

Рубрику ведет доцент кафедры «Ремонт машин»

Харьковского национального технического университета сельского хозяйства им. П. Василенка Сыромятников Петр Степанович.

ВОССТАНАВЛИВАЕМ ДВИГАТЕЛЬ

ВОССТАНАВЛИВАЕМ КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ

При оценке ремонтного уменьшения диаметров шеек необходимо ориентироваться в первую очередь на минимальный съем металла, а условия равенства радиусов кривошипов или общая ось попарно расположенных шеек второстепенны, но весьма желательны, особенно с точки зрения уравновешенности вала. Если деформированный вал не правится, то часто наблюдается следующая картина. После разрушения крайнего шатунного подшипника образуется деформация вала у этой шейки в плоскости вала. Поскольку износ шейки имеет односторонний характер (сверху), он частично компенсируется биением. В то же время биение средних шеек может оказаться таким, что уже именно они будут определять ремонтное уменьшение размера. У валов шести и восьмицилиндровых двигателей наблюдается более сложная картина, поскольку их шатунные шейки не лежат в одной плоскости. Таким образом, ремонт деформированных валов без применения правки представляет собой достаточно сложную техническую задачу.

В зависимости от деформации (биения) вала способы ремонта будут следующими: 1) биение до 0,08...0,10 мм - традиционный ремонт - шлифование всех шеек в ремонтный размер 0,25 или 0,50 мм, возможно исправление передней центральной фаски; 2) биение 0,10...0,20 мм - шлифование в ремонтный размер 0,25...0,50 мм, возможна наварка (наплавка) хвостовика и шлифовка от новой базы, не исключена необходимость шлифования торцевых поверхностей вала, балансировка; 3) биение 0,20...0,40 мм и более - аналогично, но ремонтный размер шеек вала -0,50 мм или больше, возможна наварка (наплавка) коренных шеек с биением более 0,40 мм, обязательны наварка хвостовика, шлифование торцевых поверхностей, балансировка.

У многих двигателей на коленчатых валах применяются фланцевые коренные вкладыши, выполненные за одно целое с упорными полукольцами. В ремонт такие вкладыши нередко поставляются с увеличенным расстоянием между торцами (для некоторых двигателей есть варианты как с увеличенной, так и со стандартной шириной), что предполагает шлифование торцевых поверхностей соответствующей коренной шейки вала. Обычно увеличение размера между торцами в два раза меньше, чем уменьшение диаметра, например, для вкладышей 0,25 мм торцевой размер увеличивается на 0,10...0,15 мм, а для 0,5 мм - на 0,20...0,25 мм.

Для двигателей с упорными полукольцами, выполненными отдельно от коренных вкладышей, упорные полукольца не входят в ремонтный комплект и должны быть заказаны отдельно. Для некоторых двигателей поставляются также упорные полукольца увеличенной толщины. Ремонтное увеличение толщины упорных подшипников обеспечивает возможность исправления биения, круговых рисок и царапин на опорных поверхностях вала при его ремонте. В практике ремонта встречаются ситуации очень большого износа задней поверхности упорного подшипника коленчатого вала (более 0,8...1,0 мм). Обычно это является следствием недостаточной смазки при сильной нагрузке на упорный подшипник со стороны сцепления. Одним из немногих возможных способов ремонта вала с таким повреждением является растачивание торца на токарном станке. После токарной обработки упорная поверхность полируется. Далее в расточку вставляются дополнительные полукольца, после чего вал с полукольцами устанавливается в блок. В данном варианте ремонта дополнительные «плавающие» полукольца позволяют использовать обычные вкладыши с фланцами или двойные стандартной толщины полукольца на расточенном упорном торце коленчатого вала, не прибегая к специальным нестандартным полукольцам увеличенной толщины.

Коленчатые валы с сильно изношенными и перегретыми шейками, как правило, имеют деформацию по этим шейкам, что накладывает определенные ограничения на технологию их ремонта. Практика показывает, что после шлифования поврежденных шеек коленчатый вал может с течением времени деформироваться, вследствие чего взаимное биение коренных шеек увеличивается в несколько раз. Нагрев вала при работе двигателя в таких случаях может вызвать дополнительную деформацию.

Указанный эффект возникает вследствие напряжений в поверхностном слое шейки из-за неравномерного нагрева и охлаждения и ударных нагрузок при разрушении подшипника. При шлифовании происходит изменение величины и перераспределение напряжений в материале шейки, что и приводит к постеленной деформации вала, значительно снижающей качество ремонта. *Чтобы исключить или максимально ограничить деформацию вала после ремонта, рекомендуются следующие операции:* 1. Предварительная термообработка перед шлифованием - выдержка при 180°C в течение 3...4 часов с медленным охлаждением. 2. Шлифование коренных шеек только после шлифования

шатунных. 3. Термообработка после шлифования шатунных шеек перед шлифованием коренных. Очевидно, выполнение подобных операций сопряжено с большими затратами времени и необходимостью применения специального термического оборудования.

