

Как поправить коленвал?

Сергей БУРАВЦЕВ

кандидат технических наук,

Александр ХРУЛЕВ

кандидат технических наук

Когда речь заходит о капитальном ремонте двигателя, от механиков часто слышишь:

«Отдам коленчатый вал шлифовщику, прошлифует, и все будет как надо...»

К сожалению, «как надо» получается редко, и качественно отремонтировать коленчатый вал только шлифовкой не удастся. Почему? Попробуем разобраться.

Коленчатый вал, без сомнения, одна из главных, если не самая главная, деталь двигателя, определяющая его надежность и долговечность. В этом убедиться нетрудно, достаточно сравнить цену коленвала с ценой любой другой детали двигателя. А раз так, то в случае износа или повреждения во время эксплуатации автомобиля коленчатый вал надо по-

стараться восстановить — это, как правило, заметно дешевле, чем покупать новый.

Но при восстановлении коленчатого вала надо помнить: его надежность и долговечность не должны снизиться. Иначе ремонт, каким бы легким и простым он ни был, окажется слишком дорогим, так как деньги и время будут потрачены зря.

К сожалению, подобная ситуация — не редкость в отечественной практике. На некоторых ремонтных предприятиях коленчатый вал в результате ремонта иной раз приобретает почти фантастические свойства — начинают «пропускать» его сальники, выходят из строя детали привода распределительного вала и даже коробки передач. Случается и так, что стремительно падает давление масла в системе, а при проверке оказывается, что коренные подшипники быстро изнашивались. Часто после ремонта заметно возрастают вибрации двигателя, да и работает он слишком шумно. Почему? Причин несколько, но, чтобы в них разобраться, сперва попробуем ответить на главный вопрос:

Задир на шатунной шейке — обычный результат работы вала при недостаточной смазке.



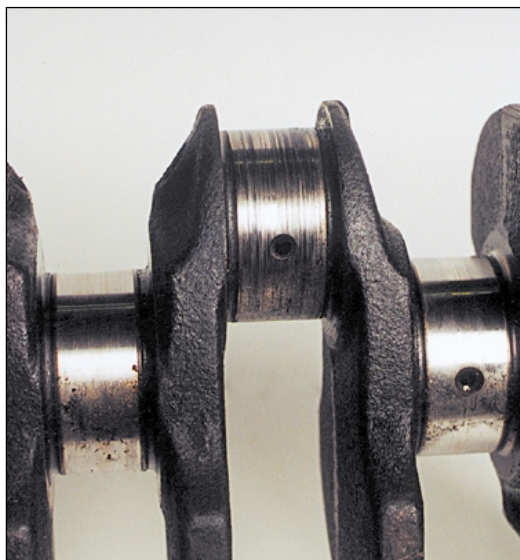
Что случилось с коленвалом?

Коленчатый вал — деталь не только очень дорогая, но и наиболее нагруженная (может, поэтому и дорогая). Силы, действующие на него, весьма велики. Это силы давления газов, передаваемые при сгорании топлива через шатуны от поршней, а также силы инерции от их возвратно-поступательного (вверх-вниз) движения. Более того, действующие силы переменны по величине и направлению, а значит, пытаются гнуть и ломать коленчатый вал одновременно в разных сечениях.

Чтобы противостоять таким нагрузкам, вал должен быть жестким и прочным, причем очень важна его усталостная прочность, т.е. способность выдерживать переменные нагрузки.

Одновременно поверхности шеек коленвала должны обладать способностью противостоять износу на протяжении многих тысяч часов работы. Ну а все вместе это достигается соответствующей конструкцией, материалами и технологией обработки коленчатых валов на заводе-изготовителе.

При нормальной эксплуатации коленвал будет работать очень долго. Но случается это, увы, не всегда. Если использовать масло низкого качества и неизвестного происхождения, не контролировать его уровень, менять масло и фильтр, «когда придется», гонять двигатель длительное время на максимальных режимах, да еще и недостаточно прогретым, то — будьте уверены — без последствий для коленвала это не пройдет.



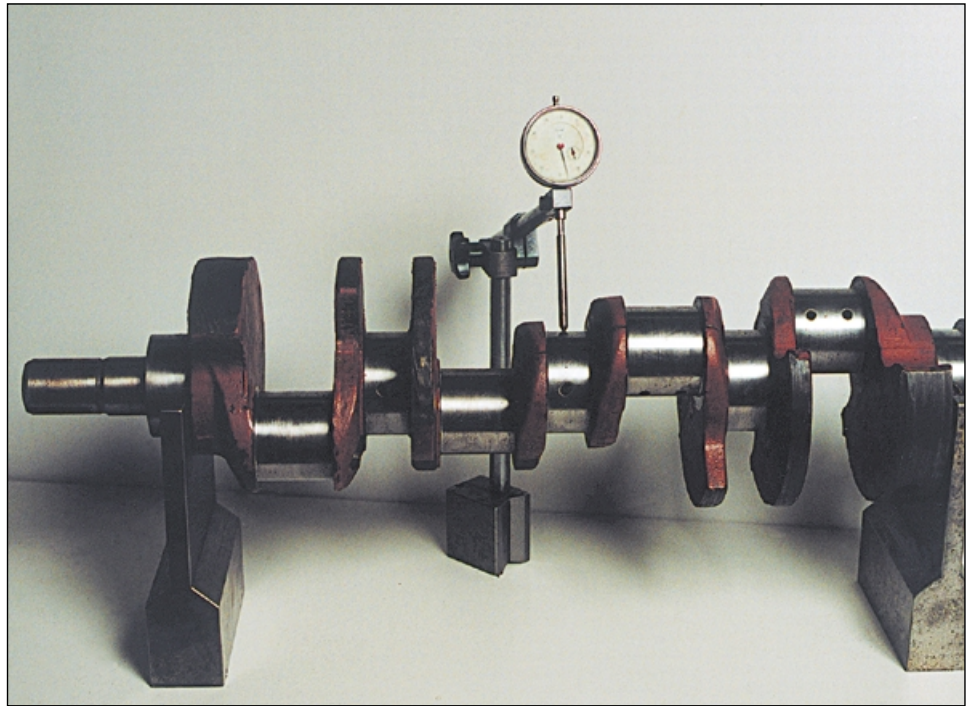
При проверке коленчатого вала перед ремонтом в первую очередь проверяется его деформация (взаимное биение коренных шеек).

Самые распространенные повреждения валов — из-за недостаточной смазки. В основном это задиры шеек, т.е. «схватывание» разнородных металлов в сопряжении «шейка-вкладыш» с переносом и наволакиванием металла одной детали на другую. Задиры всегда сопровождаются увеличением зазора в подшипнике, износом рабочих поверхностей с глубокими кольцевыми рисками, а иногда — перегревом и даже расплавлением вкладышей.

Задиры и износы, как правило, сами по себе не так страшны, — ведь у большинства двигателей шейки коленвала могут быть перешлифованы в ремонтный (уменьшенный) размер, причем даже не в один, а в несколько. Беда в другом — задр сопровождается местным нагревом поверхности шейки, иногда весьма и весьма значительным, в сотни градусов. А тут еще масло продолжает поступать. Чем не режим закалки?

После остывания такой вал обязательно окажется деформирован. Как? Очень просто. Та сторона шатунной шейки, которая воспринимает наибольшую нагрузку от шатуна, естественно, и разогревается сильнее. Нагрев — это расширение, значит, вал будет гнуться так, что щеки кривошипов по обе стороны этой шатунной шейки окажутся сведенными. Что же в таком случае будет с осью вращения вала? Она тоже изогнется, а это значит, что нарушится соосность коренных шеек вала, вал станет откровенно кривым. И такая ситуация возникает в 99% случаев задиров шеек.

Но как это повлияет на ремонт? Ну погнулся вал, и что? Ведь есть же ремонтные размеры! Пршлифовать его сразу во второй или даже в третий ремонт, и все дела!



Все да не все. На практике эта простота оказывается не только обманчивой, но и опасной.

Как не надо ремонтировать

Во многих мастерских на деформацию вала вообще не обращают внимания. Берут и шлифуют кривые валы, полагая, что после этого они становятся прямыми. И этого достаточно.

Недостаточно. Ведь на концах коленчатого вала находятся посадочные поверхности шестерен, шкивов, маховиков, а также рабочие поверхности под сальники. Все эти поверхности после шлифования кривого вала оказываются несоосными коренным шейкам, т.е. приобретают взаимное биение.

