

УДК 621.923

## ИНЕРЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПЛОСКОГО ВИБРОШЛИФОВАНИЯ ПЕРИФЕРИЕЙ КРУГА

© 2013 А.А. Симаков, Ю.В. Василенко

Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс, г. Орел

Поступила в редакцию 05.03.2013

Предложена конструкция установки, позволяющей осуществлять финишную обработку плоских поверхностей деталей с сообщением заготовке поперечных колебаний с целью повышения производительности шлифования и получения ненаправленного микрорельефа.

Ключевые слова: шлифование, рабочая поверхность, микрорельеф, установка, вибрация

Одним из актуальных научных направлений в технологии машиностроения является совершенствование известных и разработка новых методов и способов обработки, обеспечивающих формирование на обработанной поверхности детали регулярного микрорельефа или ненаправленного микрорельефа. Формирование данных микрорельефов значительно улучшает эксплуатационные свойства обработанной поверхности. Формирование регулярного или ненаправленного микрорельефа, как правило, происходит за счет совершенствования кинематики процесса. Задача формирования данного микрорельефа эффективно решена для ряда лезвийных и абразивных способов механической обработки. В частности, на кафедре АСИС Госуниверситета-УНПК разработан способ плоского шлифования периферией круга с поперечной осциллиющей заготовкой, обеспечивающий снижение шероховатости обработанной поверхности, формирование на ней ненаправленного микрорельефа и повышение производительности обработки [1].

Для реализации предложенного способа была разработана и изготовлена специальная установка с механическим приводом, в которой в качестве осциллятора используется эксцентриковая втулка (рис. 1). С применением этого приспособления был получен ненаправленный микрорельеф, а также достигнуто увеличение длины дуги контакта абразивного зерна с заготовкой до 24% и скорости съема металла до 76% при частоте осцилляций  $f = 85$  Гц, амплитуде  $a = 0,6$  мм.

Согласно проведенным теоретическим и экспериментальным исследованиям, для совершенствования данного метода обработки необходимо повышение скорости осцилляции, которая в свою очередь имеет прямую зависимость

от амплитуды и частоты [1, 2]. Однако конструкция существующей установки по своим динамическим характеристикам имеет ограничение по скорости осцилляций. На основании этого была поставлена задача разработки установки, позволяющей значительно повысить частоту осцилляций при незначительном снижении амплитуды, без существенного усложнения конструкции и повышения потребляемой мощности. В качестве осциллятора выбран механизм инерционного движения за счет свободно вращающегося маховика-эксцентрика (рис. 2).

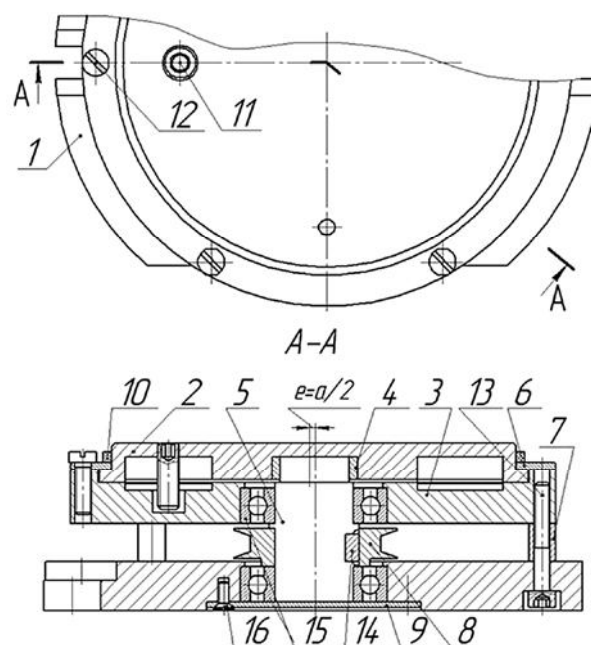


Рис. 1. Установка для реализации процесса плоского шлифования с поперечной осциллиющей заготовкой

Конструкция разработанной установки представлена на рис. 3. Промежуточная плита 2 может совершать поперечные перемещения по направляющим типа «ласточкин хвост»

Симаков Александр Александрович, аспирант. E-mail: masternew@gmail.com

Василенко Юрий Валерьевич, кандидат технических наук, доцент. E-mail: vyuv-post@yandex.ru

основания 1, при этом в качестве опоры скольжения используются плоские металлополимерные подшипники скольжения 3. Смонтированная на промежуточной плите 2 магнитная плита 4 используется для закрепления заготовки. Осциллятор, также смонтированный на промежуточной плите 2, представляет собой электродвигатель 5 с вертикально расположенной осью. На оси электродвигателя закреплена шестерня 8, входящая в зацепление с зубчатым колесом 9, закрепленном на оси 6, которая в свою очередь установлена в подшипниковом узле 7. Передаточное отношение зубчатой пары равно 1:1. На концах оси двигателя и оси установки 6 симметрично друг другу смонтированы два одинаковых маховика-эксцентрика 10. Крышка 11 предназначена для установки подшипников осей установки и двигателя с целью придания им жесткости, а также для защиты рабочего в случае аварии. Осциллятор и направляющие установки защищены от попадания шлама и СОТС кожухом, на рисунке не показанном. Предусмотрена

возможность монтажа пружин-ограничителей, установленных таким образом, что в нормальном режиме работы (при амплитуде осцилляций до 1-2 мм) они не оказывают влияния на работу установки, а служат для ограничения перемещений осциллятора в аварийном режиме работы, т.е. при превышении заданного значения амплитуды.

