

В редакцию газеты «Автодвор» неоднократно обращались читатели с просьбой рассказать про особенности ремонта двигателя автомобилей, в том числе иномарок. Идя навстречу Вашим пожеланиям публикуем серию статей по их ремонту. Рубрику ведет доцент кафедры «Ремонт машин» Харьковского национального технического университета сельского хозяйства им. П. Василенка Сыромятников Петр Степанович.

### ВОССТАНАВЛИВАЕМ ДВИГАТЕЛЬ

## РЕМОНТ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

Кривошипно-шатунный механизм является основой поршневого двигателя внутреннего сгорания. С одной стороны, неисправности КШМ, если не сразу, то достаточно быстро приводят к выходу из строя двигателя, с другой, при ремонте двигателя именно КШМ требует наибольшей точности и аккуратности. Основными деталями механизма являются коленчатый вал, шатуны и вкладыши подшипников.

При ремонте коленчатого вала следует придерживаться той же технологической цепочки, что и вообще для большинства валов двигателей. Однако коленчатые валы, в отличие от других валов, имеют определенные особенности. Существенное влияние на технологию ремонта оказывает наличие шатунных шеек, а также то, что вкладыши подшипников имеют несколько ремонтных размеров (обычно втулки или вкладыши распределительных и вспомогательных валов имеют только стандартные размеры).

**При ремонте коленчатых валов необходимо обеспечить следующие основные требования:**

1. Малое взаимное биение коренных шеек (менее 0,010...0,015 мм).
2. Малое биение вспомогательных поверхностей (сальники, хвостовик, торцы) относительно коренных шеек (менее 0,02...0,03 мм).
3. Минимальную эллипсность шеек (менее 0,005 мм).
4. Галтели на краях шеек с радиусом не менее того, который был у нового вала.
5. Параллельность осей шатунных и коренных шеек (непараллельность не более 0,1 мм на 1 м).
6. Уравновешенность коленчатого вала после ремонта.
7. Одинаковый радиус кривошипа на всех шатунных шейках.
8. Общую ось шатунных шеек, расположенных попарно (отсутствие скручивания вала). Первые шесть требований являются строго обязательными и определяют качество ремонта и ресурс коленчатого вала и всего двигателя в целом. Последние два требования являются желательными - их выполнение дополнительно обеспечивает плавность работы двигателя из-за равномерной работы всех цилиндров. Однако после сильных повреждений вала это не всегда удается. Ремонт коленчатого вала, как и любого другого, должен начинаться с дефектации и подготовки к ремонту. Для этого необходимо определить ремонтные размеры шеек и других поверхностей, шейки, которые следует восстанавливать, а также проверить, и, если нужно, поправить базовые центровые фаски вала. При дефектации коленчатых валов особое внимание следует обратить на деформацию (взаимное биение) коренных шеек, поскольку от этого зависит технология ремонта вала. Так, при биении свыше 0,08...0,10 мм уже имеет значение, будет, правиться вал или нет. Если в технологической цепочке предусмотрена и правка и наварка, то необходимо ориентироваться на используемый способ наварки (наплавки) - для способов восстановления с применением охлаждающей жидкости правка может предшествовать наварке шеек. Однако деформация, в основном, возникает при восстановлении шатунных шеек.

**Поэтому возможна другая последовательность операций:**

1. Наварка (наплавка) шатунных шеек.
  2. Правка.
  3. Наварка (наплавка) коренных шеек.
- Наварка коренных шеек одновременно с шатунными исключает правку, т.к. коренные шейки после наварки не могут быть использо-

ваны как базовые для правки. Величина взаимного биения коренных шеек порядка 0,08...0,10 мм является граничной с точки зрения технологической цепочки: при меньшем биении вал необязательно править и балансировать. При большем биении его следует править так, чтобы биение коренных шеек после правки не превышало указанной выше величины. При этом балансировка вала не потребует. Если же вал не правится, либо правкой не удалось добиться биения менее 0,1 мм, то балансировка обязательна. В противном случае не исключено, что двигатель будет иметь после ремонта повышенную вибрацию. В этой связи следует отметить, что правка особенно важна для валов V-образных двигателей, для которых динамическая балансировка целесообразна из-за очень высокой сложности, а статическая балансировка не дает необходимой точности. Рассмотрим теперь, как определить ремонтные размеры шеек вала. При этом следует иметь в виду, что для подавляющего большинства двигателей, выпускаемых не менее пяти лет, можно найти вкладыши подшипников коленчатого вала с ремонтным уменьшением 0,25 и 0,50 мм. Для более старых двигателей часто имеются ремонтные размеры 0,75 мм, реже - 1,0 мм. Вкладыши следующих ремонтных размеров (1,25 и 1,50) встречаются редко. Для относительно новых двигателей вкладыши некоторых ремонтных размеров (обычно 0,25 и 0,50 мм) могут поставляться в запасные части от фирм-производителей автомобилей. Перед определением ремонтного размера шеек коленчатого вала конкретного двигателя желательно располагать информацией

о том, какие ремонтные вкладыши существуют и могут быть приобретены.

