

УДК 621.787

**МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЙ ОСЦИЛЛИРУЮЩИЙ ОБКАТНИК ВАЛОВ****С.А. ПАВЛЮЦ***(Белорусско-Российский университет, Могилев)*

*Представлен многоэлементный осциллирующий обкатник валов, реализующий новый способ обработки поверхностного пластического деформирования без подачи инструмента вдоль оси заготовки и предназначенный для упрочняюще-чистовой обработки шейки вала-ротора электродвигателя под установку уплотнительной манжеты.*

Введение. Одной из основных областей применения поверхностного пластического деформирования (ППД) является обработка поверхностей металлических деталей уплотнительных пар «резина - металл», работающих в условиях вращательного и возвратно-поступательного движения. От состояния уплотнений во многом зависит срок службы машин и их надежность при эксплуатации. Потеря смазки и её загрязнение приводит к ухудшению теплообмена и возникновению сухого трения, что в результате приводит к ускоренному износу деталей.

Разнообразные исследования и эксперименты [1] выявили возможность значительного улучшения герметичности уплотнительных пар за счет оптимизации микрорельефа рабочих поверхностей металлических деталей. Наряду с улучшением герметичности регулярный микрорельеф поверхности позволяет повысить износостойкость, а также снизить коэффициент трения и температуру в зоне трения.

Цель - новый способ обработки поверхностей вращения пластическим деформированием без подачи инструмента вдоль оси заготовки, разработанный автором, апробирован и реализован в многоэлементном осциллирующем выглаживателе отверстий [2]. Однако, наряду с обработкой внутренних поверхностей вращения, существует проблема нанесения регулярного микрорельефа и упрочняюще-чистовой обработки наружных поверхностей вращения с помощью нового способа ППД.

Уплотнительные пары вращения типа «резина - металл» широко используются в асинхронных электродвигателях, выпускаемых РУП «Могилевский завод “Электродвигатель”». В электродвигателях серии АИР со степенью защиты IP55 по ГОСТ 17494-87, обеспечивающей защиту от попадания струй воды, и электродвигателях серии 4АС, предназначенных для работы в зонах с повышенной радиацией, в подшипниковых щитах устанавливаются резиновые манжеты и закладывается консистентная смазка.

По конструкторской документации, для шейки вала-ротора, контактирующей с резиновой манжетой, установлены следующие параметры: шероховатость поверхности по критерию  $R_a$  менее 0,4 мкм, твердость поверхности не менее HRG, 30 (материал вала - сталь 45 с нормированной твердостью НВ 207). Заводской технологический процесс для достижения вышеуказанных параметров предусматривает закалку ТВЧ и обкатывание роликовым инструментом упругого действия.

Цель работы - разработка инструмента для обработки поверхности шейки вала-ротора электродвигателей серии 4АС пластическим деформированием с нанесением регулярного микрорельефа. В инструменте необходимо реализовать многоэлементную схему обработки, что позволит избежать таких недостатков одноэлементной схемы, как упругие отжата и деформация вала-ротора при обработке с большими усилиями, а также значительно повысить производительность обработки. Путем интенсификации деформирующего воздействия за счет использования энергии принудительных колебаний осциллирующего инструмента при обработке необходимо получить значения проектной твердости поверхности без применения закалки ТВЧ, что позволит снизить трудоемкость обработки шейки вала-ротора.

Конструкция узлов инструмента. Решая задачу обработки шейки вала-ротора электродвигателя новым способом ППД, нами спроектирован многоэлементный осциллирующий обкатник. Рассмотрим конструкцию двух основных узлов инструмента: привода осцилляции и обкатной головки.

Основная особенность нового способа обработки ППД - согласованная работа кулачкового и планетарного механизмов инструмента. Правильный выбор чисел периодов пазовых кулачков кулачкового и планетарного механизмов [3] позволяет осуществлять сплошную обработку на длине осцилляции без подачи инструмента и получать необходимый регулярный микрорельеф на обрабатываемой поверхности.

Привод осцилляции инструмента (рис. 1) имеет следующую конструкцию. Вращающий момент от обрабатываемой заготовки 1 посредством штифта 2 сообщается кулачковой втулке 3. На кулачковой втулке 3 в соответствии с выбранной траекторией осцилляции (синусоида, смещенная окружность, восходящая и нисходящая ветви циклоиды или винтовой линии) нарезан замкнутый пазовый кулачок. С кулачковой втулкой 3 жестко связан сепаратор 4, который содержит радиальные прорезы и является ведущим звеном планетарного механизма, выполненного в виде планетарной кулачково-плунжерной

передачи [4] с шариковыми сателлитами 5. Заторможенным звеном планетарного механизма является диск 6, жестко связанный с оправкой 7 инструмента. Модифицированная частота вращения заготовки 1 сообщается ведомому звену планетарного механизма - диску 8.

