм: 0,05-0,20
- Зазоры в замках колец, мм:

№ цилиндра	1	2	3	4	5	6	Примечания
№ цилиндра							
дерево							0,3-0,7 мм
середине							0,2-0,7 мм
маслосъемное							0,2-0,7 мм (1,2 max для дюжей)
- Установка стопорных колец поршневых пальцев:
- Ориентация поршней и шатунов в блоке:
- Затяжка шатунных болтов, Нм:
- Выступание поршней от верхней плоскости блока:

№ цилиндра	1	2	3	4	5	6	Примечания
№ цилиндра							
выступание, мм							1,0 max
- Легкость вращения коленвала:
- Состояние маслонасоса:

осевой зазор шестерен, мм	подвижность редукционного клапана
	0,03-0,06
- Затяжка пробки слива масла:
- Деформация плоскостей, мм:

головки блока цилиндров	блочка цилиндров
	0,05 max
- Соответствие прокладки и головки блока цилиндров:
- Затяжка болтов головки, Нм:
- Установка фаз газораспределения:
- Затяжка болтов:

шкива коленвала, Нм	распревала, Нм	доп. шкивов, роликов, Нм	маховика, Нм
- Осовый люфт распревала, мм: 0,25 max
- Проливка двигателя маслом под давлением:
- Дефекты, замеченные, но не устраненные при сборке:

1	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>

Если рассматривать отдельные пункты нашего протокола, то вспоминается такая история. Инструктор подводит курсантов к самолету и спрашивает: «Видите надписи красными буквами около лючков на фюзеляже и крыльях? Так вот, они написаны кровью». То есть ошибка в работе технического персонала неминуемо ведет к аварии или катастрофе.

Автомобиль, конечно, не самолет, но последствия ошибок моториста могут стоить недешево. А за каждым пунктом протокола, можете поверить, скрывается своя история дефекта деталей двигателя и ее последствий.

Наш ответ скептикам

Предвидим возражения некоторых «специалистов»: заполнять при сборке двигателя какие-то бумаги – только зря тратить время и увеличивать срок ремонта, который и так немалый. А время, как известно, это деньги!

Все правильно, если перед СТО задача – как можно быстрее сделать абы как, а получить побольше.

Ремонт двигателей, к сожалению, в подобную «технологическую» схему никак не укладывается,

а любые попытки ее реализовать на практике ведут к одному и тому же результату – двигатель обязательно и очень быстро выходит из строя.

Опыт показывает, что внедрение технологических карт (протоколов) сборки значительно увеличивает надежность двигателей после ремонта. Неисправности, конечно, могут случаться, но незначительные – к примеру, течь шлангов или нарушение контактов в разъемах проводки. Но эти мелочи случаются и на новых моторах. Серьезных же происшествий удастся избежать.

В результате то, что кажется излишней потерей времени, на деле окупается многократно, и срабатывает самая лучшая реклама для СТО – хорошая работа и довольный клиент. _____ **АБС**

Продолжение следует...



Точность — вежливость моториста

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

Ремонт двигателей — «дело тонкое» во всех отношениях. Аккуратность, внимательность и чистота — вот только некоторые из слагаемых успеха. Но главное — это точность. Точность во всем: при ремонте деталей, при сборке, при контроле всех сопрягаемых поверхностей. Очевидно, при этом не обойтись без измерительных приборов.

Времена, когда «шлифовщик шлифует, расточник растачивает, а моторист только собирает», т.е. гайки закручивает, похоже, уходят в прошлое. Сегодня на каждом уважающем себя и клиента сервисе, занимающимся ремонтом двигателей, присутствует необходимый комплект измерительного инструмента.

Без измерительного инструмента невозможна ни одна технологическая операция. Проточить коленчатый вал, расточить блок цилиндров, а также выполнить множество других работ по мехобработке деталей, чтобы привести их «в чувство», удается только с помощью точных измерений. Можно даже сказать, что измерения — основа любой моторной работы. И если без хорошего слесарного инструмента моторист, как без рук, то без измерительного инструмента он попросту — без глаз.

