**II. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА**

Бабичев А. П.

Матегорин Н. В.

Чумаченко Г. В.

*Донской
государственный
технический
университет*

УДК 631.3.631.311:631.6.075.8

**МЕТОД ВИБРАЦИОННОЙ
ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ
ДЕТАЛЕЙ ПУТЕМ ОБКАТЫВАНИЯ
ПО ПЛОСКОЙ КОЛЕБЛЮЩЕЙСЯ
ПОВЕРХНОСТИ, ПОКРЫТОЙ
АБРАЗИВНЫМ МАТЕРИАЛОМ, С
ОГРАНИЧЕНИЕМ БОКОВЫХ
СМЕЩЕНИЙ**

У даній статті представлені результати розробки та експериментальні випробування методу вібродоводки (притирання) циліндрових деталей шляхом обкатування по плоскій поверхні, що коливається. Даний метод є нетрадиційним, включає поєднання методів доведення і вібротранспортування.

Results of development and experimental tests of a method vibrofinishing (abrading) of cylindrical details by riding on a flat varying surface are presented. The given method is non conventional and includes both methods of operational development and vibrotransportation.

Существует большое количество методов обработки цилиндрических деталей, однако не все они обеспечивают высокую работоспособность рабочих поверхностей. Из механических методов окончательного формирования рабочих поверхностей деталей наибольшее значение имеют отделочные операции, выполненные с помощью абразивного и алмазного инструмента.

Доводка (притирка) широко известный метод окончательной обработки деталей с целью достижения наиболее высокой точности и качества поверхности.

Предлагаемый метод и опытное устройство предназначены для повышения производительности при доводке за счет непрерывной обработки потока деталей; этот поток может быть многоканальным (многоручьевым).

В вибрационных конвейерах процесс транспортирования удачно сочетается с рядом технологических операций, таких как просеивание, сушка, разделение деталей по их различным свойствам, теперь к ним добавляется и возможность абразивной обработки потока деталей, в нашем случае цилиндрических.

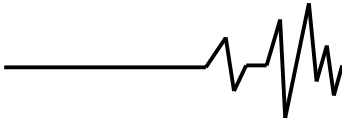
В предлагаемой статье в качестве объекта исследований рассматривается новая схема Пт цилиндрических деталей, наиболее широко встречающихся в изделиях различного назначения (подшипники качения, плунжерные пары топливных насосов, детали гидравлических систем и др.).

Ошибка! Раздел не указан.

Рис. 1. Устройство для вибрационной обработки цилиндрических деталей путем обкатывания по плоской колеблющейся поверхности

Поперечное сечение и размеры приспособления для вибрационной обработки выбраны в соответствии с размерами обрабатываемых образцов из условия обеспечения их равномерной обработки и транспортирования.

Устройство для вибрационной обработки цилиндрических деталей путем обкатывания по плоской колеблющейся поверхности, покрытой абразивным материалом, с ограничением боковых (осевых) смещений (на рис. 1 представлен общий вид в разрезе) состоит из основания 1, на котором посредством пружин 2 установлен корпус 3. На краю верхней части



поверхности корпуса 3 имеется загрузочная воронка 4. Внутри корпуса 3 закреплены, по крайней мере, два параллельных съемных рабочих транспортных лотка 5, 6, имеющих П-образную форму, каждый из которых имеет наклон к горизонтальной плоскости со стороны выхода детали под углом $\alpha=0,5-1^\circ$, величина которого выбрана из условия получения стабильного перемещения детали по всей рабочей поверхности. Рабочая поверхность лотков 5, 6 снабжена абразивным покрытием 7, 8 соответственно. Внутри корпуса между парой лотков 5, 6 расположен возвратный транспортный лоток 9, образованный вертикальными стенками корпуса 3 и металлической плоской поверхностью. Дно возвратного лотка 9 имеет со стороны входа деталей наклон относительно горизонтальной плоскости под углом γ , минимальную величину которого выбирают из условия обеспечения свободного направленного скатывания деталей к рабочему транспортному лотку 6. На внешней стороне основания корпуса 3 закреплен механический инерционный вибратор 10. Вибратор получает вращение от электропривода (на рис.1 не показан). Корпус снабжен системой подачи (11) и отвода (12) смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).

Возмущающая сила вращающегося инерционного вибратора 10 передается корпусу 3, рабочим транспортным лоткам 5, 6 и транспортному лотку 9. Режим колебаний рабочих транспортных лотков 5, 6 одинаковый.

