

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДОВОДКИ АЛМАЗНЫМ ПОРОШКОМ ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОЛЕЦ С РЕЛИТОВЫМ СЛОЕМ НА СПЕЦИАЛЬНОМ СТАНКЕ

Results of experimental and theoretical researches of technology of operational development by a diamond powder of face surfaces of rings with wearproof a layer on specially developed and made machine tool of model 3806Л are given.

Торцовые уплотнения, состоящие из двух сопрягаемых (трущихся) колец, рабочие торцовые поверхности которых выполнены из износостойкого релитового слоя, получили широкое применение для герметизации вращающихся валов, работающих в различных средах. К качеству обработки торцовых поверхностей колец предъявляются высокие требования: шероховатость обработки на уровне $R_a \leq 0,1$ мкм, неплоскостность обработки – менее 0,9 мкм. Обеспечить на практике эти требования достаточно сложно, особенно если учесть, что припуск под обработку релитового слоя (состоящего из зерен карбида вольфрама и медного порошка) доходит до 2-х мм.

Нами разработан и внедрен в ОАО завод “Потенциал” (г. Харьков) эффективный технологический процесс алмазно-абразивной обработки торцовых поверхностей колец с износостойким релитовым слоем [1, 2]. Он включает операцию черного шлифования (абразивным кругом или алмазным кругом на металлической связке с его электроэрозионной правкой), операцию полочистового шлифования торцом алмазного круга на металлической связке торцовой поверхности вращающегося обрабатываемого кольца и операцию доводки (притирки) свободным абразивом (мелкозернистым алмазным порошком).

Для выполнения операции доводки колец был специально спроектирован и изготовлен на Каунасском заводе шлифовальных станков “Нерис” вертикально-доводочный станок модели 3806Л. Его конструкция состоит в следующем. На неподвижной станине установлены доводочный диск (притир), который с помощью привода получает вращательное движение со скоростью 2,68 м/с (главное движение станка), и три прижима, обеспечивающих крепление 26 колец на каждом и их прижатие к поверхности доводочного диска с давлением 100–200 г/см². Каждый прижим может перемещаться в вертикальном направлении независимо от других прижимов с помощью пневмоцилиндра, установленного на станке. Для обеспечения самоустановления и подъема прижима на штоке пневмоцилиндра установлен шарнир, в котором роль непосредственной шарнирной связи играют два сферических подшипника.

Известно, что для достижения высокой чистоты поверхности необходимо обеспечить такой вид относительного движения зерен и обрабатываемого кольца, чтобы абразивное или алмазное зерно при своих повторных движениях не повторяло предыдущей траектории. Поэтому рабочее движение притира

должно быть всегда колебательным и в простейшем случае может быть возвратно-поступательным или возвратно-вращательным. В случае применения станков специального назначения рабочее движение должно осуществляться в виде сложного циклоидального движения, являющегося результатом движения качения и скольжения или результатом сложения нескольких движений скольжения, например, движения вращения и возвратно-поступательного движения. При правильно выбранном рабочем движении обработанная поверхность будет иметь вид матовой поверхности с мельчайшей сеткой пересекающихся штрихов (представляющих собой следы движения отдельных зерен) при весьма малой высоте микронеровностей – порядка 0,07-0,3 мкм.

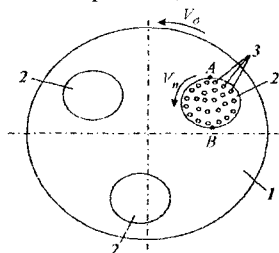


Рис. 1. Кинематическая схема доводки торцовых поверхностей колец: 1 – доводочный диск; 2 – прижимы; 3 – обрабатываемые кольца; V_{ω} – скорость вращения доводочного диска; V_n – скорость вращения прижима.

В нашем случае при вращении доводочного диска из-за разности скоростей в точках А и В (рис. 1) прижим получает вращательное движение вокруг своей оси. В результате наложения вращательных движений диска и прижима, закрепленные в прижиме обрабатываемые кольца получают сложное циклоидальное движение по поверхности доводочного диска. При этом обеспечивается трение колец практически по всей поверхности доводочного диска, что обеспечивает равномерный его износ.

Механизм процесса доводки (притирки) заключается в том, что абразивные зерна (в нашем случае алмазный порошок АСМ 28/20) при взаимодействии с обрабатываемой поверхностью кольца вдавливаются (“шаржируются”) в более мягкую поверхность доводочного диска (притира) и затем, будучи закрепленными в этой поверхности, снимают тончайшие стружки с обрабатываемой поверхности. Притир в таких случаях должен изготавливаться из более мягкого материала по сравнению с обрабатываемым материалом. В нашем случае доводочный диск был изготовлен из чугуна марки СЧ21-40. В качестве связывающей и смазочной жидкости применен керосин.

Обрабатываемая поверхность кольца должна быть тщательно подготовлена к операции притирки, т.к. только при минимальных попусках этот вид обработки, обеспечивающий чрезвычайно низкую производительность обработки, не потребует больших затрат времени и будет экономически выгоден.

Обычно под притирку оставляют припуск порядка 5-20 мкм. Если такая точность не может быть обеспечена на предыдущей операции, оставляют больший припуск – до 0,1 мм и производят сначала предварительную притирку более крупнозернистым алмазным порошком (обеспечивающим макрогеометрию), а затем окончательную притирку, в процессе которой улучшается только микрогеометрия поверхности. В нашем случае снимаемый припуск на операции притирки составлял 1-5 мкм.