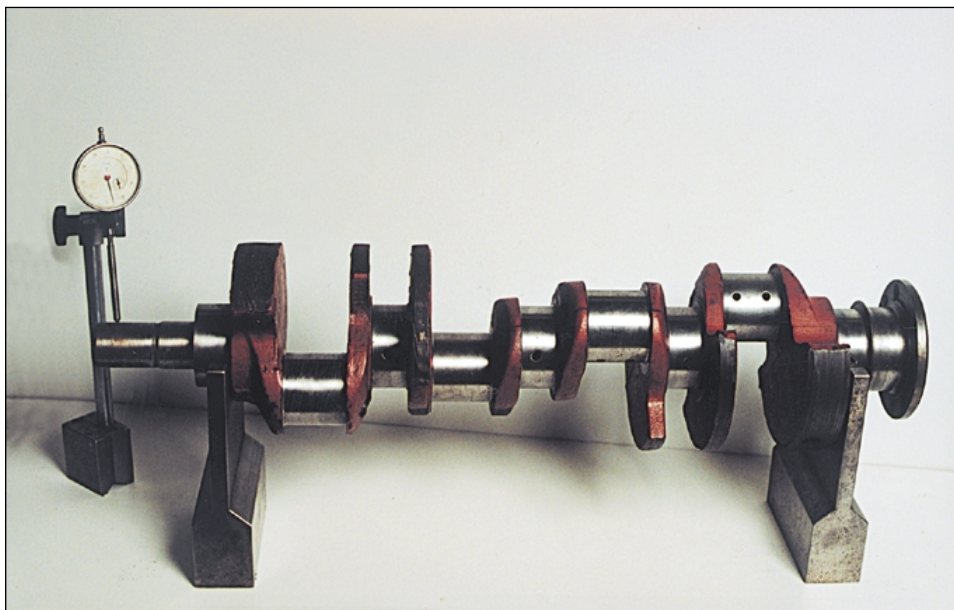
Согласно ТУ заводов-изготовителей, такие биения не должны превышать 0,010-0,020 мм. Куда там! После описанного «ремонта» иной раз и 0,1 мм можно почитать за благо. Что дает такое биение для двигателя, вкратце уже

рассказано выше. Добавим лишь, что при биении поверхности в 0,1 мм даже самый лучший и дорогой сальник не способен обеспечить герметичность. Такое же биение, например, звездочки цепи ГРМ приведет к резкому снижению ресурса цепи, значительному возрастанию шума и опасности поломки натяжителя и успокоителей. В свою очередь биение задней части коленчатого вала вызывает нагрузки на первичном валу коробки передач, подшипник которого вряд ли проживет долго.

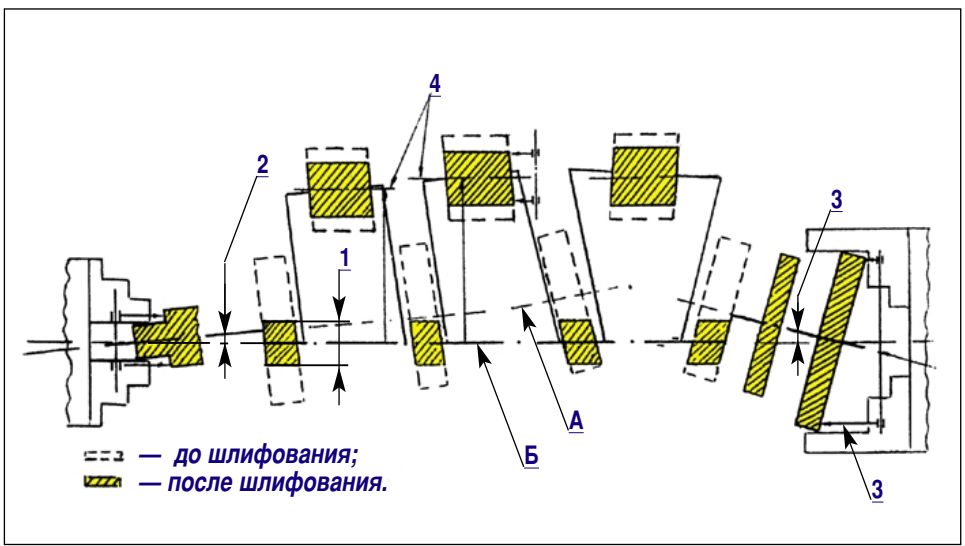
Но самое главное, вал станет неуравновешенным — его балансировка, тщательно выполненная на заводе-изготовителе, из-за смещения осей вращения шеек от их исходного положения нарушится. Свою лепту в это дело вносят и маховики, причем вибрация иной раз оказывается настолько сильной, что сама эксплуатация автомобиля с таким двигателем проблематична.

Нередко пршлифовать кривой коленчатый вал бывает просто невозможно. Например, если биение шеек превышает их максимальное ремонтное уменьшение, вал обычно выбрасывают и покупают новый. А это совсем недешево, особенно, если речь идет об иномарках. Но и шлифовать вал сразу в последний ремонтный размер тоже неразумно — ведь его ресурс в этом случае практически исчерпывается.

Еще одна проблема связана с радиусами кривошипов — при шлифовании деформированного вала они, скорее всего, окажутся разными. Тогда двигатель дополнительно получит вибрации от масс нижних головок шатунов, вращающихся на разных радиусах, и от разни-



У деформированного вала легко обнаружить биение хвостовика относительно крайних коренных шеек. Такой вал без правки шлифовать нельзя.



При шлифовании кривого вала приходится сильно занижать диаметры шатунных и, особенно, коренных шеек (1). Концы вала получают недопустимые биения (2,3), а оси шатунных шеек оказываются на разных радиусах (4): А — ось коренных шеек кривого вала; Б — новая ось (ось вращения вала в шлифовальном станке).

цы в рабочих процессах цилиндров из-за изменения их рабочего объема и степени сжатия.

Что же делать с валом, если он кривой?

Конечно, теоретически и кривой коленчатый вал можно (правда, не всегда) восстановить так, чтобы все поверхности имели допустимое биение относительно коренных шеек. Теоретически, потому что это слишком сложный, трудоемкий и дорогой путь, включающий целый ряд операций, в том числе восстановление поверхностей, старение, динамическую балансировку и др.

Гораздо проще попытаться выправить кривой вал так, чтобы затем отшлифовать его в ближайший ремонтный размер. Иными словами, надо разогнуть его обратно. Правда, если вал имеет задиры на нескольких шейках, да еще расположенных в разных плоскостях, то кривая его прогиба становится пространственной. Распутать такую кривую — и наука, и детектив одновременно. Но сделать это необходимо, иначе качественно вал не отремонтировать.

Учитывая все эти обстоятельства, в разное время были разработаны специальные спосо-

бы правки коленчатых валов. Рассмотрим некоторые из них более подробно.

Самый известный и распространенный способ заключается в следующем: вал кладется на две опоры, а усилие с помощью прессы прикладывается между ними, причем в наиболее удаленной от оси точке.

Таким способом, действительно, удастся поправить вал, но установить точно, в каком конкретном месте возникает деформация при правке, очень трудно. Однако известно, что деформациям в первую очередь подвергаются самые «слабые» места вала. В основном это галтели — места перехода шеек к щекам. А тогда выявляется главный недостаток этого способа. Как известно, галтели — это концентраторы напряжений. Чтобы повысить усталостную прочность вала, галтели выполняют радиусными, шлифуют, полируют, а иногда и механически упрочняют специальными методами. При обычной правке в галтелях появляются напряжения растяжения. Они очень опасны, поскольку приводят к снижению усталостной прочности вала, появлению трещин и

в конечном счете к поломке вала. Это обстоятельство и является главной причиной того, что подавляющее большинство производителей запрещает править свои коленчатые валы и при серьезных повреждениях рекомендует их менять на новые.

Еще хуже распространившийся в последние годы способ правки чеканкой. С помощью зубила и молотка по галтелям намеренно наносится ряд сильных ударов. Возникающие вмятины и забоины на галтелях, действительно, создают напряжения и деформации, разгибающие вал. Но появившиеся очаги концентраторов напряжений таковы, что вал вряд ли прослужит долго до поломки, особенно если речь идет о современном форсированном двигателе.

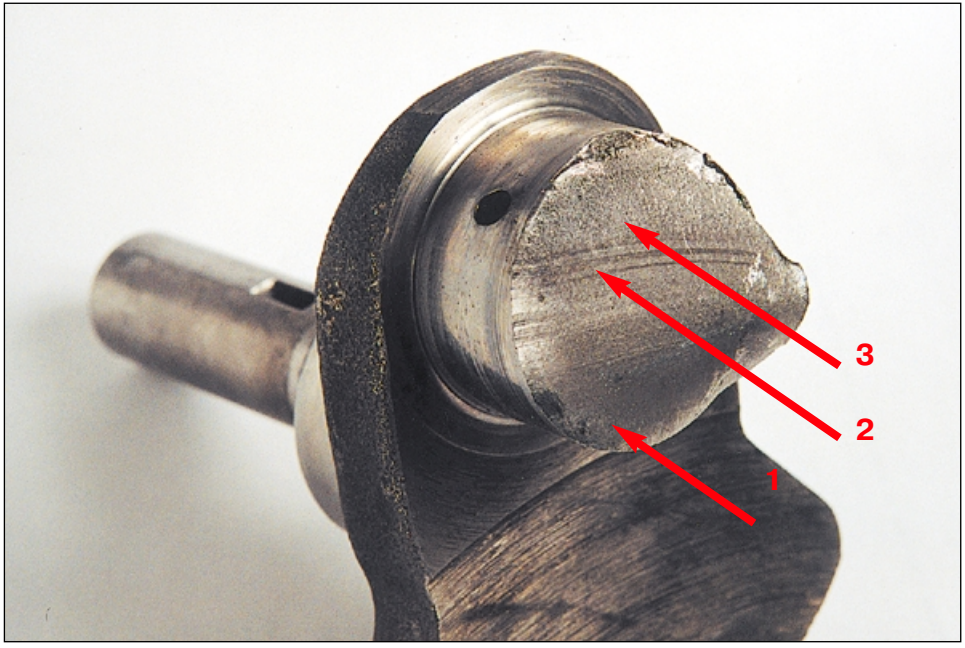
Иногда деформированное место на валу подвергают сильному нагреву, чтобы облегчить правку и снизить в процессе ее опасность поломки вала, особенно чугуного. Но в этом случае после остывания вал дополнительно деформируется, и проявляются все отрицательные последствия предыдущих способов, включая невозможность обеспечить требуемую точность правки.