Детали из загрузочной воронки 4 поступают на рабочий транспортный лоток 5. При поступлении на рабочий транспортный лоток 5 ось детали перпендикулярна продольной оси лотка. Под действием вибрации деталь перемещается вдоль лотка 5 по плоской колеблющейся поверхности, имеющей абразивное покрытие 7, с ограничением боковых (осевых) смещений в режиме с подбрасыванием. При этом происходит абразивная обработка детали и одновременное ее транспортирование в сторону выхода. Деталь с рабочего транспортного лотка 5 поступает на транспортный лоток 9, по которому она подается на абразивное покрытие 8 рабочего транспортного лотка 6. Обработка детали на рабочих транспортных лотках 5, 6 сопровождается непрерывной подачей СОЖ из системы подачи 11. Отработанная СОЖ отводится по системе 12 в бак-отстойник (на рис. 1 не показан).

Деталь при вибрационной обработке перемещается по абразивному покрытию 7, 8

вдоль рабочих транспортных лотков 5, 6 в режиме транспортирования с подбрасыванием.

Удельное давление абразивного покрытия на обрабатываемую поверхность детали обеспечивается параметрами колебаний (амплитуда A и частота f), углом наклона рабочей плоскости к горизонту (α), массой детали, а так же возможным дополнительным ограничением.

Необходимые условия образования правильной геометрической формы цилиндрической детали обеспечиваются вращением ее вокруг оси при виброперемещении (V_0 – окружная скорость) и наличием возвратно-поступательного движения в осевом направлении ($V_{в.п.}$) за счет угла разворота колеблющейся поверхности притира β в горизонтальной плоскости (рис 2).

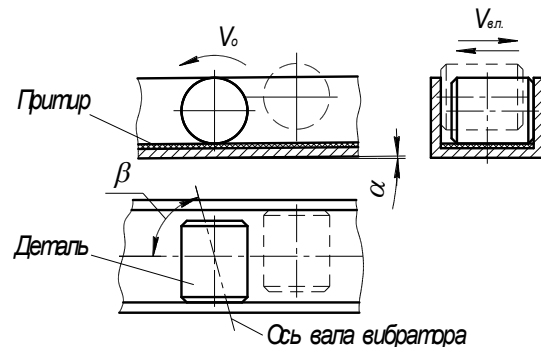


Рис. 2. Схема перемещения цилиндрической детали по притиру:
 α – угол наклона притира к горизонтальной плоскости, β - угол разворота притира относительно вала вибратора, V_0 и $V_{в.п.}$ - окружная и возвратно-поступательная скорости перемещения образца

Движение образцов по вибрирующей поверхности в зависимости от параметров колебаний осуществляется по двум режимам:

1 безотрывное движение, при котором образцы находятся в контакте с вибрирующей поверхностью, и их относительное перемещение сопровождается только скольжением по этой поверхности;

2 отрывное движение (с подбрасыванием), при котором образцы в течение некоторой части каждого цикла не касаются вибрирующей поверхности, совершают микрополет, во время которого происходит относительное перемещение.

И первый, и второй режимы не исключают проворачивания (вращения)



образцов вокруг своей оси и их возвратно-поступательного движения вдоль оси.

Как показали исследования [5, 6], съем металла осуществлялся только при движении образцов в режиме с подбрасыванием. Характер движения образцов определялся параметрами колебаний и углом наклона рабочей поверхности притира к горизонту.

Каждый период колебаний притира сопровождался перемещением детали на некотором участке траектории совместно с притиром. Затем происходил отрыв детали от притира и ее свободный полет на некотором участке, после чего деталь соударялась с поверхностью притира, проскальзывая и перекатываясь при этом по поверхности притира, совершая возвратно-поступательное движение поперек притира (рис. 2).

В работе выполнен аналитический расчет параметров колебания притира. Согласно литературным данным [1], установившиеся режимы движения с подбрасыванием могут иметь место при выполнении условия:

$$\xi = \frac{A\omega^2}{g} \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \alpha} > 1,$$

где ξ - параметр перегрузки; A - амплитуда, м; ω - угловая частота ($\omega = 2\pi f$), рад/с; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения; β - угол наклона траектории колебаний относительно плоскости (угол вибраций); α - угол наклона плоскости к горизонту.

Причем для реализации одноударных p -кратных ($p = 1, 2, 3$) режимов с пребыванием частицы на поверхности в каждом периоде переключений параметр перегрузки должен быть соответственно в пределах:

$$1 < \xi < 3,30; \quad 4,60 < \xi < 6,36; \quad 7,79 < \xi < 9,48.$$

На рис. 3 представлены зависимости коэффициента перегрузки ξ от частоты колебаний f при амплитудах A , равных 2 и 2,5 мм. На рис. 4 - зависимости параметра перегрузки ξ от амплитуды при частотах колебаний f , равных 20, 25 и 30 Гц. Расчеты выполнены для параметров $\beta = 90^\circ$; $\alpha = 0,5^\circ$.