Поэтому, например, не следует шлифовать вал в какой-либо ремонтный размер до момента получения (приобретения) необходимых вкладышей. Учитывая, что все способы восстановления коленчатых валов уменьшают надежность их работы, желательно шлифовать вал в один из существующих ремонтных размеров, даже если этот размер соответствует последним ремонтам - 0,75 мм, 1,0 мм и более. К восстановлению шеек следует прибегать только при таких износах, когда последний ремонтный размер уже не проходит, а другого (в том числе, нового) вала приобрести не удастся. Если наварка (наплавка) вала является единственным выходом из положения, то "поднимать" размер изношенной шейки желательно до первых двух ремонтов - 0,25 мм или 0,50 мм. С точки зрения надежности вала не имеет значения слой наварки (наплавки) - известны как случаи поломки валов после одного слоя наварки толщиной 0,05...0,10 мм, так и надежно работающие валы со слоем наварки на шейках более 1 мм.

Рассматривая возможные способы ремонта вала, следует также иметь в виду расположение сильно поврежденной шатунной шейки на валу. Например, шатунная шейка последнего цилиндра испытывает нагрузки от крутящего момента всех цилиндров, в то время как первая шейка - только от первого. Однако характер этих нагрузок существенно различен. Так, если на последней шейке крутящий момент больше по величине, но и более сглажен, то на первой шейке он существенно неравномерен по углу поворота вала. Поэтому с точки зрения усталостной прочности нагрузки на первой шейке могут быть даже более опасны. Этим можно объяснить и тот факт, что поломка валов после ремонта по первой шатунной шейке встречается более часто.

Определение ремонтных размеров малоизношенного (не более 0,1 мм) и недеформированного вала не представляет большого труда. При наличии справочной литературы или руководства для ремонта нетрудно найти стандартные размеры шеек. Далее из указанного размера вычитается ремонтное уменьшение (0,25; 0,50 и т.д.), в результате чего получается необходимый ремонтный размер. В американской литературе размеры задаются в дюймах (1 дюйм равен 25,4 мм), поэтому ремонтные уменьшения имеют следующий ряд: 0,010 - 0,020 - 0,030 - и т.д. Используется также сокращенное обозначение, например, -10, -20, -30 или -010, -020, -030 и т.д. Если размеры даны в миллиметрах, то рядом с числовым значением размера всегда ставится мм., если в дюймах - то никаких обозначений дюйма не дается (иногда ставятся



буквы US). Ремонтное уменьшение величиной 0,010 в дюймах равно 0,254 мм - при этом отличие в 4 мкм от принятой в Европе и Азии величины 0,25 мм можно учитывать только для больших ремонтных уменьшений - 0,75 мм (0,030) и более. В практике ремонта двигателей иностранных автомобилей нередки случаи, когда литература по конкретному двигателю отсутствует (это возможно, например, для новых или редких моделей автомобилей). В этом случае определить ремонтные размеры коленчатого вала можно несколькими способами. Наиболее простой способ - установить ремонтные вкладыши в опору (постель) и затянуть крышку. Далее нутромером необходимо измерить внутренний диаметр подшипника в нескольких плоскостях. Отклонение от цилиндрической формы не должно превышать 0,02...0,03 мм, в противном случае надо снять вкладыши и проверить геометрию постели - не исключено, что есть деформация. Зазор в подшипниках - величина, наиболее сильно влияющая на весь результат ремонта.

Так, при зазоре более 0,07...0,09 мм увеличивается шум двигателя, может несколько упасть давление масла, что снизит ресурс. В то же время зазор менее 0,03 мм становится опасен задирами и заклиниванием подшипника. Кроме того, меньший зазор требует высокой точности обработки постели, в то время как после длительной работы и, особенно, после непродолжительного перегрева, геометрия постели уже не будет идеальной. Вследствие этого не следует стремиться к очень малым зазорам.

Другой способ определения ремонтного размера шейки предполагает последовательное измерение сопряженных деталей. Измеряется диаметр постели нутромером. Затем с помощью микрометра и шарика подшипника определяется толщина вкладыша. При этом следует учитывать отклонения формы постели - зазор нигде не должен быть меньше 0,03 мм. Следует отметить, что при измерениях постелей подшипников нередко оказывается, что их размер превышает указанный в литературе максимальный на 0,02 или даже на 0,03 мм. Для шатунов это может быть исправлено обработкой отверстия постели, в то время как обработка постелей коренных вкладышей без специализированного оборудования проблематична. Небольшая их деформация может быть компенсирована соответствующим незначительным увеличением диаметра вала. В любом случае все изменения размеров должны выполняться только после тщательных измерений, чтобы избежать ошибок, приводящих к недопустимому уменьшению зазоров в подшипниках.

Для сильно изношенных валов (износ шеек более 0,10...0,15 мм) определение ремонтного уменьшения диаметра шеек имеет особенности. Если вал недеформирован или правился, то основное внимание должно быть уделено шатунным шейкам. Так, максимально возможный ремонтный диаметр зависит от износа и овальности шейки.