В целом ни один из перечисленных способов не гарантирует того, что вал после правки со временем не «вернется» в криволинейное состояние (в таких случаях говорят, что вал обладает «памятью», т. е. способностью запоминать свое предыдущее состояние). Значит, опять возможны задиры и выход двигателя из строя.

Метод Буравцева

Учитывая недостатки известных способов правки, фактически не позволяющих их использовать в ремонте, был разработан принципиально другой способ. Его назвали «позелентной холодной правкой».

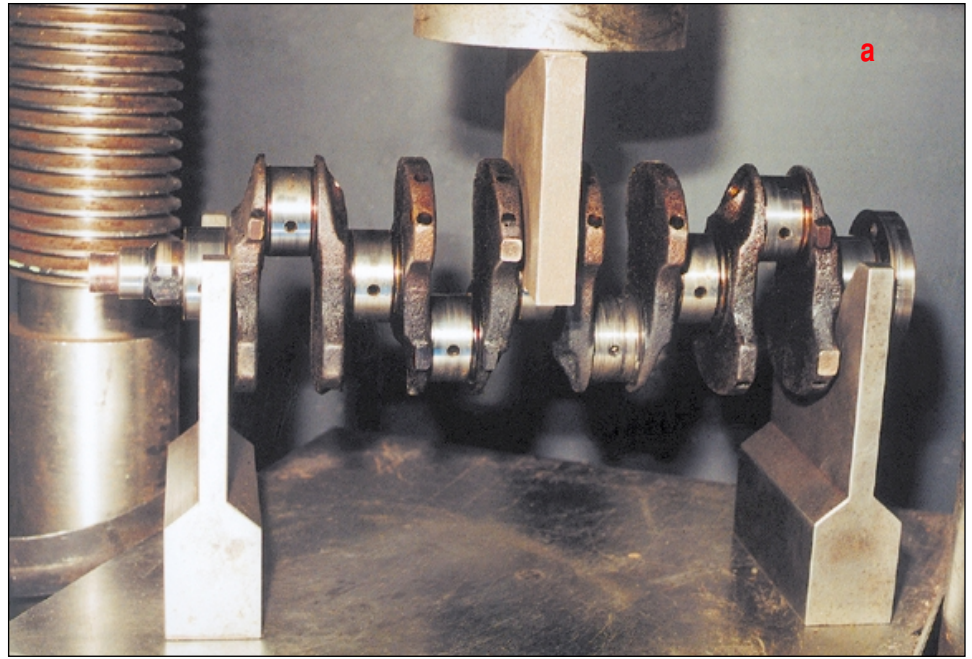
В процессе правки по методу Буравцева тоже используется пресс. «Ноу-хау» заключается в специальном приспособлении, с помощью которого поверхностный слой шейки вала пластически деформируется, да так, что в



Некачественно выполненный ремонт — типичная причина усталостного разрушения вала. По виду излома нетрудно определить: 1 — место, откуда началось развитие трещины; 2 — характерные линии «отдыха»; 3 — зону «долома», т.е. мгновенного разрушения вала, ослабленного трещиной.



Правка на прессе (а) и чеканкой (б) широко распространены на практике, но не обеспечивают долговечности вала после ремонта.



нем вместо обычных для подобных случаев напряжений растяжения создаются напряжения сжатия. Галтель при этом не затрагивается, а значит, усталостная прочность коленвала после правки не только не уменьшается, но даже возрастает. Более того, избавившись от недостатков ранее известных способов, поэлементная холодная правка, как оказалось, позволяет восстановить любые коленчатые валы (и чугунные, и стальные) любых двигателей (от мотоциклов до экскаваторов), да еще имеющие практически любой прогиб! При этом точность правки просто поразительна. Например, удастся обеспечить взаимное биение коренных шеек 0,010 мм при исходном биении свыше 1 мм — результат, доселе недостижимый ни одним из известных способов!

За годы использования способа поэлементной правки на практике накоплен огромный фактический материал о дальнейшей «судьбе» выправленных коленчатых валов как отечественных автомобилей, так и иномарок, включая грузовики и автобусы. Оказалось, что, в отличие от других, эти коленчатые валы не возвращаются в изогнутое состояние со временем. Не было и рекламаций, связанных с поломкой валов, что косвенно свидетельствует об их высокой усталостной прочности. И это несмотря на то, что многие валы имели ослабленные задирками шейки!

Все вышесказанное относится и к другим валам двигателей, в том числе распределительным и вспомогательным. Во многих случаях

Поэлементная холодная правка по методу Буравцева — на сегодняшний день самый точный и качественный способ.

применение данного способа правки вообще не имеет альтернативы, поскольку дает возможность вернуть к жизни практически «безнадежные» валы с очень большой исходной деформацией.

Иногда качественной правкой можно даже заменить шлифовку. Например, поставляемые в запчасти новые коленчатые валы некоторых отечественных заводов порой имеют недопустимо большое биение (0,05-0,1 мм и более) шеек и посадочных поверхностей. Такие валы выправляются, после чего традиционная шлифовка здесь уже не требуется (остаточное биение составляет не более 0,01 мм), да и динамическая балансировка оказывается ненужной.

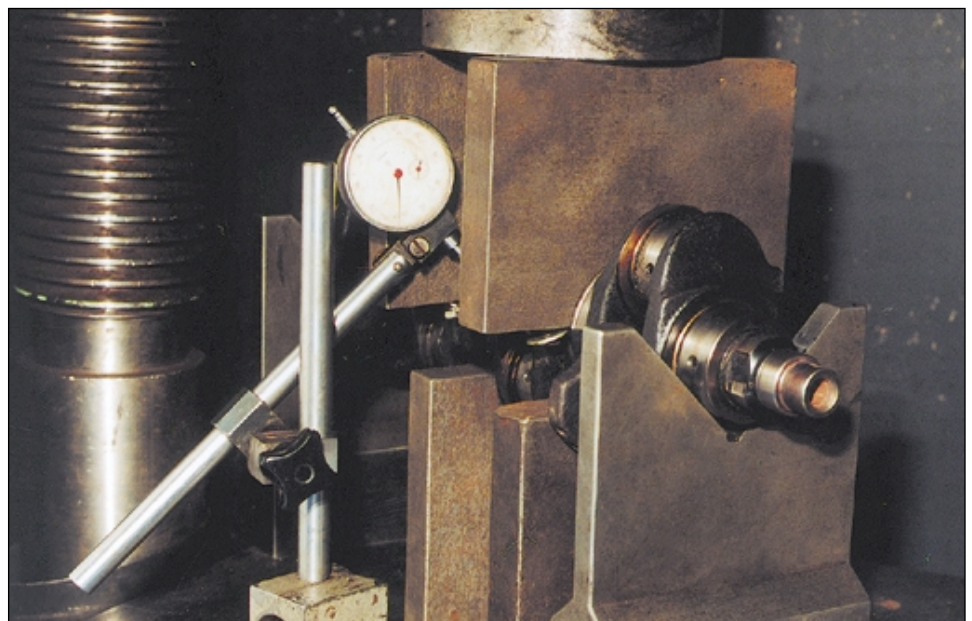
Если сравнить затраты на ремонт вала (правка и шлифовка) с ценами нового вала, то

в ряде случаев (иномарки, и особенно — грузовики и автобусы) ремонт получается в десятки раз выгоднее замены. Учитывая сегодняшнюю экономическую ситуацию в России, этот факт говорит сам за себя.

Разумеется, для достижения высокого качества необходимо, помимо правки, правильно выполнить все технологические приемы при шлифовании и доводке (полировке) рабочих поверхностей шеек и галтелей коленчатого вала. Как это сделать, мы расскажем подробно в наших следующих материалах.



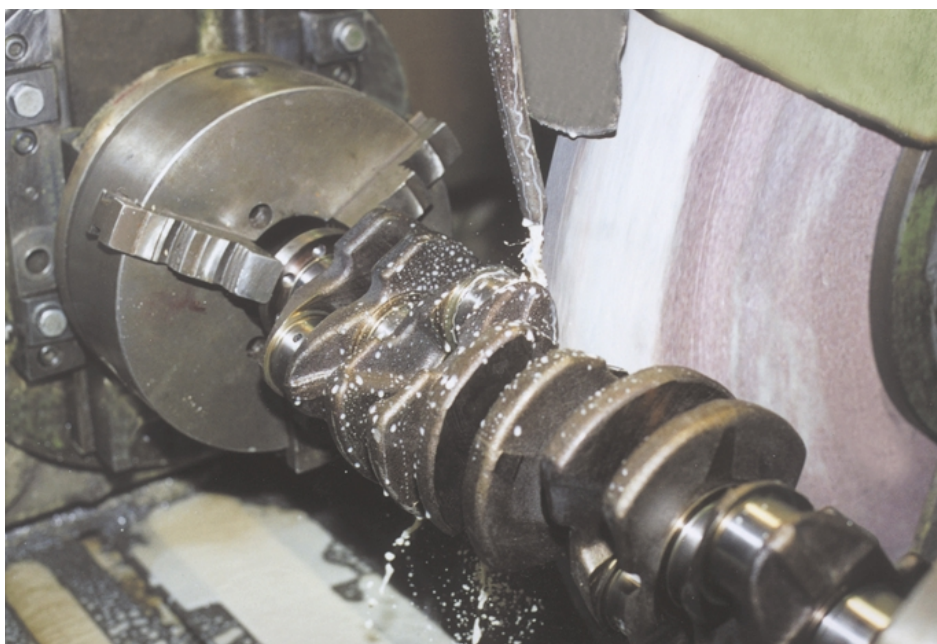
Справка «АБС-авто».
Теперь поправить коленчатый вал способом поэлементной холодной правки можно и на «АБС-сервисе», тел.: (095) 945-74-40.