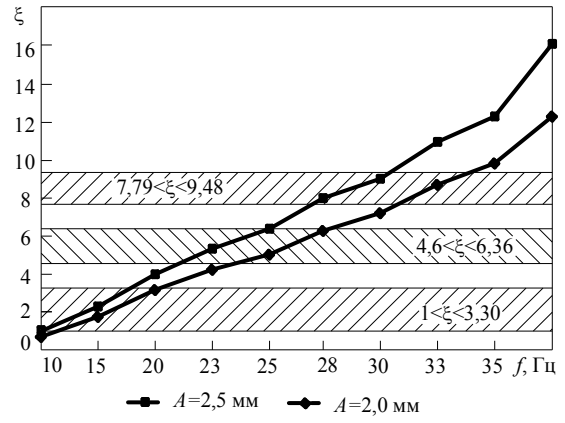


Рис. 3. Зависимость коэффициента перегрузки ξ от частоты колебаний f

Анализ расчетов показал, что при экспериментально установленных параметрах колебаний реализуется установившийся режим движения детали, который характеризуется, как одноударный двукратный режим с одним этапом пребывания частицы на поверхности в каждом периоде переключений.

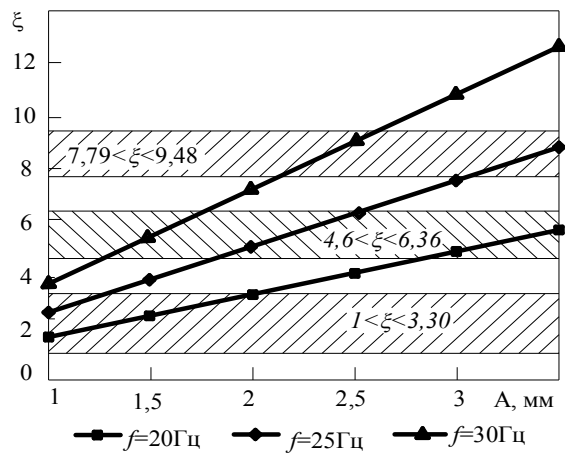
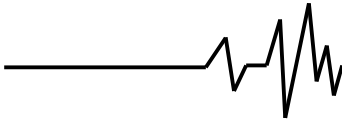


Рис. 4. Зависимость коэффициента перегрузки ξ от амплитуды колебаний A

В процессе исследований определялся съем металла и изменение шероховатости поверхности образцов

Результаты экспериментальных исследований показали, что время нахождения деталей на абразивной поверхности не являлось определяющим фактором интенсивности обработки. Интенсивность обработки зависит от параметров колебания притира, определяющих характер перемещения детали.

Независимо от материала обрабатываемых образцов шероховатость цилиндрической поверхности после обработки



возросла, что связано с характеристикой абразивного покрытия притира.

Экспериментальные исследования показали, что при выбранных размерах притира и параметрах его колебаний происходит съем металла, и изменяется шероховатость обработанной поверхности образцов.

По результатам исследований сделано заключение о возможности вибрационной притирки цилиндрических деталей путем обкатывания по плоской колеблющейся поверхности, покрытой абразивным материалом, с ограничением боковых перемещений. Установлено, что точность размеров и формы цилиндрической детали определяются размерами приспособления и параметрами колебания притира, обеспечивающими перемещение детали в режиме с подбрасыванием, который характеризуется, как одноударный p -кратный режим с одним этапом пребывания частицы на поверхности в каждом периоде колебаний. Шероховатость обработанной поверхности определяется характеристикой абразивного покрытия.

Результаты работы использованы при разработке опытной установки для вибрационной доводки (притирки) цилиндрических деталей, представленной на рис. 1.

Литература

1. Вибрации в технике. Справочник в 6 т., Т.4. Вибрационные процессы и машины. – М.: Машиностроение, 1981 – 509 с.
2. Потураев В. Н., Волошин А. И., Пономарев Б. В. Вибрационно-пневматическое транспортирование сыпучих материалов. – Киев: Наукова думка, 1989.
3. Спиваковский А. О., Гончаревич И. Ф. Вибрационные и волновые транспортирующие машины. – М.: Наука, 1983.
4. Силин Р.И. Автоматизация загрузки оборудования в машиностроении. Учебное пособие. – Хмельницкий; ТУП, 2003. — 225 с.
5. Бабичев А.П., Бабичев И.А., Матогорин Н.В., Стищенко Н.А., Пастухов Ф.А., Мамонов Д.В., Плотников А.А. О возможности вибродоводки (притирки) цилиндрических деталей путем обкатывания по колеблющейся плоской поверхности / Доклады научно-технического семинара по проблеме «Применение низкочастотных колебаний в технологических целях», 2006.
6. Матогорин Н.В. Пастухов Ф.А. Обоснование возможности доводки (притирки) цилиндрических деталей путем обкатывания по колеблющейся плоской поверхности. – Перспектива-2007: материалы Международного конгресса студентов, аспирантов и молодых ученых/ Каб.-Балк. ун-т.-Нальчик, 2007.