

ОСОБЕННОСТИ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ШЛИФОВАЛЬНОГО БРУСКА И ДЕТАЛИ ПРИ РАДИАЛЬНОМ КОЛЕБАНИИ

**А.И. Акилов, канд. техн. наук, доцент; А.В. Евтухов, ассистент;
Б.В. Курилов**

Сумский государственный университет

Для обеспечения высоких показателей качества наружных поверхностей деталей машин, работающих в условиях трения, применяются различные способы отделочной обработки: тонкое точение, шлифование, алмазное выглаживание, накатывание шариком или роликом, суперфиниширование, полирование. Наиболее широкое применение для тяжело нагруженных деталей типа валов получил способ суперфиниширования, который заключается в обработке поверхности абразивными или алмазными брусками, прижатыми к ней с определенным усилием и совершающими колебательные движения вдоль оси детали. Обработка ведется с использованием СОЖ. Однако способ традиционного суперфиниширования имеет недостаток, заключающийся в затухании процесса резания, иногда до полного прекращения обработки. В этом случае с поверхностей деталей, имеющих высокую твердость, не удастся снять следы предшествующей обработки, не говоря о дефектном слое и погрешностях формы детали.

Для исключения вышеуказанных явлений на кафедре технологии машиностроения предложен способ обработки абразивными брусками с дополнительным наложением на них радиальных колебаний. Цель исследования заключается в выявлении наиболее эффективного пути управления предложенного способа на основе анализа его модели.

Процесс обработки радиально-колеблющимися брусками можно представить в виде блок-схемы, приведенной на рис. 1.1. Блоки Б1 и Б3 отражают характеристику контактирующих поверхностей. Блок Б2 представляет собой физику процесса взаимодействия бруска и детали, протекающего в условиях динамического $F_{\text{уд}}$ и статического $F_{\text{ст}}$ нагружений [1, 2].

Развитие процесса обработки связано с исходными параметрами инструмента и детали, характеризующимися шероховатостью сопрягаемых поверхностей, механическими свойствами детали, а также параметрами цикла: длительностью его протекания, величиной ударного импульса и статической силы прижатия. Сформированная в результате взаимодействия инструмента и детали шероховатость является исходной при последующих проходах. Так как одним из условий размерной обработки шлифовальными брусками является поддержание постоянной шероховатости, то в процессе взаимодействия необходимо не только срезать микрогребешки, но и создавать углубления в сплошном слое металла. Эти углубления создают новые неровности, которые по своей высоте отвечают исходным. Процесс срезания микровыступов и образование новых при размерной обработке характеризуется статистическим равновесием и описывается методами теории вероятностей. Характерно, что шероховатость рабочей поверхности брусков, образующаяся в результате истирания, микроскальвания и выкрашивания абразивных выступов также стабилизируется во времени.

Описанные изменения протекают в результате действия динамической и статической составляющих силы прижатия. Причем, динамическая составляющая определяет величину контактного сближения

поверхностей, а под действием статической силы прижатия происходит резание металла или его пластическая деформация на всех участках поверхности, с которой контактировала поверхность шлифовального бруска. Относительные перемещения инструмента и детали сопровождаются поверхностными эффектами, оцениваемыми коэффициентом трения.