Коленчатый вал:

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

Надо ли знать механику-мотористу технологию ремонта коленчатого вала? На первый взгляд совершенно не обязательно. Ну зачем, к примеру, вдаваться в тонкости шлифовального ремесла, если своих дел по горло? Да и шлифовальный станок на СТО большая редкость: вещь дорогая, своими работами его не загрузишь, окупить трудно. Лучше отдать коленвал в специализированную мастерскую — пусть шлифовщик сам думает, как его ремонтировать...



как будем ремонтировать?

К сожалению, подобная практика «разделения труда» часто приводит к плачевному результату. Моторист, не проверив все должным образом, отдает на шлифовку вал, который не требует ремонта или, напротив, поврежден так, что уже не может быть качественно отремонтирован. Шлифовщик тоже «не отстает» от моториста и делает, как просят, главное, побыстрее. Далее коленвал «попадает» в двигатель практически без проверки, да и зачем проверять — моторист считает это обязанностью шлифовщика. А то, что после ремонта вал может иметь дефекты (биение, эллипсность и конусность шеек, дисбаланс), вроде и не волнует никого. Хотя нет, волнует — владелец

автомобиля тысяч через ...надцать пробега вспомнит моториста недобрый словом. А с того «как с гуся вода» — мол, все было сделано правильно, просто запчасти плохие подсунули.

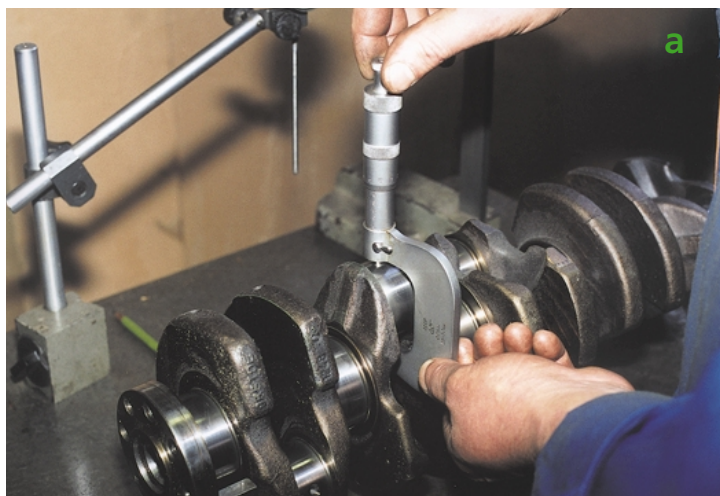
Такая вот невеселая, но вполне типичная история. Конечно, и мотористы, и шлифовщики бывают разные. Чтобы избежать ошибок, и сделают все как надо, и проверят вал тщательно — известный принцип «доверяй, но проверяй» в таком случае работает как нельзя лучше.

А что и как надо проверять? Ответить на этот вопрос можно только обладая знанием технологии ремонта вала. Которая, в свою очередь, начинается именно с контроля.

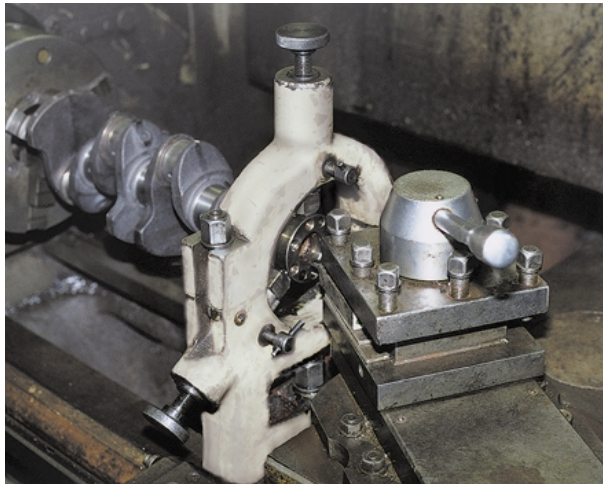
С чего начать?

Проверка вала перед его ремонтом несколько отличается от той, которую проводят при дефектовке или сборке двигателя (см. № 1/2001). Конечно, и в том, и в другом случае проверяется геометрия вала, но в нашем случае от результатов проверки зависит выбор технологии ремонта.

Для проверки вал устанавливается на призмы крайними коренными шейками, а у средних с помощью стойки с индикатором измеряется биение. Проверяется также биение хвостовика и поверхностей сальников. Далее проводят тщательное измерение диаметров коренных и шатунных шеек. При этом обращают внимание на износ сред-



Стандартный контроль коленвала перед шлифовкой включает измерение размеров (а) и биения (б) шеек и вспомогательных поверхностей.



Если центровые фаски не обеспечивают правильной установки вала в центрах, их нетрудно проточить в токарном станке с помощью люнета.

ней и крайних коренных шеек (он может быть превышен), а также на эллипсность шатунных шеек. Последнее измерение выполняют в нескольких плоскостях — при наличии эллипсности минимальный размер шейки обычно получается в направлении, сдвинутом на 20-40° против вращения от плоскости, проходящей через радиус кривошипа. После этих измерений картина несколько проясняется.

Дальнейшие действия лучше проиллюстрировать на примере. Стало общепринятым, что шлифовать вал можно только в случае, если биение средних шеек относительно крайних не превышает 0,1 мм. Точнее, шлифовать-то можно и при большем биении, но тогда неизбежно возникновение дисбаланса, который после ремонта будет необходимо устранить. К сожалению, пока в отечественной ремонтной практике хорошо освоена лишь балансировка валов 4-цилиндровых рядных и оппозитных двигателей, а также рядных 6-цилиндровых и V-образных 12-цилиндровых. Остальные типы валов — 2-, 3- и 5-цилиндровых рядных двигателей, а также большинство 6- и 8-цилиндровых V-образных отбалансировать весьма и весьма проблематично. Поэтому при биении коренных шеек свыше 0,1 мм перед шлифовкой целесообразно вал править (о правке валов см. № 6/1999).

Если вал уже подвергался шлифовке, не исключено, что хвостовик и поверхности сальников несоосны коренным шейкам. Известны случаи, когда недобросовестные шлифовщики умудрялись так изуродовать вал, что биение на этих поверхностях становилось раз в десять (!) больше допустимого — более 0,1-0,15 мм. Если добавить сюда износ коренных шеек, а также их возможное взаимное биение, то при исправлении подобной «халтуры» вал, скорее всего, «не выйдет» в следующий ремонтный размер шеек. Тогда, прежде чем шлифовать, следует уточнить наличие вкладышей необходимого ремонтного размера. Кстати, такое уточнение необходимо для многих

двигателей иномарок — ситуация, когда после шлифовки коленвала искомые вкладыши будут найдены лишь на бумаге каталога, не редкость.

Однако самая большая неприятность — это когда ремонтировать уже «нечего» — износ шеек превысил максимальное ремонтное уменьшение. Такой вал обычно выбраковывают, в крайнем случае восстанавливают шейки наваркой или наплавкой (эти способы — тема отдельного разговора в наших будущих публикациях).

Валы с перегретыми после разрушения подшипников шейками желательно проверить на отсутствие трещин. Такая проверка обычно выполняется с помощью специальной установки — магнитного



Если шлифовальный круг «бьет», его необходимо поправить.

дефектоскопа. Глубокие трещины, уходящие в тело вала, — основание для выбраковки. Иногда такие трещины видны и невооруженным глазом.

Перед установкой вала в станке необходима еще одна проверка. Вал ставят в центрах и измеряют биение хвостовика и поверхности заднего сальника. Если биение превышает 0,01-0,02 мм, необходимо править центровые фаски вала, иначе шлифовать коренные шейки будет невозможно.

Существует несколько способов правки фасок — шабрением, притиркой и протачиванием.

Первый способ прост, но неудачен, т.к. из-за неправильной геометрии фаски качество шлифовки вала будет снижено (может появиться эллипсность коренных шеек). Второй способ точен, но слишком

трудоемок — в токарном станке фаска притирается с помощью абразивной пасты к коническому притиру. Наилучшие результаты дает протачивание вала в токарном станке с использованием люнета.

Отметим, что если на большинстве европейских и японских валов «кривые» центровые фаски — редкость, то у американских встречаются довольно часто, причем некоторые валы даже не имеют фасок. Из отечественных двигателей отличаются «волговские» валы — при ремонте правка их центровых фасок оказывается обязательной.

И, наконец, последняя подготовительная операция — удаление заглушек и промывка внутренних каналов. Последняя операция обязательна — во внутренних каналах около заглушек скапливается значительное количество грязи. Стоит только пренебречь промывкой, как грязь обязательно испортит самую качественную шлифовку вала, и весь ремонт двигателя пойдет насмарку.

Итак, подготовка к работе завершена. Тем не менее, приступать к шлифовке еще рано, надо проверить шлифовальный станок.

Какой станок лучше?

Для шлифования коленчатых валов применяются специализированные шлифовальные станки с приспособлениями, позволяющими сместить ось коренных шеек относительно оси вращения вала в станке. Это необходимо для шлифования шатунных шеек.

Как показывает практика, результат ремонта вала во многом зависит не от модели шлифовального станка, а от его состояния. Поскольку дефекты станка, ошибки, небрежности и неточности при его наладке делают невозможным качественный ремонт вала. За примерами далеко ходить не надо.