Практика показывает, что сильно изношенные шейки всегда овальны, причем максимальный износ наблюдается в направлении, близком к радиусу кривошипа даже если, например, максимальный износ шейки 0,15 мм, а овальность 0,1 мм, то шейка вала вряд ли пройдет в ремонтное уменьшение 0,25 мм. Биение коренных шеек вала еще больше усложняет подбор ремонтных размеров для шатунных шеек, исходя из условия сохранения хода поршня. Кроме того, после длительной эксплуатации двигателя и, особенно, серьезных повреждений шатунных шеек вал может иметь остаточное скручивание, когда, например, оси попарно расположенных шатунных шеек не совпадают.

Чем сильнее износ и эллипсность шатунных шеек и чем меньше припуск на шлифование, тем, очевидно, сложнее обеспечить равенство радиусов кривошипа и общую ось парных шеек. На практике эти требования часто удается выполнить только при неоправданно больших ремонтных уменьшениях диаметров, а в некоторых случаях не удается вообще. При сильном износе шатунной шейки и минимальном припуске на шлифование нередко приходится переходить на новую ось шейки, смещенную относительно старой на меньший радиус на величину, близкую к половине эллипса. Обычно эта величина не превышает 0,1...0,3 мм, что является допустимым для всех типов двигателей легковых автомобилей (включая дизельные). Смещение более 0,3...0,5 мм может быть нежелательно для дизелей, где это вызывает заметное снижение степени сжатия. Поэтому во всех случаях, когда обеспечить одинаковые радиусы кривошипов невозможно, следует стремиться к минимальной их разнице. ■

## Знаете ли Вы, что ...

*При несвоевременной замене масла в двигателе и агрегатах трансмиссии (фактическое время работы масла на 50% больше установленной периодичности его замены) ресурс составной части машины уменьшается: при систематическом несоблюдении установленной периодичности замены масла — на 30%; несистематическом (в том числе разовом) — на 5... 10% по сравнению с нормативным ресурсом.*

*Угол схождения направляющих колес не соответствует требуемому — ресурс шин направляющих колес уменьшается на 30... 60%.*

*Если не очищен ротор центробежного маслоочистителя или своевременно не заменен фильтр смазочной системы, то ресурс составной части уменьшается на 10% при разовом нарушении и на 50% при систематическом несоблюдении установленной периодичности обслуживания.*

*Если не отрегулирован тепловой зазор в механизме газораспределения двигателя, то при разовом нарушении расход топлива двигателем увеличивается на 1...2%, в течение времени его использования, а при систематическом — ресурс двигателя уменьшается на 5%, а расход топлива увеличивается на 2%.*

*Если трактор установлен на подставки, то шины сохраняются и в зимний период даже при отсутствии складских помещений. Давление в шинах ведущих колес поддерживают при этом 0,07...0,08 МПа (0,7...0,8 кгс/см<sup>2</sup>), а в шинах направляющих колес — 0,14...0,15 МПа (1,4...1,5 кгс/см<sup>2</sup>).*

*Категорически запрещается смешивать синтетические и минеральные масла.*

*Ослабление креплений (в том числе наружных креплений) — ресурс соединения уменьшается на 40... 60%.*

*Едва заметное подтекание нефтепродукта через неплотности в системах машин приводит к увеличению их расхода 0,5%*

*Поверхности батареи аккумуляторов не очищены, на клеммах слой сульфатации — ресурс аккумуляторов уменьшается на 10... 30%*

*При пропуске первого технического обслуживания ресурс основных составных частей машины уменьшается на 2% при разовом и на 10% при систематическом пропуске. При пропуске второго технического обслуживания ресурс основных составных частей машины уменьшается на 5% при разовом и на 20% при систематическом пропуске, а расход топлива соответственно увеличивается на 1 и 3%; При пропуске третьего технического обслуживания ресурс основных составных частей машины уменьшается на 10% при разовом и на 30% при систематическом пропуске.*

*Длительное подтекание воды из системы охлаждения двигателя приводит к его перегреву и, соответственно к снижению ресурса двигателя на 5% и увеличению расхода топлива на 2...3%*

*На открытых площадках при использовании для установки машин на хранение и снятия с хранения автокранов и автопогрузчиков расстояние между машинами в ряду должно быть не менее 0,7 м, а между рядами машин — не менее 6 м. При хранении машин в закрытых помещениях и под навесами расстояние между машинами в ряду и от машин до стен помещения должно быть не менее 0,7 м, а минимальное расстояние между рядами — 1,0 м.*

*Консервацию и нанесение защитных покрытий при хранении техники выполняют при температуре не ниже 5°C и относительной влажности воздуха не выше 70%, так как консервационные покрытия, нанесенные на увлажненную поверхность, не обеспечивают надежной защиты металла от коррозии, а при отрицательных температурах нельзя правильно подготовить защищаемую поверхность и нанести консервационный материал.*