Естественно, чтобы измерять детали правильно и точно, нужен «правильный» инструмент, удобный и безотказный. Какой именно, попробуем разобраться, но сначала попытаемся сформулировать некие общие принципы измерения деталей.

Что будем измерять?

Ответ на этот вопрос позволяет определить, какой измерительный инструмент требуется на участке моторного ремонта. На первый взгляд кажется, что промерять рабочие поверхности деталей надо для того, чтобы сделать вывод: годятся ли эти детали для установки в двигатель или нет. Однако такие измерения, выполненные, что называется, «в лоб», могут оказаться слишком трудоемкими и вот почему.

В деталях двигателей существуют две группы размеров, контроль которых требует принципиально различных инструментов и приборов. К первой группе относятся разного рода отклонения от заданной геометрической формы и взаимного расположения рабочих поверхностей деталей. Сюда, к примеру, можно отнести такие пара-



метры, как взаимное биение шеек валов и неплоскостность привалочных поверхностей блока и головки блока. Обычно определить такие отклонения не составляет большого труда при наличии индикаторной стойки с призмами и лекальной линейки с набором щупов.

Другие параметры из этой группы, характеризующие взаимное положение рабочих поверхностей (например, неперпендикулярность цилинд-

Рычажная скоба с индикатором — инструмент прекрасный во всех отношениях. Только его точность при измерениях размеров большинства моторных деталей (2 мкм) явно избыточна.



ров к оси вращения коленвала или непараллельность осей шатунных и коренных шеек коленвала), измерять вообще чрезвычайно трудно — их допустимые значения должны быть обеспечены «правильной» технологией ремонта.

Вторая группа параметров — величины зазоров в сопряжениях деталей. То есть если в отверстие установлен вал, то между ним и отверстием существует зазор, по величине которого можно уверенно сказать, будет или не будет работать такое сопряжение.

В самом деле, если проанализировать все сопряжения в двигателе: поршень в цилиндре, поршневой палец в поршне и шатуне, коленчатый вал в подшипниках блока и шатунов, распределительный вал в подшипниках головки блока и многие другие, можно прийти к очевидному заключению, что абсолютное значение размера (диаметра) конкретного вала или отверстия имеет лишь второстепенное и далеко не главное значение.

Главное же — это зазор между ними, его в первую очередь необходимо обеспечить при ремонте деталей и контролировать при сборке двигателя.

Пойдем дальше — большое значение имеют отклонения формы рабочих поверхностей сопряженных деталей. Их нецилиндричность (эллипсность, бочкообразность, конусность, корсетность) сразу приведет к нестабильности рабочего зазора либо по окружности, либо по длине рабочей поверхности. И снова абсолютное значение диаметра не столь важно, главное — величина зазора и отклонения от цилиндричности.

Обычный микрометр позволяет измерить диаметр поршня с точностью в 0,01 мм. Этого вполне достаточно, надо только уметь пользоваться этим прибором.



Регулярная проверка микрометра с помощью концевых мер длины обязательна, чтобы быть уверенным в результатах измерений абсолютного размера.



Что же получается? А вот что: измерения таких параметров при ремонте двигателя должны давать результат в большей степени относительный, а вовсе не абсолютный. Это значит, что можно с особой тщательностью, с точностью до микрона, вымерять абсолютные размеры отверстия и вала, чтобы затем найти разницу между ними, т.е. рабочий зазор в сопряжении. Можно, но совсем не обязательно. А во многих случаях и не желательно, поскольку величина зазора не будет непосредственно измерена. Гораздо лучше постараться как можно точнее определить зазор в сопряжении и лишь затем, если надо, найти абсолютные размеры деталей (последнее, кстати, потребует лишь тогда, когда зазор окажется явно «не в допуске», для выяснения «виновника» этого отклонения).

Получаются, как говорится, «две большие разницы» — между абсолютными и относительными измерениями. Более того, разные цели измерений — абсолютный размер или относительный (зазор) — требуют разных измерительных инструментов, да и точность их может быть тоже разной.

Плюс-минус бесконечность?

«Надо взять как можно более точные приборы, промерить детали с микронной точностью — и нет никакой проблемы!» — слышим возражения некоторых специалистов. Что ж, разумно, давайте попробуем.