Поскольку это не всегда реально сделать, можно упростить технологию ремонта, применив **специальный порядок шлифования вала:** 1. **Предварительное шлифование коренных шеек («как чисто», но с припуском не менее 0,1 мм для окончательной обработки).** 2. **Шлифование шатунных шеек.** 3. **Выдержка в течение нескольких часов, контроль деформации вала (на призмах по индикатору).** 4. **Окончательное шлифование коренных шеек.** Предварительное шлифование коренных шеек необходимо также и по другой причине. Так, если вал деформирован, то после предварительного шлифования коренных шеек и вспомогательных поверхностей они могут быть базовыми для шлифования шатунных шеек. Если данный порядок нарушен, у деформированного вала сразу шлифуются шатунные шейки, то нельзя обеспечить параллельности их осей и оси коренных шеек (нет базы). Очевидно, у равномерно изношенных валов описанный порядок ремонта необязателен - можно сразу шлифовать шатунные шейки. В то же время шлифовать коренные шейки в окончательный размер перед шатунными не рекомендуется. При шлифовании поверхностей слой металла испытывает термосилое воздействие от абразивного круга, что может стать причиной деформации вала по коренным шейкам. И хотя эта деформация мала (не более 0,01...0,02 мм), качество ремонта будет снижено. Шатунные шейки шлифуются в специализированных станках для шлифования коленчатых валов. Такие станки имеют центросместительные приспособления с патронами, позволяющие сместить ось коренных шеек от оси вращения вала в станке так, чтобы эта ось вращения совпала с осью обрабатываемой шатунной шейки. При шлифовании шатунных шеек наиболее важно обеспечить параллельность их осей относительно коленчатого вала (коренных шеек). Максимально допустимой непараллельностью следует считать величину 0,1 мм на 1 м.

Следует также иметь в виду, что при недостаточной твердости материала втулка быстро изнашивается в зоне контакта с сальником, после чего уплотнение нарушается. Помимо этого, при установке втулки увеличивается диаметр уплотняемой поверхности, что также может негативно отразиться на качестве и ресурсе уплотнения. При шлифовании шеек должна быть обеспечена правильная геометрия обрабатываемой поверхности. Так, допустимые овальность и конусность любой шейки не должны быть больше 0,01 мм, однако высокое качество ремонта вала будет достигнуто, если эти характеристики не превысят 0,005 мм. Обычно недопустимые отклонения формы (в основном, овальность) появляются из-за плохого технического состояния станка (например, износ подшипников), а также из-за недостаточной квалификации шлифовщика. В частности, неправильная геометрия появляется вследствие сильного нажима круга на шейку, а также из-за возникновения вибраций вала. Качество ремонта может также снизиться при появлении «огранки» на поверхности вала вследствие, например, биения или вибрации шлифовального круга или вала.

«Огранка» на валу нежелательна, поскольку снижает ресурс подшипников, однако она может быть частично сглажена при доводке шеек. В эксплуатации встречаются случаи износа посадочной поверхности шестерен и шкива на хвостовике вследствие ослабления затяжки центрального болта (гайки). При этом нередко развивается гнездо шпонки на хвостовике. В такой ситуации ремонт выполняется по следующей схеме: 1) растачиваются «как чисто» посадочные поверхности деталей, расположенных на хвостовике, соблюдая требования взаимного биения посадочных и рабочих поверхностей не более 0,01...0,02 мм; 2) наваривается хвостовик. Предварительно необходимо гнездо шпонки заполнить медью (сделать медную шпонку). Это позволяет получить хорошее качество поверхности около шпоночного паза, а также защитить паз от дополнительных повреждений при наварке; 3) хвостовик шлифуется в размер, обеспечивающий зазор 0,01...0,02 мм в отверстиях деталей, сидящих на нем. При этом должна быть обеспечена соосность с опорными шейками вала - взаимное биение не должно превышать 0,03 мм; 4) ударами тупого стержня выбивается медная шпонка, а края пазов обрабатываются алмазным надфилем; 5) если шпоночный паз сильно поврежден, то шпонка может быть установлена на эпоксидной или иной синтетической композиции.

Вообще же при ремонте шпоночных пазов следует помнить, что в подавляющем большинстве конструкций шпонки являются установочными, а не силовыми элементами. Это значит, что шкивы, звездочки и/или шестерни устанавливаются по шпонкам, а удерживаются от проворачивания усилием затяжки болта.

Доводка (полирование) шеек коленчатого вала является обязательной операцией, исключающей ускоренный износ вкладышей в период первоначальной приработки.