Один из самых распространенных дефектов шлифовки — дробление, при котором поверхность шейки приобретает характерный «многогранный» вид. Причина этого дефекта обычно заключается в плохой подготовке шлифовального круга, когда его биение становится больше 3-4 мкм. К таким же последствиям может привести недостаточное натяжение ремней привода планшайбы передней бабки станка.

Еще один весьма распространенный дефект — несоосность центров передней и задней бабки. Это нетрудно проверить с помощью шлифованно-

Основные параметры, характеризующие качество шлифовки коленчатого вала

| Параметр | Номинальное значение | Максимально допустимое значение |
|--|----------------------|---------------------------------|
| Эллипсность шеек, мм | 0,003 | 0,005 |
| Конусность шеек, мм | 0,002 | 0,005 |
| Отклонение размеров шеек, мм | 0,007 | 0,015 |
| Взаимное биение коренных шеек, мм | 0,01 | 0,03 |
| Биение хвостовика и поверхностей под сальники относительно коренных шеек, мм | 0,01 | 0,03 |
| Непараллельность осей шатунных и коренных шеек, мм/длина вала | 0,05 | 0,2 |

го стержня (скалки), установленного в центрах, и стойки с индикатором. Несоосность центров приводит к неправильной обкатке центровых фасок и эллипсности шеек вала, а если она обнаружена, то причина может быть, к примеру, в износе направляющих стола станка. Тогда ремонтировать надо не вал, а станок.

Очень важное значение имеет соосность патронов станка. Допустимое значение несоосности не должно превышать 0,04-0,05 мм на длине вала. Этот параметр обеспечивает параллельность осей шатунных и коренных шеек. Отметим, что он определяется

состоянием станка, а измерить непараллельность шеек непосредственно на коленчатом валу невозможно.

При несоосности патронов вал, зажатый в них, вращается по очень сложной траектории, в результате чего шатунные шейки, расположенные попарно, после шлифовки оказываются на разных радиусах и сдвинутыми по окружности. Очевидно, двигатель с таким валом уже никогда не сможет работать ровно.

Непараллельность шеек проявляется при дальнейшей эксплуатации ускоренным износом шатунных вкладышей, особенно у их краев. А поскольку контролю этот параметр не поддается, то соосность патронов станка — вопрос доверия к шлифовщику.



Непараллельность осей шатунных и коренных шеек непосредственно на валу не проверить, зато ее можно определить по несоосности патронов.

Несоосность патронов нетрудно устранить протачиванием их кулачков в токарном станке при базировании по наружному диаметру патрона. Правда, иногда несоосность возникает из-за дефекта планшайбы передней или задней бабки. Но так или иначе, указанные дефекты должны быть устранены, иначе качество шлифовки вала будет резко снижено.

При наладке станка обязательно проверяется конусность шеек (не более 1-2 мкм). Этот параметр регулируется с помощью специальной конусной линейки станка и особенно важен при шлифовке валов с широкими шейками.

И, наконец, жесткость закрепления вала в станке: люфты в различных соединениях станка легко могут привести к дроблению или эллипсности шеек.

Наш анализ возможных дефектов и их причин показывает, как важно для обеспечения качественной шлифовки содержать станок в исправном состоянии и периодически проверять его. А это совсем не просто. Но анализ оказался бы не полным, если не отметить роль самого шлифовщика. Какой бы замечательный, новый и точный ни был станок, квалификация шлифовщика имеет решающее значение. Особенно, когда речь идет о «ловле» микронных размеров, биений, отклонений формы и расположения поверхностей. Более того, квалифицированный мастер «чувствует металл», видит, как ведет себя вал при шлифовке и при малейшем отклонении от нормы обязательно лишний раз проверит станок.

Итак, коленчатый вал проверен, станок налажен, можно шлифовать. Но о том, как это делается, читайте в наших будущих публикациях.



Наша справка.

Качественно прошлифовать коленчатый вал, а также отремонтировать блок цилиндров и другие детали можно в специализированном моторном центре фирмы «АБ-Инжиниринг», тел.: (095) 787-3212, 158-81-53.



Коленчатый вал: как будем ремонтировать?

(Продолжение. Начало в № 6/2001)

АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ,
кандидат технических наук

В предыдущей статье мы рассмотрели подготовительный этап работы, предшествующий шлифовке коленчатого вала. Он включает в себя проверку шлифовального станка и вала. Только после этих операций можно приступить к шлифовке.

На первый взгляд может показаться, что шлифовка коленчатого вала больших трудностей не представляет – был бы только станок. К сожалению, такого, мягко говоря, упрощенного взгляда придерживаются не только механики-мотористы, но некоторая часть шлифовщиков. И ведет это к ошибкам при ремонте коленвала, а то и просто к преднамеренной халтуре. В результате чего и появляются неизвестно где, кем и как отремонтированные коленвалы и двигатели, которые «не ходят».

Между тем шлифовка – процесс тонкий, требует аккуратности, опыта и знания не только технологии обработки, но и условий работы вала в моторе, а также умения «чувствовать» металл. В общем, работа мастера, шлифующего иной «сложный» коленчатый вал, – не только ремесло, но и искусство. И уж никак не рутинный поточный процесс, когда о качестве должен думать кто-то другой и лишь в самую последнюю

очередь, когда заказчик предъявляет претензии.

С чего все-таки начнем?

Шлифовать коленчатый вал начнем...нет, сначала думать надо. Потому как первый вопрос возникает сам собой: какие шейки шлифовать в первую очередь – шатунные или коренные?

Быть может, кому-то покажется странным, но этот вопрос имеет принципиальное значение. Дело в том, что слабое место любого коленчатого вала – это шатунные шейки, включая галтели («переходы» от шейки к щекам-противовесам). Так вот, после шлифования шатунных шеек внутренние напряжения в их поверхностном слое могут резко изменять свое значение. А это, очевидно, явится причиной деформации всего вала. И если коренные шейки «сделаны» раньше шатунных, то вал в той или иной степени «поведет» – ось коренных шеек

изогнется, а сами шейки получают взаимное биение, причем далеко не всегда деформация и биение будут малы.

Наиболее подвержены деформации «нежесткие» валы – с шатунными шейками малого диаметра, не имеющие «полных» (с двух сторон шатунной шейки) противовесов. Такие валы установлены в ряде двигателей Volvo, Chrysler, Mercedes, Lincoln, а также многих японских фирм. Попытки шлифовать такие валы «наоборот» (сначала коренные, затем – шатунные шейки) часто заканчиваются неудачей – не только повышенным биением, но и эллипсностью шеек.

Однако не всегда начинать шлифовать вал надо с шатунных шеек. При шлифовке шатунных шеек вал устанавливается в патронах станка. Но если поверхности вала, зажимаемые кулачками, некондиционные (к примеру, хвостовик вала восстановлен наваркой металла), то вначале потребуются шлифовка этих поверхностей, и лишь затем – шатунных шеек. В противном случае будет «потеряна» база, от которой шлифуют шатунные шейки, и они окажутся непараллельны коренным.

Еще одна проблема, которую нередко упускают из виду, а чаще просто игнорируют некоторые шлифовщики, – это радиус галтелей шеек. На практике известно немало случаев, когда коленчатые валы с подрезанными галтелями ломались в результате значительного снижения прочности (концентрации напряжений в подрезанных галтелях).

Исключить подрез можно, если «заправить» на краях шлифовального круга радиусы, соответствующие радиусам галтелей. Такая операция необходима для тех валов, у которых на краях шеек нет канавок для выхода шлифовального круга. Но и там, где такие канавки есть, аккуратность тоже не помешает.

Анализ излома разрушенных коленчатых валов показывает, что трещина обычно начинает развиваться от места перехода шлифованной поверхности к не тронутой шлифовальным кругом. А такое место обычно и приходится на галтель, приобретающую после некачественного ремонта вала

неправильную форму. Особенно опасна недооценка получающейся при ремонте формы галтелей для коленчатых валов современных высокофорсированных двигателей.

Осторожно, шатунные шейки!

Если подготовка к работе завершена, можно приступать к шлифованию шатунных шеек. Для этого вал устанавливается в патроны станка так, чтобы его ось вращения проходила через одну из шатунных шеек.

Но шлифовать пока все равно рано. Посмотрите: смещенный вал, вращаясь вокруг оси одной из шатунных шеек, явно несбалансирован. Такой большой дисбаланс при вращении обязательно приведет к деформации самого вала и элементов станка, в результате чего качество шлифовки резко снизится – исказится форма шейки (появится эллипс), ее ось окажется непараллельной оси коренных шеек.



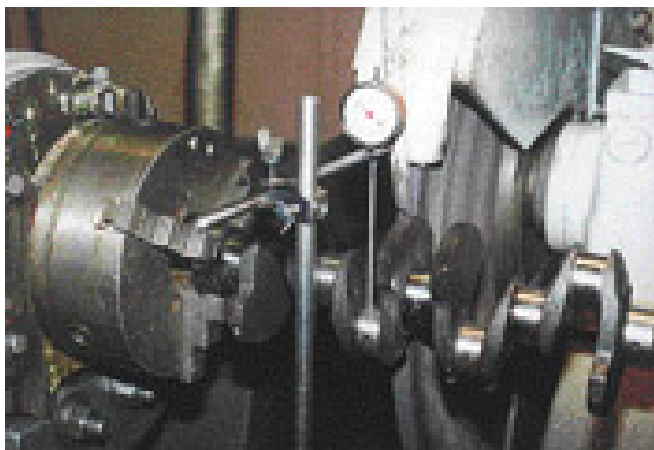
Балансировочные грузы подбираются для каждого вала

Исключить или, по крайней мере, значительно уменьшить дисбаланс вала позволяют специальные грузы, закрепляемые на планшайбах напротив патронов станка. Масса и расположение балансировочных грузов подбирается в зависимости от массы вала и радиуса кривошипа.