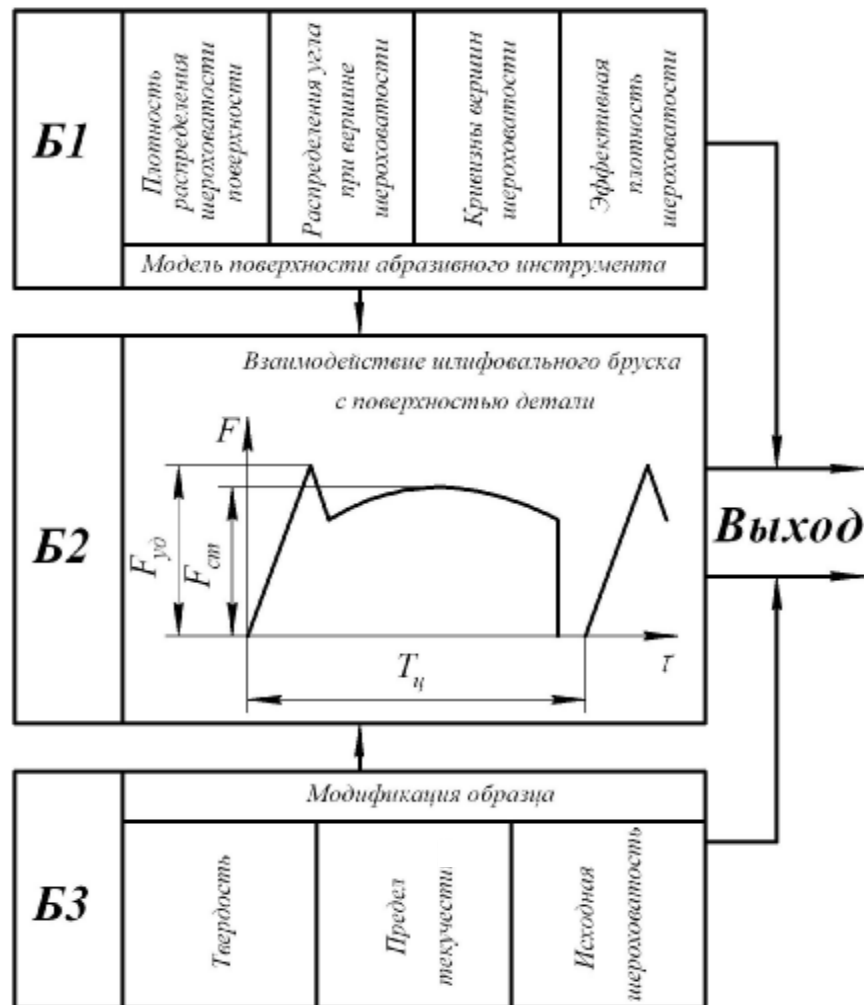


Рисунок 1.1 - Блок-схема процесса обработки радиально-колеблющимися брусками

Для управления процессом обработки, его производительностью и шероховатостью наибольший интерес представляет блок Б2.

Взаимодействие инструмента с деталью сопровождается подводом энергии. Подведенную к контактной зоне энергию можно выразить через работу деформирования

$$A = \int_0^h F dh, \quad (1.1)$$

где F – контактное усилие, Н;
 h – величина контактного сближения, м.

При относительно небольших скоростях удара и малых деформациях справедливо следующее выражение для силовой характеристики [3]:

$$h = b \cdot F^n, \quad (1.2)$$

где b , n - эмпирические коэффициенты, характеризующие упругопластические деформации. Подставив значение силы F в уравнение (1.1) и проведя интегрирование, получим

$$A = \frac{1}{b^{1/n}} \int_0^h (h^{1/n}) dh = \frac{n}{1+n} \cdot F \cdot h. \quad (1.3)$$

В результате соударения выступов происходит погружение контакта, сопровождающееся рассеиванием энергии. Полная работа деформирования за время ударного контактирования равна количеству подведенной энергии:

$$A = \frac{n}{1+n} \cdot F_{\max} \cdot h_{\max} = E_0. \quad (1.4)$$

Подставив вместо E_0 значение энергии, выраженное через массу и скорость, и решив уравнение (1.4) относительно F , получим:

$$F = \frac{1+n}{n} \cdot \frac{m \cdot V_0^2}{2 \cdot h}. \quad (1.5)$$

где m - масса бруска и движущихся с ним деталей, кг;
 V_0 - скорость бруска в момент встречи, м/с.

Анализируя выражение (1.5), можно сделать вывод, что управление процессом обработки путем изменения контактного усилия целесообразно производить варьированием скорости встречи поверхностей бруска и детали.

При этом могут быть использованы различные пути:

- 1) изменение амплитуды свободных колебаний;
- 2) изменение частоты колебаний;
- 3) изменение величины зазора между бруском и деталью.

Для окончательных выводов рассмотрим цикл свободного колебания бруска, представленный на рис. 1.2, 1.3. За период одного колебания брусок проходит два крайних положения, соответствующих его приближению и удалению.

Эти положения характерны тем, что скорость перемещения бруска в них равна нулю. На участке АВ скорость возрастает и остается постоянной до точки С. На участке CD происходит замедление до полной остановки бруска.