Вот великолепный импортный нутромер для измерения диаметров отверстий, прибор не дешевый, но и точность его соответствующая — 2 мкм. Чтобы ее добиться, нутромер снабжен специальным установочным прибором с соответствующим калибром. Лучше прибора не бывает! А вот рычажная скоба или микрометр с индикатором — точность измерений наружного диаметра вала те же 2 мкм — настраиваются по плоскопараллельным мерам длины (плиткам Йогансона). Осталось только взять эти два прибора, и — к двигателю.

Пробуем — результат отличный! Диаметры отверстия и вала измерены с завидной точностью, вычитаем одно значение из другого и получаем величину зазора в сопряжении — прекрасно! Берем «на вооружение» эту систему? Конечно, берем, да еще с другими поспорим, у кого такой нет,

что мы измерим лучше всех и точнее всех!

И вот наша великолепная измерительная система в эксплуатации — «трудится» день ото дня и на расточке от блока к блоку, и на шлифовке от коленвала к коленвалу, и на сборке. Идет время и ... однажды приезжает заказчик и говорит: «Просил сделать зазор в блоке с поршнем 0,03 мм, а



а

получилось вдвое больше! Сам замерял». — «А чем мерил?» — «Да как обычно, нутромер с микрометром». — «Э, брат, у тебя погрешность измерений не менее 0,02 мм. Это, по сравнению с нашими инструментами, плюс-минус бесконечность! У нас все правильно, видишь?»

Мы совершенно ничего не выдумали, т.к. не раз были свидетелями подобных сцен. И каждый раз получалось, что это заказчик ошибся, это у него приборы дешевые, плохие и неточные. Иностраный же прибор — он ведь врать никак не может, зря что ли деньги за него отвалили, и не малые?!

Только одна маленькая деталь — дорогостоящий импортный измеритель не панацея, когда

речь идет о моторном деле. Потому что прежде, чем делать, надо хорошо подумать. К примеру, о том, может ли «врать» самая лучшая измерительная система?

Оказывается, вполне, да еще как! Причина проста: за время работы оказались изношены калибры, по которым настраивают приборы. А это важно — ведь измеряются два абсолютных размера. Вот и пошла «гулять», постепенно нарастая, систематическая погрешность измерений. В конце концов точнейший импортный прибор стал давать никуда не годный результат — ту же «плюс-минус бесконечность», в которой еще недавно обвинялись простые и дешевые отечественные приборы, чему мы совершенно не удивляемся. Точнейшая, сложнейшая и дорогущая импортная техника, как мы уже установили ранее (см. № 12/2001), только тогда дает хороший результат, когда правильно применяется. В том числе без оглядки на то, что она — точнейшая и дорогущая. Иначе точности у нее не будет, а значит, и цена ей — грош.

Когда точность точности рознь

Сравнивая или оценивая те или иные измерительные системы, необходимо представлять, с какой точностью вообще надо проводить измерения размеров моторных деталей. Микрон — это, конечно, прекрасно, а надо ли?

Представьте: мы проводим измерения диаметров цилиндра и поршня с точностью 1 мкм. А какой должен быть зазор поршня в цилиндре?

Чтобы точно измерить относительный размер — зазор в цилиндре (а), нутромер настраивается по микрометру (б), предварительно уже настроенному на размер поршня.



б



Чтобы точно измерить абсолютный размер отверстия, необходимо настраивать нутромер по специальному кольцу-калибру. Для большинства моторных измерений такая точность не требуется.

Ответ: 0,04-0,06 мм. Получается, что наша «бешеная» точность здесь совершенно ни к чему — допуски на размеры деталей в десятки раз больше. То же самое относится и к подшипникам двигателя — допуски там почти такие же.

Но, может быть, точнейший прибор позволит нам точнейшим же образом (± 1 мкм) выдержать минимально допустимый зазор, чтобы обеспечить максимальный ресурс двигателя? По нашему мнению, такое стремление, по меньшей мере, наивно: отремонтировать цилиндр так, чтобы все отклонения от цилиндричности были бы меньше 0,01 мм, чрезвычайно трудно на любом оборудовании (кто не верит, пусть проверит).