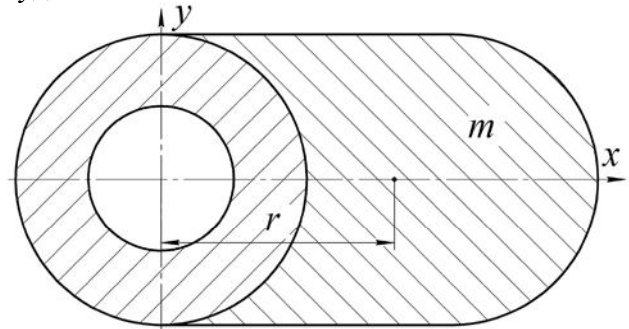


Рис. 2. Маховик-эксцентрик

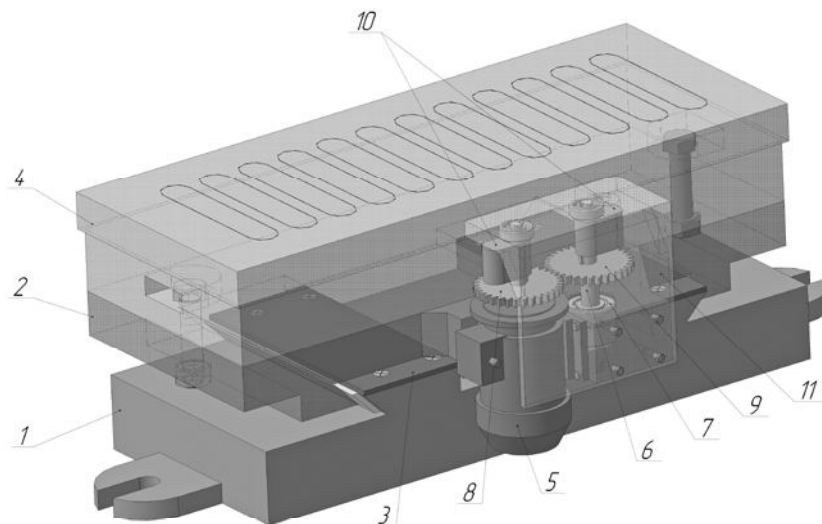


Рис. 3. Инерционная установка для виброшлифования

Маховик-эксцентрик представляет собой деталь, несимметричную относительно оси  $z$  (рис. 2). Эксцентричную часть его можно рассматривать как тело массой  $m$ , совершающее вращение относительно оси  $z$  по окружности радиусом  $r$ , проходящим через его центр масс. В процессе работы в результате согласованного вращения маховиков в одной фазе, но в противоположных направлениях, в направлении оси  $y$  маховики уравнивают друг друга, а в направлении оси  $x$  происходят колебания двух неуравновешенных масс  $m$  со скоростью  $v_m$ . Скорость  $v_m$  определяется дифференцированием уравнения координаты  $x$  от времени  $t$  [3]:

$$x(t) = r \cdot \sin\left(\frac{\pi n}{30} t\right), \text{ м}, \quad (1)$$

$$v_i(t) = \frac{dx}{dt} = r \cdot \frac{\pi n}{30} \cdot \cos\left(\frac{\pi n}{30} t\right), \text{ м/с}. \quad (2)$$

где  $n$  – частота вращения маховиков, об/мин.

Максимальная скорость перемещения равна  $r\pi n/30$ , средняя –  $r\pi n/15$ . Данные перемещения вызывают периодическую силу инерции  $F_{in}$ , под действием которой колебательная система, состоящая из промежуточной плиты, осциллятора, магнитной плиты и заготовки, совершает колебания вдоль оси  $x$ . Силу  $F_{in}$  можно определить, рассчитав ускорение неуравновешенных масс  $a_m$ :

$$F_e(t) = 2m \cdot a_i(t), \text{ Н}; \quad (3)$$

$$a_i(t) = \frac{dv_i}{dt} = -r \cdot \left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 \cdot \sin\left(\frac{\pi n}{30}t\right), \text{ м/с}^2; \quad (4)$$

$$F_e(t) = -2m \cdot r \cdot \left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 \cdot \sin\left(\frac{\pi n}{30}t\right), \text{ Н}. \quad (5)$$