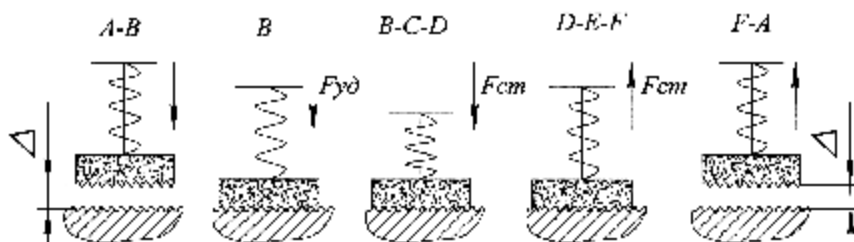


Рисунок 1.2 - Фазы взаимодействия бруска с деталью

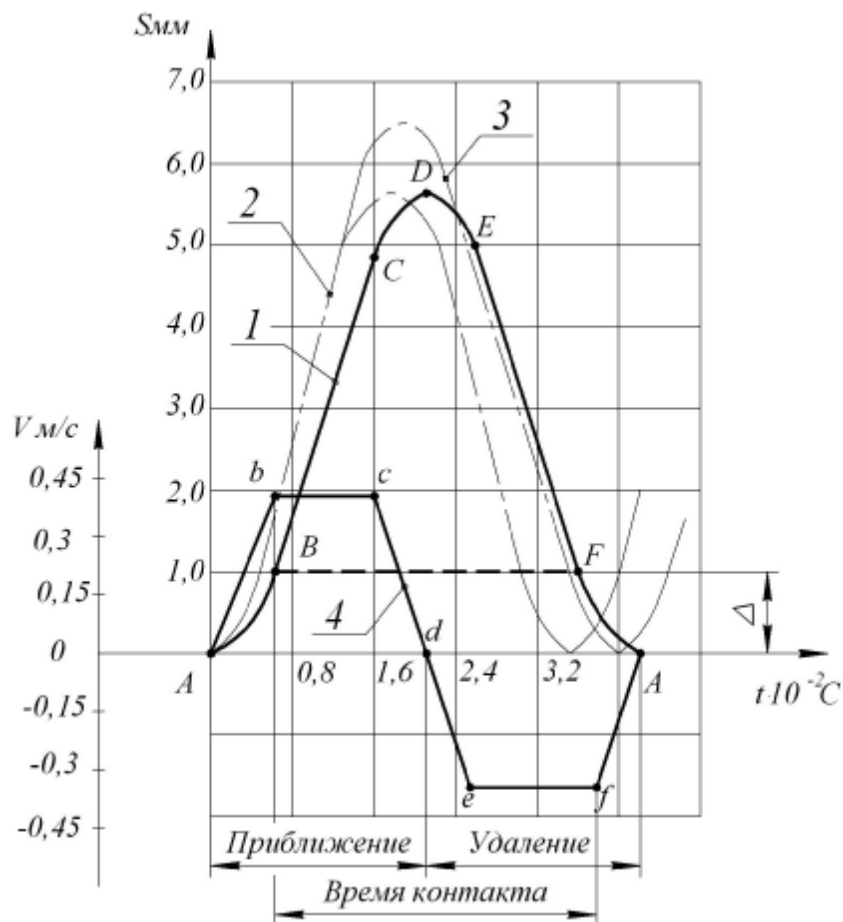


Рисунок 1.3 - Кривые перемещения бруска при радиальном колебании:
 1, 2, 3 – график перемещений;
 4 – график изменения скорости.

Абсолютная величина скорости определяется тангенсом угла наклона касательной к кривой перемещения. По расположению кривых 2 и 3 видно, что с повышением частоты и амплитуды колебаний бруска скорость перемещения (крутизна кривых) возрастает. Зависимость 4 получена путем графического дифференцирования кривой 1 и представляет собой изменение скорости перемещения в период одного колебания.

Полученная зависимость показывает, что:

- 1) в начале движения брусок движется равноускоренно;
- 2) регулирование скорости встречи наиболее эффективно, проводить изменением величины зазора в пределах участка АВ, соответствующего разгону бруска в момент приближения к детали;
- 3) дальнейшее увеличение зазора не приводит к повышению скорости, но уменьшает время контакта бруска с деталью.

SUMMARY

In paper habits of contact interacting of an abrasive brick with a surface of a detail are observed at the radial oscillation occurring at is shock-cyclic superfinishing. On the basis of the

analysis of existing model the interconnection of parameters of process with conditions of its implementation is determined.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гришкевич А.В., Капуста В.А., Топоров О.А. Способ обработки стальных закаленных деталей // Вестник машиностроения. - 1973. - №9. - С. 55-57.
2. Акилов А.И., Жулидов А.В. Исследования способа обработки наружных поверхностей радиально колеблющимися брусками // Вестник машиностроения ХПИ. - 1982. - №194.
3. Батуев Р.С. и др. Инженерные методы исследования ударных процессов. - М.: Машиностроение, 1977. - 240 с.

Поступила в редакцию 25 апреля 2006 г.