Как отмечалось выше, каждый прижим обеспечивает крепление 26 колец, т.е. одновременно на доводочном диске обеспечивается обработка 78 колец. Длительность обработки данной партии колец составляет 12-15 минут и зависит от состояния поверхности (шероховатости) колец, достигнутого на предыдущей операции – операции торцового алмазного шлифования. В результате притирки обеспечивается шероховатость поверхности R_a на уровне 0,1 мкм, неплоскостность обработки – менее 0,9 мкм.

Расход алмазного порошка АСМ 28/20 составляет в среднем 1500 карат на 1000 обработанных колец.

Для гарантированного обеспечения шероховатости поверхности $R_a < 0,1$ мкм нами предложено операцию притирки выполнять в два перехода. На первом переходе использовался более крупнозернистый алмазный порошок АСМ 28/20 для съема основной части припуска, а на втором переходе – алмазный порошок меньшей зернистости АСМ 10/7... АСМ 5/3 для окончательного формирования высокой чистоты обработки. Длительность операции притирки при этом увеличивалась до 30 минут.

Для оценки технологических возможностей данной операции притирки разработана инженерная методика расчета условий обработки, обеспечивающих наименьшую шероховатость поверхности. При расчетах исходили из условия реализации предельных значений $\alpha = a_z / \rho$, при которых процесс резания переходит в упруго-пластическое деформирование металла без образования стружек (где a_z – толщина среза отдельным зерном, м; ρ – радиус округления режущей кромки зерна, м), т.е. исходили из энергетического критерия.

Была установлена зависимость для расчета параметра шероховатости R_a , содержащая зернистость алмазного порошка \bar{X} и коэффициент α :

$$R_a = 0,1 \cdot \alpha \cdot \bar{X}. \quad (1)$$

На рис. 2 показаны две области, рассчитанные по зависимости (1) с использованием известных экспериментальных данных $\alpha = a_z / \rho = 0,04-0,08$ проф. Богомолова Н.И. (область 1) и $\alpha = 0,14-0,17$ проф. Крагельского И.В. (область 2). Экспериментальные значения параметра шероховатости R_a , полученные при притирке релитового слоя колец, попадают в область 1. Кривая 4 получена при длительности обработки 15 минут, а кривая 5 – при длительности обработки 30 минут. Следовательно, процесс притирки релитового слоя колец

осуществляется, по сути, с предельными значениями α , при которых процесс стружкообразования при резании переходит в процесс упруго-пластического деформирования обрабатываемого материала без образования стружки.

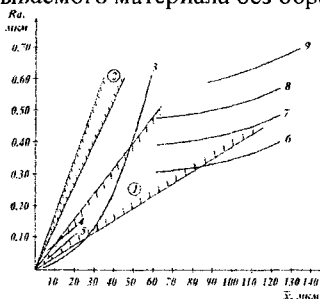


Рис.2. Зависимость параметра шероховатости обработки R_a от зернистости F .

В эту же область попадают значения R_a , полученные нами на предшествующей операции получистовой обработки - при торцовом шлифовании торцевой поверхности вращающегося обрабатываемого кольца с релитовым слоем алмазным кругом на органической связке 12A2 45° 150x10x3x32 AC6 B2-01 4 (кривая 6, рис. 2) и алмазным кругом на металлической связке 12A2 45° 150x10x3x32 AC6 M1-01 4 без применения электроэрозионной правки (кривая 7) и с применением периодической электроэрозионной правки (кривая 8), а так же взятые из научно-технической литературы при доводке свободным абразивом (алмазным порошком) твердосплавных плоских поверхностей (кривая 3) [3] и кругом наружном шлифовании алмазным кругом на металлической связке 1A1 300x25x5 AC6 M2-01 4 высокопрочного покрытия ПГ- 10Н-01 (HRC 60...62) с применением непрерывной электроэрозионной правки круга (кривая 9) [4].

Приведенные экспериментальные данные позволяют в первом приближении с достаточной для практики точностью по зависимости (1) рассчитать оптимальную зернистость, принимая $\alpha = 0,04-0,08$. Таким образом, теоретически и экспериментально установлено, что применение алмазного порошка АСМ 7/5 ... АСМ 5/3 на операции притирки релитового слоя колец гарантированно обеспечивает шероховатость обработки $R_a < 0,1$ мкм и неплоскостность обработки — менее 0,9 мкм.

Список литературы: 1. Теоретические основы резания и шлифования материалов: Учебн. пособие / А.В. Якимов, Ф.В. Новиков, Г.В. Новиков, Б.С. Серов, А.А. Якимов – Одесса: ОГПУ, 1999. – 450 с. 2. Ткаченко В.П. Повышение эффективности технологии прецизионной обработки уплотнительных колец из композиционного материала на основе релита. – Дис. ... канд. техн. наук. – Харьков, 2003. – 198 с. 3. Синтетические алмазы в машиностроении / Под ред. В.Н. Бакуля. – К.: Наук думка, 1976. – 351 с. 4. Новиков Г.В. Повышение эффективности алмазно-искрового шлифования деталей с высокопрочными покрытиями. – Дис. ... канд. техн. наук. – Харьков, 1989. – 210 с.

Поступила в редколлегию 25.05.04