Частота колебаний равна частоте вращения маховиков  $v=n/60$ , а амплитуда  $b$  и скорость  $v_c$ , согласно закону сохранения импульса, зависят от отношения массы  $M$  колебательной системы и неуравновешенных масс  $m$ :

$$v_c = v_i \cdot \frac{2m}{M}, \text{ м/с}; \quad (6)$$

$$b = r \cdot \frac{2m}{M}, \text{ м}. \quad (7)$$

В процессе работы двигатель осциллятора нагружен лишь вращением двух осей с маховиками, а потери энергии в зубчатой передаче и подшипниковом узле пренебрежимо малы, следовательно, требования к мощности двигателя минимальны, а перегрузка двигателя исключена. В связи с этим, во-первых, оправдано применение в данной установке коллекторного электродвигателя с мощностью до 100 Вт и скоростью вращения  $n = 15-22$  тыс. об/мин, что соответствует частоте осцилляций  $f = 250-367$  Гц. При необходимости повышения частоты возможен вариант использования повышающей передачи от двигателя к двум осям с маховиками (рис. 4). Во-вторых, в связи с малой нагрузкой на оси и зубчатые колеса осциллятора снижаются требования к их габаритам, твердости рабочих поверхностей и т.д., хотя требования к точности их изготовления остаются высокими. Применение металлополимерных подшипников скольжения позволяет значительно снизить трение в направляющих, повысить несущую способность и КПД установки. При этом сила трения достигает значений, не превышающих 1% от силы инерции  $F_{ib}$ , поэтому в уравнениях координаты (1) и скорости (2) ее учитывать нет необходимости.

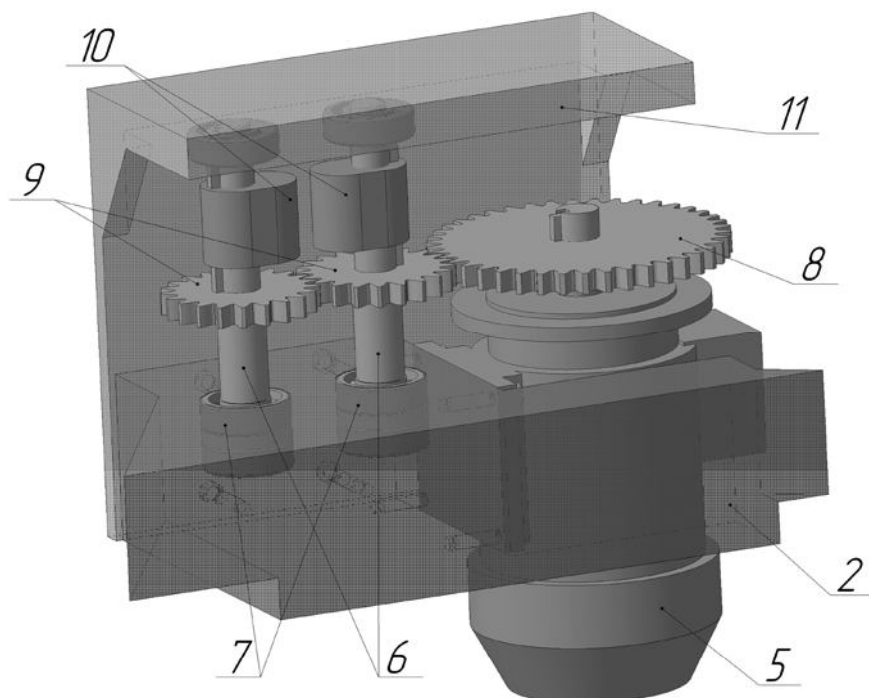


Рис. 4. Вариант конструкции установки с повышающей передачей

Преимущества предложенной конструкции осциллятора перед приводами, использующими электромагнитный и механический (эксцентриковый) механизм осцилляции:

- относительная простота конструкции;
- высокий КПД установки и малая мощность применяемого электродвигателя;

- возможность варьирования частоты осцилляций, регулируя величину напряжения на двигателе, и амплитуды осцилляций, применяя маховики различной массы и эксцентриситета;
- малый износ деталей.

**Выводы:** предложенная конструкция установки для плоского виброшлифования позволяет осуществлять финишную обработку плоских поверхностей деталей весом до 30 кг (учитывая габариты деталей и магнитной плиты установки) с достижением скорости осцилляций до 0,5 м/с и получением на поверхности ненаправленного микрорельефа.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Воронков, А.В.* Повышение эффективности плоского шлифования периферией круга путем поперечной осцилляции обрабатываемой заготовки: Автореф. дис. канд. тех. наук. Орел, 2012. 16 с.
2. *Воронков, А.В.* Экспериментальные исследования шероховатости при плоском шлифовании с поперечной осцилляцией заготовки / *А.В. Воронков, А.А. Симаков, О.А. Василенко, Ю.В. Василенко* // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2012. № 3-2 (293). С. 104-109.
3. *Маркеев, А.П.* Теоретическая механика: Учебник для университетов / *А.П. Маркеев* – М.: ЧеРо, 1999. 572 с.

## INERTIAL UNIT FOR THE FLAT VIBROGRINDINGS BY THE GRINDING WHEEL PERIPHERY

© 2013 A.A. Simakov, Yu.V. Vasilenko

State University – Educational Scientific-industrial Complex, Orel

The design of unit, allowing to carry out finishing processing of flat surfaces of details with the message to preparation the transverse oscillations for the purpose of increasing the efficiency of grinding and receiving the nondirectional microrelief is offered.

Key words: *grinding, working surface, microrelief, unit, oscillation*