Все? Еще нет. Теперь надо точно выверить положение вала, чтобы ось его вращения совпала с осью обрабатываемой шейки. Это нетрудно сделать с помощью стойки с индикатором. Правда, только для малоизношенных шеек – в случае сильного

задира шейка приобретает неправильную форму, и точная установка вала может потребовать заметно большего времени.

После такой выверки многие шлифовщики и начинают собственно шлифовку шейки. И – пропускают один весьма важный момент. Дело в том, что большинство коленчатых валов (к примеру, 4-х и 6-цилиндровых двигателей) имеют «парные» шатунные шейки, лежащие на одной оси. Если при шлифовке учесть и это условие, то выверка вала на предмет совпадения осей парных шеек в станке сильно усложнится. Но вполне оправдывает себя – после шлифовки будет достигнуто наивысшее качество ремонта.



Выверка оси вращения вала – ее делают сразу для пары шеек, расположенных на одной оси

Добиваться совпадения осей «парных» шеек целесообразно не только из чисто геометрических соображений: совпадение осей – это и одинаковый угол опережения зажигания, и такой же ход поршня во всех цилиндрах.

Однако на практике обеспечить это условие удастся далеко не всегда – некоторые валы после длительной эксплуатации оказываются «скрученными», т.е. их шатунные шейки получают слишком большое угловое смещение и уже не «падают» в одну ось даже при шлифовке через ремонтный размер. Отметим, что ошибка при наладке станка, при которой патроны получают несоосны, тоже не позволит шлифовать «парные» шейки в одной оси.

Итак, только теперь можем начинать шлифовку. Включаем вращение вала, подачу СОЖ (смазывающе-охлаждающей жидкости),

подводим шлифовальный круг до касания шейки. Далее следует сделать подачу в пределах 0,05 мм «на врезание», короткую остановку и снова подачу. И так до заданного размера шейки, разумеется, с промежуточным контролем получающегося размера.

«Нежесткие» валы требуют при шлифовке еще более осторожного обращения. К примеру, подачу на врезание следует ограничить величиной 0,03 мм, а перерыв между подачами увеличить (сделать так называемое «выхаживание») – в противном случае шейка окажется с недопустимой эллипсностью (более 0,01 мм).

В общем случае ширина шлифовального круга всегда меньше ширины шейки. Чтобы обеспечить обработку шейки по всей ширине, ее надо, как говорят шлифовщики, «разогнать», т.е. подать круг по оси шейки до легкого касания щек. Эта операция должна выполняться с максимальной осторожностью – при врезании в щеки (противовесы) вал начинает вибрировать, что может привести к появлению глубокой «огранки» на поверхности шейки. Для «нежестких» валов это критично, поскольку появившуюся огранку практически не удастся исправить, даже имея припуск в 0,1 мм.

А теперь – коренные!

Главный вопрос, который необходимо решить перед шлифовкой коренных шеек, – каким способом закреплять (устанавливать) вал в станке.

Многолетняя практика шлифования коленчатых валов большого числа различных двигателей позволяет указать оптимальный способ установки вала. Но прежде рассмотрим варианты.

Некоторые шлифовщики зажимают вал в патронах точно так же, как и при шлифовке шатунных шеек, только патроны сводят к оси вращения планшайб станка. Считается, что при хорошей выверке положения вала по минимальному биению хвостовика (или 1-й коренной шейки) и поверхности заднего сальника (или последней коренной шейки) шейки можно шлифовать и таким способом.

В действительности есть ряд причин, по которым так устанавливать вал нельзя. Главное, что в первую очередь характерно для

«нежестких» валов – это деформация вала при сжатии его в кулачках патронов.

Еще один неприятный момент – планшайбы при смещении патронов к центру невозможно сбалансировать. А тогда вал и элементы станка при вращении будут деформироваться, в результате чего коренные шейки окажутся некруглыми. И, наконец, зажимая вал за хвостовик и поверхность заднего сальника, очень трудно контролировать биение этих поверхностей (коренные шейки могут иметь свое биение, если когда-то вал был неправильно отремонтирован).

Правда, описанный способ проще: он не требует демонтажа планшайб с патронами (это не слишком приятная и легкая процедура), но такое «слабое» его преимущество меркнет перед серьезными недостатками.

Редко, но встречается и такой способ установки: хвостовик – в центр передней бабки станка, а поверхность заднего сальника – в патрон. Или, наоборот, центр ставят в заднюю бабку. Но суть от этого не меняется, поскольку все недостатки останутся, ну, может быть, их негативное влияние на качество шлифовки будет чуть меньше.

Свободен от указанных недостатков только один способ – установка вала в центрах. При этом задний центр должен обязательно быть неподвижен (он фиксируется с помощью стопора), иначе из-за проскальзывания в центровой фаске вал будет вращаться неравномерно, и шейки после шлифовки опять получатся некруглыми.

Шлифовка в центрах, очевидно, предполагает, что планшайбы с патронами необходимо заменять на центры. Поскольку это требует времени, во многих мастерских для ремонта коленчатых валов используют два станка – один только для шатунных шеек (с планшайбами и патронами), другой – только для коренных (с центрами). Тем самым экономится время.

Очень важно, чтобы усилие сжатия вала центрами было минимальным, в противном случае вал в станке деформируется. Если затем коренные шейки шлифовать, то после снятия со станка вал разогнется и сразу окажется кривым.

Разумеется, при установке вала в центрах необходимо контролировать биение различных поверхностей (хвостовик, шейки, задний сальник). Повышенное биение может свидетельствовать не только о необходимости правки центровых фасок, но и о повреждении или износе посадочной поверхности центров в станке (см. № 6/2001).



Чтобы точно попасть в заданный размер, каждую шейку приходится контролировать несколько раз

Отметим также, что для задней части вала нередко приходится использовать различные центры, в том числе укороченные, причем перед установкой вала в станок требуется выпрессовывать подшипник опоры первичного вала КПП, чтобы он не мешал центру (для этого применяются специальные цанги с обратным молотком). Кроме того, очень важна правильная геометрия центровых фасок вала – попытки некоторых шлифовщиков поправить фаски вручную с помощью шабера (такое встречается) обычно дают повышенную эллипсность коренных шеек.

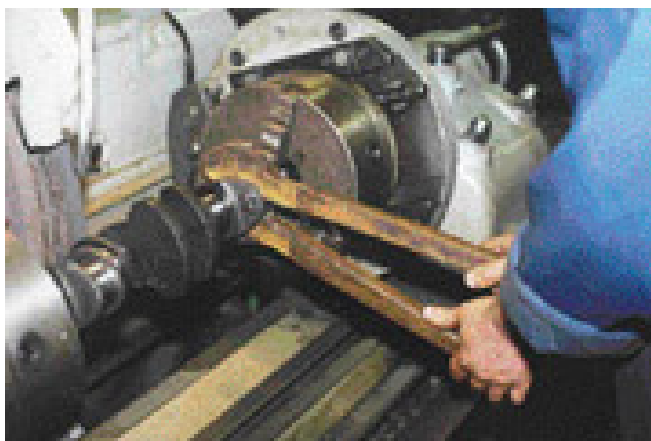
Сама шлифовка коренных шеек выполняется аналогично шатунным. Начинают обычно с шеек, имеющих максимальный износ (средняя или первая), чтобы сразу определить, в какой ремонтный размер выйдут коренные шейки. При этом не следует забывать про торцевые поверхности упорного подшипника – у некоторых двигателей с фланцевым коренным вкладышем ремонтное уменьшение коренных шеек сопровождается одновременным увеличением ширины между фланцами, что

требует расшлифовки соответствующих поверхностей на валу.

В заключительной стадии работы неплохо чуть тронуть поверхность переднего и заднего сальников – это повысит надежность уплотнений вала. И, конечно же, необходимо тщательно проконтролировать всю геометрию вала – без выходного контроля работа не может считаться законченной.

Только шлифовка?

Если правильно и аккуратно выполнить все операции по шлифовке коленчатого вала, то реально добиться 0,003 мм эллипсности, конусности и взаимного биения шеек, что будет даже лучше, чем у нового вала. Однако блестящие «свежешлифованные» поверхности шеек не должны вводить в заблуждение грамотного механика-моториста – микропрофиль шлифованной поверхности вала весьма далек от идеала.



Полировка шеек – заключительная и обязательная операция

Дело в том, что острые выступы микронеровностей способны некоторое время в начальный период эксплуатации двигателя изнашивать вкладыши, одновременно загрязняя систему смазки продуктами износа (масло будет быстро приобретать характерный серый цвет). Кроме того, что не менее неприятно, острые, с микрозаусенцами, края смазочных отверстий необратимо повреждают вкладыши, оставляя на них характерные борозды. Да и галтели с недопустимо грубой после шлифовки

поверхностью – верный путь к усталостному разрушению вала.

Устранить микронеровности и загладить острые края смазочных отверстий нетрудно – необходима доводка шеек вала после шлифовки.

Существует два основных способа доводки шеек – суперфинишная обработка и полировка. Первый способ дает более качественную поверхность, но сложен, требует специального оборудования и чаще применяется в массовом производстве.

В ремонте доступнее и проще полировка. Ее делают вручную в несколько переходов – вначале с помощью мелкозернистой наждачной бумаги, вставляемой в специальные клещи-захваты, затем – абразивной пастой. При съеме не более 0,001 мм полировка позволяет практически полностью убрать микронеровности. Что, кстати, нетрудно проверить – достаточно провести по шейке медным предметом до и после полировки: в последнем случае на шейке не остается следа, даже если она выглядит не такой блестящей и красивой.