Вращающий момент от диска 8 посредством штифтов 9 сообщается направляющей втулке 10 инструмента. Звенья планетарного механизма расположены в корпусе 11 привода осцилляции и удерживаются в беззазорном состоянии фланцем 12 через шарики 13.

В продольном пазу направляющей втулки 10 расположен палец 14, который при вращении направляющей втулки 10 перемещается по пазовому кулачку кулачковой втулки 3 и сообщает возвратно-поступательное перемещение фланцу 15 обкатной головки.

Обкатная головка (рис. 2) инструмента имеет следующую конструкцию.

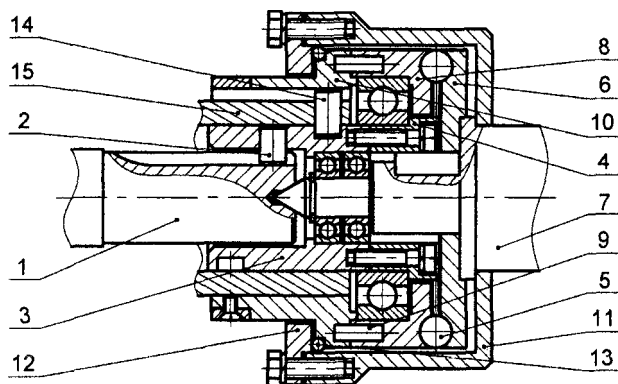


Рис. 1. Конструктивная схема привода осцилляции инструмента

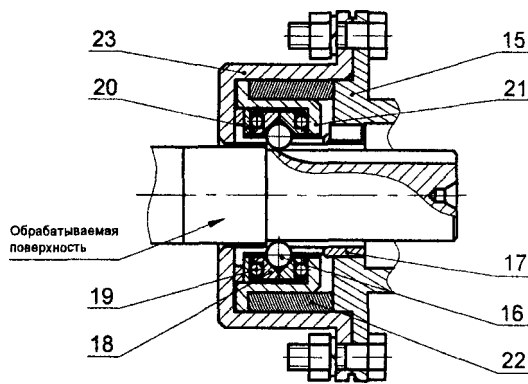


Рис. 2. Конструктивная схема обкатной головки инструмента

Деформирующие шарики 16 инструмента расположены в продольных пазах сепаратора 17 обкатной головки. Причем пазы имеют скругленные кромки для предотвращения выпадения деформирующих шариков 16. Количество деформирующих шариков выбирается в соответствии с числом периодов пазовых кулачков инструмента [3] для получения необходимого микрорельефа и предотвращения наложения следов деформирующих шариков на обрабатываемой поверхности.

Помимо сепаратора 17 деформирующие шарики 16 расположены между двумя конусными втулками 18. В концентрических пазах конусных втулок 18 размещены шарики 19, которые в свою очередь контактируют с упорным диском 20 и поршнем 21. На поршне 21 установлены собранные в пакет упругие элементы - невинтовые гофрированные пружины 22.

Деформирующие шарики 16, сепаратор 17, конусные втулки 18 с шариками 19, упорный диск 20, поршень 21 и пружины 22 расположены в корпусе 23 обкатной головки и удерживаются в беззазорном состоянии фланцем 15.

**Принцип действия инструмента.** Многоэлементный осциллирующий обкатник валов (рис. 3) работает следующим образом. Инструмент устанавливается оправкой 7 в заднюю бабку универсального токарного станка. Заготовка 1 устанавливается в центр передней бабки станка и центр оправки 7 инструмента. При обработке заготовки 1 поводковой втулкой сообщают вращение со скоростью главного рабочего движения. Посредством штифта 2 вращающий момент от заготовки 1 передается кулачковой втулке 3 с пазовым кулачком. От кулачковой втулки 3 вращающий момент передается жестко связанному с ней сепаратору 4, который является ведущим звеном планетарного механизма. Модифицированная частота вращения заготовки 1 сообщается ведомому звену планетарного механизма - диску 8. Вращающий момент от диска 8 передается направляющей втулке посредством штифтов 9. В продольном пазу направляющей втулки 10 расположен палец 14, который также связан с фланцем 15 обкатной головки и пазовым кулачком кулачковой втулки 3. При вращении направляющей втулки 10 палец 14 перемещается по пазовому кулачку кулачковой втулки 3 и сообщает согласованное возвратно-поступательное и вращательное движение фланцу 15 обкатной головки.