Кроме того, любой самый точный прибор начнет безбожно «врать», как только попадет в несоответствующие его точности температурные условия. Для прецизионных измерений, как известно, необходимо строго поддерживать температуру в помещении на уровне $20 \pm 1^\circ\text{C}$. А где это выдерживают? Может быть, там, где пользуются самыми точными микронными приборами? Тогда давайте возьмем поршень в руку и подержим секунд 20-30, пока измеряем. Почувствовали разницу микрон эдак в пять-шесть? Зачем же копя ломать, добиваясь точности в одну тысячную мм?

Вот и получается, что точность измерения должна соответствовать реальным деталям и реальным условиям. А этот уровень для любого двигателя — та же «сотка» — 0,01 мм (исключение составляет лишь соединение поршневого пальца с шатуном и поршнем — там точность измерений должна быть выше). Для таких измерений не требуется ничего сверхъестественного — обычные измерительные приборы.

Подобные приборы в отечественной практике применяются очень широко. Это всем известные нутромеры и микрометры — простые, доступные и надежные. Самое же важное в другом — измерительная система «нутромер-микрометр» позволяет непосредственно измерить зазор в сопряжении деталей. Вал при этом измеряется микрометром, нутромер настраивается на этот размер, и далее с его помощью измеряется диаметр отверстия относительно вала, т.е. величина зазора, — просто и ясно.

Специалисты возражат: нутромер нельзя настраивать по микрометру — только по специальному кольцу-калибру. Действительно, кольцо позволяет исключить, главным образом, погрешность от износа ножек нутромера (ее контакт с цилиндрической

поверхностью кольца и с плоской поверхностью микрометра дает несколько разные результаты). Но тогда нельзя сразу измерить зазор, к тому же для микрометра потребуются свой калибр. В результате можем прийти к описанной выше ошибке, намного превышающей все возможные погрешности настройки нутромера по микрометру.

Горе от ума, или как не надо измерять

В некоторых мастерских приходилось наблюдать разного рода измерительные «изыски», не выдерживающие, по нашему мнению, никакой критики.

Есть, к примеру, такой прекрасный прибор — оптиметр. Он служит для очень точного измерения плоских деталей. Но народным умельцам это не важно — им надо поршень измерить. Микрометр или рычажная скоба им не интересны — они у всех есть, а клиента надо «напугать», чтобы уважал. Вот и стараются, измеряют бочкообразный поршень на оптиметре: поршень на столе прибора гуляет, как хочет (его наружная поверхность весьма далека от цилиндрической), стрелка индикатора скачет, как безумная. Но ничего, знай себе, меряют, только что получают в результате, сами не знают.

Или такой вариант: вместо обычного микрометра используют рычажную скобу с индикатором. Дело в принципе неплохое — рычажная скоба настраивается на нужный размер с помощью плоскопараллельных мер длины, после чего поршень можно измерить с точностью до 2 мкм. Да и шейку коленчатого вала легко «прокрутить» скобой и сразу получить эллипсность. Но если коленчатый вал — это понятно, там эллипсность должна быть не более 5 мкм, то причем здесь поршень с цилиндром? А вот если нутромер настраивать по измерительной скобе, то это уже совсем перебор — в обоих приборах есть пружинные элементы.

Видимо, действуют по известному принципу «глаза боятся, а руки делают». Только что руки делают, непонятно. Сами «мастера» этого не знают, но клиента пугают своей «точностью», без сомнения.

Мы — тоже за точность, только разумную, соответствующую допускам на детали, которые надо измерить. И за правильный выбор измерительного инструмента. Чтобы потом ничего не пришлось поправлять в измерениях — выйдет себе дороже.

Наша справка.

Качественно отремонтировать блок цилиндров, коленчатый вал, головку блока или двигатель в целом можно в Специализированном моторном центре «АБ-Инжиниринг».

Тел.: (095) 158-7443, 158-8153

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



Импортный нутромер с установочным прибором — отличная вещь. Но вовсе не панацея от ошибок в «кривых» руках.

Демонстрируем, как **не надо** измерять диаметр поршня. Точность оптиметра — 1 мкм, погрешность измерений — «плюс-минус бесконечность».