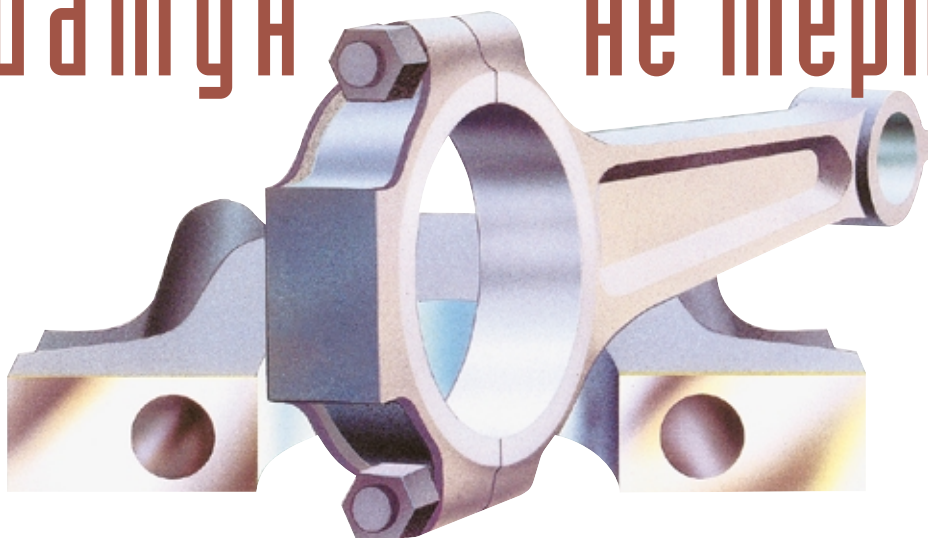
И еще...

Иногда шейки вала «не проходят» в ближайший ремонтный размер – слишком велик их износ. В результате приходится значительно – до 0,75-1,0 мм (зависит от наличия соответствующих ремонтных вкладышей) занижать размер шейки.

Несмотря на опасения некоторых механиков о якобы срезаемом «твердом слое» и низком ресурсе отремонтированного вала, никаких неприятностей не наблюдается. С одной стороны, валы после стандартной закалки токами высокой частоты (ТВЧ) имеют глубину упроченного слоя до 1,0 мм. С другой – практика показала, что для надежной и долговечной работы вала более важна его геометрия и геометрия сопряженных деталей. А это зависит от квалификации механика-моториста, от точности шлифовального станка, на котором ремонтировали вал, но главное – от опыта и умения специалиста-шлифовщика, без которого рассчитывать на успешный ремонт коленвала по меньшей мере наивно.

АБС

Шатун не терпит суеты



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

Спросите любого механика: какие детали традиционно ремонтируют при капитальном ремонте двигателя? Ответ будет незамедлительным: блок цилиндров и коленчатый вал. Далее многие укажут головку блока цилиндров. И лишь некоторые добавят к этому «комплекту» шатуны.

А между тем шатун — деталь не менее ответственная, чем поршень, вкладыш коленчатого вала или направляющая втулка клапана. И никак не второстепенная — дефекты шатунов встречаются в ремонтной практике буквально на каждом шагу.

Почему же о них забывают? Предпочитают сразу менять на новые? Или просто не замечают дефектов? А может быть, не все знают, как проверить и отремонтировать шатуны?

Иными словами, есть над чем поразмыслить...

Некоторые заблуждения и «мифы», связанные с шатунами, довольно живучи. Начнем с основного заблуждения: большинство механиков считают, что шатуны не изнашиваются! Да и чему изнашиваться — поверхности шатуна, к примеру, ВАЗовского двигателя сами не образуют пар трения — в нижней головке шатуна устанавливаются вкладыши, а в верхней неподвижно запрессован поршневой палец. Правда, боковые поверхности нижней головки шатуна трутся о щеки коленвала, но степень износа здесь настолько мала, что ее можно даже не принимать во внимание.

Что же получается — установил новые поршни и пальцы, заменил вкладыши в нижней головке — и собирай двигатель? Многие так и делают, собирают, как говорится, не думая. Да и о чем думать, если клиент над душой стоит, торопит?

Торопливость — она известно где хороша, но только не в моторном деле. Когда автомобиль с недавно отремонтированным, но уже стучащим, мотором вернется обратно, начинается поиск виновных. А здесь так: или сам водитель виноват — не умеет ездить, или шлифовщик — плохо сделал коленвал. И невдомек иному механику, что это его «работа». Потому что...

Шатун тоже изнашивается

Возьмите в руки старый шатун с изрядно походившего мотора — на первый взгляд ничего примечательного. Но только на первый взгляд.

Вспомним: шатун — один из элементов кривошипно-шатунного механизма, в котором он связывает поступательно движущийся поршень и вращающийся коленчатый вал. Нагрузки на шатун могут достигать десятков тонн, причем являются знакопеременными, т.е. сжатие и растяжение шатуна чередуются в течение одного оборота коленвала.

Теперь представим: в таком режиме шатун работает многие годы, сотни тысяч километров. Поэтому не будет ничего удивительного в том, что в металле шатуна будут накапливаться остаточные деформации. Невооруженным глазом их не видно, но стоит воспользоваться соответствующими приборами, как картина прояснится — «потянут» шатун, деформировался.

Еще хуже, когда на какой-нибудь ...надцатой тысяче автомобиль заедет в глубокую лужу. Гидроудар в цилиндре,

сами знаете, дело серьезное (см. № 4/2000), но, допустим, обошлось. Только шатун все равно хоть немного, но деформировался. А потом, много позже, случилось, к примеру, еще одно происшествие: зубчатый ремень оборвался, клапаны погнулись. Головку сняли, все, что надо, заменили, но глубоко в двигатель залезать не стали — не тот, вроде бы, случай. А зря — при ударе поршня по клапанам действие получается равным противодействию. И шатун может еще немного деформироваться.

В общем, когда такой двигатель попадает в ремонт, внешний вид шатунов оказывается весьма обманчивым — за мнимым благополучием могут скрываться серьезные дефекты — следы прошлых поломок и нестандартных ситуаций в эксплуатации. Выявить их не так просто. Но что вы скажете, если в двигатель при сборке попадает явно дефектный шатун?

Стандартная ситуация — застучал шатунный вкладыш. Многие механики сразу бросаются в бой: ну просто бегут со всех ног шлифовать коленчатый вал в следующий ремонтный размер. Спросите у них, где шатун, который стоял на поврежденной шейке? Больше половины ответят, что он нормальный. А некоторые, особо умелые, вообще себя не утруждают — вынимают, а затем ставят коленвал с новыми вкладышами, даже не разбирая двигателя.

Между тем шатун после перегрева, задира, расплавления или проворачивания вкладышей повреждается со стопроцентной вероятностью. Это покажут не только измерительные приборы, но и просто внешний осмотр: нижняя головка бу-

Точно определить, параллельны ли оси отверстий головок, можно с помощью специальных измерительных приспособлений фирмы **Sunnen**.





Проще всего измерить геометрию отверстия нутромером (а), но иногда используют и специальные приборы (б).

дет иметь характерный перегретый вид со следами цветов «побежалости», а ее отверстие станет некруглым, овальным.

Не лучше обстоит дело и с верхней головкой шатуна. К примеру, выпрессовали палец, нагрели шатун, установили новый поршень с пальцем. А померил ли кто-нибудь натяг пальца в отверстии головки? Многим некогда, торопятся, у других даже приборов нет проверить. Только когда потом палец вылезет и прoderет цилиндр, будет поздно — повторный ремонт, скорее всего, окажется дороже и сложнее первого.

Почему палец может вылезти из отверстия, понятно — натяг слишком мал или его нет совсем. А это вполне возможно, если, например, в прошлом «ремонте» верхняя головка была сильно перегрета перед сборкой шатуна с поршнем (такое бывает при использовании ацетиленокислородной горелки).

В конструкциях с плавающим пальцем нередко оказывается изношенной бронзовая втулка верхней головки шатуна. Причем оценить степень износа на ощупь, без измерений, практически невозможно. Особенно обманчивая картина возникает в случае, если палец смазан маслом — люфт пальца не чувствуется даже при большом зазоре во втулке.

Таким образом, без соответствующей проверки нельзя определить ни дальнейшую пригодность шатуна к работе, ни объем необходимого ремонта. Поэтому главный вопрос — это...

Как проверить шатун?

Проверка шатуна обычно проводится в несколько этапов. Начинают чаще всего с проверки геометрии отверстий. Для этого шатун разбирают, моют, а затем собирают с затяжкой болтов (гаек) крепления крышки рабочим моментом. Далее нутромером проверяют диаметр отверстия нижней головки — он должен соответствовать размеру, рекомендованному заводом-изготовителем, а все отклонения формы отверстия (эллипсность) должны укладываться в допуск на размер отверстия (обычно 0,015 мм). Аналогичным образом проверяют и верхнюю головку шатуна. Здесь контролируют отклонения формы (эллипсность не более 0,01 мм), а также величину диаметра отверстия, которая должна обеспечить гарантированный минимальный натяг в прессовом соединении с пальцем (0,02-0,025 мм) или максимальный зазор во втулке (0,015-0,02 мм) «плавающего» пальца.