В крайнем правом положении обкатной головки инструмента внутренний диаметр обоймы деформирующих шариков 16 превышает диаметр рабочего конца вала-ротора ( $d_r = 28$  мм), но не достигает диаметра обрабатываемой шейки вала-ротора ( $d_m = 30$  мм). В этом положении конусные втулки 18 сомкнуты и деформирующие шарики 16 не оказывают силового воздействия на поверхность заготовки 1. Во время работы инструмента привод осцилляции сообщает возвратно-поступательное движение обкатной головке инструмента. Обойма деформирующих шариков 16 перемещается до крайнего левого поло-

жения и обратно, при этом шарики приподнимаются, а внутренний диаметр обоймы становится равным диаметру обрабатываемой шейки вала-ротора. Приподнимаясь, деформирующие шарики 16 разжимают конусные втулки 18. В свою очередь конусные втулки 18, взаимодействуя через шарики 19 с упорным диском 20 и поршнем 21, сообщают деформирующим шарикам 16 усилие предварительно сжатого пакета пружин 22. Деформирующее усилие инструмента можно легко варьировать, изменяя количество невинтовых гофрированных пружин 22 в пакете.

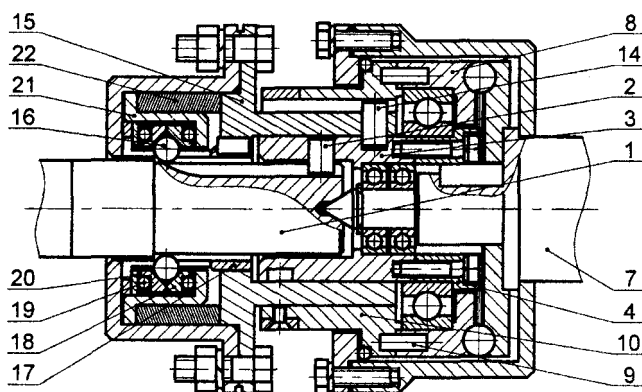


Рис. 3. Многоэлементный осциллирующий обкатник валов

Таким образом, сепаратор 17 при обработке заготовки вращается вместе с деформирующими шариками 16, а шарики в свою очередь совершают совместно с конусными втулками 18 обкатной головки осциллирующее движение вдоль образующей заготовки 1, производя обкатывание шейки под установку манжеты. Частоты вращения заготовки 1 и сепаратора 17 обкатной головки различные, поэтому деформирующие шарики 16 не повторяют свои траектории при каждом новом обороте заготовки. В соответствии с выбранными числами периодов пазовых кулачков [3] и амплитудой осцилляции пазового кулачка инструмент может наносить сетку регулярного микрорельефа или производить сплошную обработку поверхности, образуя полностью новый микрорельеф.

Выводы. Для решения задачи обработки шейки вала-ротора электродвигателя серии 4АС спроектирован многоэлементный осциллирующий обкатник валов, в котором реализован новый способ обработки ППД без подачи инструмента вдоль оси заготовки. Новый инструмент позволит производить сплошную обработку шейки вала-ротора осциллирующими шариками с нанесением необходимого регулярного микрорельефа. Усилие, производимое пакетом невинтовых гофрированных пружин, и интенсификация деформирующего воздействия осцилляцией шариков позволят получить проектную твердость поверхности без применения закалки ТВЧ, что снизит трудоемкость обработки. Причем многоэлементная схема, реализованная в инструменте, значительно повышает производительность обработки и позволяет исключить упругое отжатие и деформацию вала-ротора при обработке с большими усилиями. Обработка многоэлементным осциллирующим обкатником позволит улучшить эксплуатационные характеристики уплотнительной пары «резина - металл» и, как следствие, повысить эксплуатационную надежность асинхронных электродвигателей серии 4АС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шнейдер Ю.Г. Образование регулярных микрорельефов на деталях и их эксплуатационные свойства. - Л.: Машиностроение, 1972. - 240 с.
2. Павлюц С.А., Пашкевич М.Ф. Исследование работоспособности осциллирующего выглаживателя отверстий // Машиностроение: Республик. межведомств. сб. науч. тр. в 2-х т. Т. 2 / Под ред. И.П. Филонова. - Мн.: Технопринт, 2004. - Вып. 20. - С. 130 - 133.
3. Пашкевич М.Ф., Павлюц С.А. Выбор числа периодов пазовых кулачков осциллирующего выглаживателя отверстий // Теория и практика машиностроения. - 2004. - № 3. - С. 20 - 23.
4. Планетарные кулачково-плунжерные передачи. Проектирование, контроль и диагностика / М.Ф. Пашкевич, В.М. Пашкевич, А.М. Пашкевич, С.В. Чертков. - Могилев: Белорусско-Российский ун-т, 2003. - 221 с.