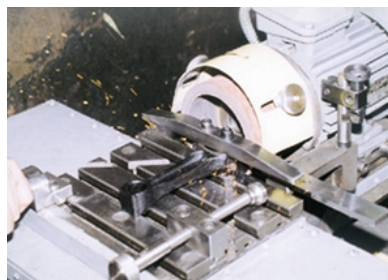
Все эти измерения выполнить несложно, нужно лишь время и аккуратность. Другое дело — проверить деформацию стержня шатуна.

Деформация стержня обычно выражается в том, что оси верхней и нижней головок шатуна оказываются непараллельны. Измерить эту непараллельность наиболее точно можно с помощью специального измерительного прибора или приспособления. К сожалению, пока наличие подобных приборов на СТО или в мастерских скорее исключение, чем правило. Поэтому иногда применяют более простые методы проверки, не требующие дорогостоящей оснастки.

Один из возможных альтернативных способов — проверка на поверочной плите. Шатун кладется на плиту, и покачиванием определяется, насколько он деформирован. Разновидность способа — прикладывание к боковой плоскости шатуна лекальной линейки и оценка непараллельности плоскостей верхней и нижней головок. Иногда шатуны проверяют «на скалке» — надевают с малым зазором несколько шатунов верхней головкой на стержень, а деформацию оценивают по просветам между боковыми плоскостями ниж-



но с тем же успехом это можно сделать на универсальном оборудовании, если использовать специальную оснастку.



Для обработки плоскости разреза служит специализированный станок фирмы Sunnen,

них головок шатунов. Но так или иначе, а подобные способы измерения получаются неточными и для некоторых шатунов вообще не годятся (шатун с разной шириной верхней и нижней головок).

Практика тем не менее показывает, что стремиться точно измерить непараллельность осей отверстий головок совсем не обязательно — достаточно и приближенных способов. Объясняется это тем, что параллельность осей нетрудно восстановить с помощью правильно выбранной технологии ремонта.



Специализированный расточный станок для шатунов — оборудование не из дешевых (а). Альтернативное решение — токарный станок со специальной оснасткой (б).

После того, как шатун проверен, можно приступать к ремонту. Сразу оговоримся — отремонтировать удастся шатун с любым из описанных выше дефектов. Правда, при этом требуется оценить эффективность ремонта — с точки зрения надежности двигателя в последующей эксплуатации и экономических соображений. Последнее часто является причиной отказа от ремонта в пользу покупки новых шатунов (для некоторых отечественных двигателей ремонт иногда получается близким к замене по стоимости). Однако приобретенные новые шатуны нередко оказываются хуже по качеству (см. № 10/1999). Это значит, что альтернативы ремонту практически нет. Весь вопрос лишь в том...

Как правильно отремонтировать шатун?

То, что шатун — деталь для ремонта серьезная, — свидетельствуют факты: все иностранные фирмы — производители станков для ремонта деталей двигателей имеют в своей программе и станки для ремонта шатунов. Поэтому без хорошего оборудования браться за такое дело бессмысленно — ошибка будет стоить дорого.

Не менее важен еще один факт: при серийном заводском ремонте двигателей западные фирмы ремонтируют шатуны в обязательном порядке. Так что шатунов, поставленных в двигатель без ремонта, как это еще делают у нас в России, вы там не увидите.

Стандартным видом ремонта шатунов можно назвать ремонт отверстия нижней головки при небольшом отклонении его размера от исходного (номинального) значения. Суть этой операции сводится к тому, что диаметр отверстия восстанавливается до номинального размера, заданного заводом — изготовителем двигателя.

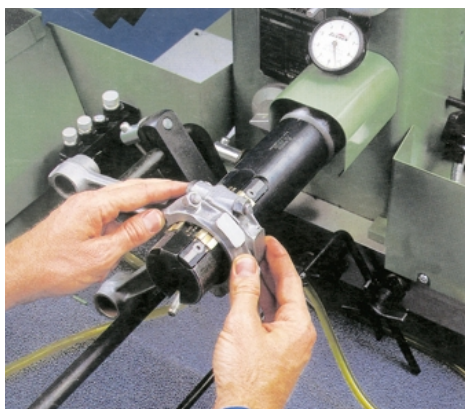
Технология такого ремонта достаточно проста. Вначале крышку шатуна «занижают» (т.е. обрабатывают) по плоскости разъема на небольшую величину — около 0,05-0,1 мм. Это может быть выполнено различными способами, включая шлифование, фрезерование или (при небольшом припуске) притирку. Далее шатун собирается, болты затягиваются рабочим моментом, после чего отверстие обрабатывается в номинальный размер.

Для обработки отверстия в рамках этой технологии чаще всего используются горизонтально-хонинговальные станки — они обеспечивают высокую точность (отклонение размеров и формы отверстия в пределах 0,005-0,010 мм) и производительность.

Однако применение данной технологии возможно только при малых деформациях или износе отверстия нижней головки. Дело в том, что при хонинговании базирование шатуна на станке выполняется по поверхности самого отверстия. А это значит, что перекося осей головок, если он имел место до ремонта, сохранится и после него. Более того, возможен и дополнительный перекося, если отверстие сильно повреждено, и требуется большой припуск на его обработку.

В подобных случаях применяют растачивание отверстий. Этот процесс существенно отличается от предыдущего. Так, нередко приходится «занижать» плоскость разъема не только крышки, но и самого шатуна, иначе около разъема могут остаться необработанные участки поверхности. Кроме того, в процессе растачивания отверстия обеспечивается строгая параллельность осей отверстий головок, поскольку за базу принимается одно из отверстий.

После грамотного ремонта восстановленный шатун трудно отличить от нового.



Растачивание выполняется на специализированных расточных станках для шатунов, но с помощью специальной оснастки шатун можно расточить и на универсальном станке (к примеру, на токарном). Для получения высокой чистоты обработанной поверхности после растачивания проводится финишная обработка — хонингование.

При ремонте нижней головки следует помнить, что межцентровое расстояние между отверстиями головок всегда уменьшается, причем тем больше, чем больше припуск на обработку отверстия. Это может быть критично для дизелей, где укорочение шатуна даже на 0,1 мм заметно уменьшает степень сжатия и негативно влияет на работу данного цилиндра.

Выдержать требуемое межцентровое расстояние удастся с помощью обработки отверстия верхней головки шатуна. Суть этой технологии в том, чтобы заменить в верхней головке втулку и точно расточить отверстие под палец (втулка всегда имеет припуск в пределах 0,3-0,5 мм), приняв за базу отверстие нижней головки и обеспечив заданное межцентровое расстояние. Точно так же поступают и в случае, когда втулка верхней головки изношена и требуется ее замена.

Описанные технологии ремонта обеспечивают высокую надежность работы шатунов и применимы для подавляющего большинства двигателей. Но все-таки из любых правил есть исключения. Поэтому иногда бывает полезно знать...

Некоторые «хитрости» в ремонте шатунов

Современные высокофорсированные двигатели характеризуются очень высокой нагруженностью деталей, в том числе шатунов. При неисправности системы смазки, когда происходит задир и расплавление вкладышей, нижняя головка шатуна испытывает значительный перегрев, при котором в материале появляются большие остаточные напряжения и деформации. В дальнейшей эксплуатации после ремонта нижняя головка может снова деформироваться, если в процессе ремонта напряжения не будут

Хонингование — основной способ обработки отверстий шатунов, применяется и как финишная операция после растачивания.

сняты, к примеру, старением (выдержка при температуре около 200°C).

Перегрев нижней головки нередко приводит и к перегреву шатунных болтов, прочность которых при этом падает. Для исключения неприятностей (обрыв болта) рекомендуется заменять болты на новые.

Для некоторых двигателей (из отечественных стоит упомянуть КамАЗ) при ремонте не требуется обработка плоскости разъема — достаточно расточить отверстие в ремонтный размер под соответствующие ремонтные вкладыши. Напротив, ряд моделей двигателей *Opel, Ford, BMW* имеют полученный в результате хрупкого излома так называемый «колотый» стык крышки с шатуном, что делает ремонт нижней головки невозможным традиционными методами.

Отметим, что на отдельных моделях моторов *Volvo, Mazda, Alfa Romeo* стык крышки с шатуном выполнен со шлицами. Подобные шатуны также ремонтнопригодны, но занижение «шлицевой» поверхности перед ремонтом — весьма трудоемкая операция.

Если в верхней головке шатуна натяг недостаточен для фиксации пальца, единственный способ ремонта — использование пальца с увеличенным диаметром. Таким же способом можно восстановить зазор в отверстии и без замены втулки. В некоторых случаях данное решение оказывается единственным — например, для шатунов с «плавающим» пальцем, не имеющих втулки (некоторые двигатели *GM*). При этом отверстие предварительно хонингуется для восстановления его геометрии.

После ремонта, за счет снятия металла, нижняя головка шатуна становится легче. Если припуск при обработке был значительным и отличался для одного комплекта шатунов, то лишней будет проверка, а возможно, и подгонка шатунов по массе. Для отечественных моторов требование подгонки массы становится обязательным, учитывая нестабильное качество изготовления. Эта работа требует аккуратности, как и все другие операции по ремонту шатунов, но только так можно быть уверенным в том, что отремонтированный шатун пройдет не меньше нового. — АБС

Справка «АБС-авто».

Качественно отремонтировать шатуны, а также блоки цилиндров, головки и коленчатые валы можно, обратившись на фирмы «Механика», тел.: (095) 366-9065, 406-0015, 389-1988, и «Технолуч», тел.: (095) 235-0095.

Кроме того, на фирме «Механика» можно приобрести специализированное оборудование для ремонта деталей двигателей.

