

## **ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ШЛИФОВАНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОГО МАТЕРИАЛА МИКРОРЕЗАНИЕМ ЕДИНИЧНЫМ ЗЕРНОМ В ОРГАНИЧЕСКОЙ СВЯЗКЕ**

**Новиков С.Г.**, канд. техн. наук

(Институт социального образования (филиал) Российского государственного  
социального университета, г. Курск)

**Малыхин В.В.**, канд. техн. наук

(Юго-Западный государственный университет, г. Курск)

**Глаголев Р.В.**, канд. с.-х. наук

(Институт социального образования (филиал) Российского государственного  
социального университета, г. Курск)

**Новиков Ф.В.**, докт. техн. наук

(Харьковский национальный экономический университет им. Семена Кузнеця)

*Proposed rapid method of selecting parameters of grinding material to be treated in a single grain of organic binder*

Задача выбора с минимальными затратами времени параметров обработки при запуске в производство нового материала или шлифовального инструмента является весьма актуальной. Рассмотрим разработанный нами экспериментальный экспресс-способ подбора оптимальных режимов шлифования.

Известна модель удержания алмазно-абразивного зерна в органических связках шлифовального инструмента, включающая два обратных круговых конуса с общим основанием, которое в диаметрально противоположных точках в плоскости действия радиальной и тангенциальной составляющих силы резания размещено на двух параллельных пружинах, расположенных со стороны органической связки в направлении радиальной составляющей силы резания, причем одна из диаметрально противоположных точек основания, удаленная от оси симметрии конусов в направлении тангенциальной составляющей, выполнена в виде шарнирной подвижной опоры, с возможностью перемещения в направлении радиальной составляющей силы резания [1].

Недостатком является то, что приведенная модель не позволяет визуально наблюдать за изменением угла поворота  $0 < \alpha < \alpha_{max} = \gamma - \arctg(k_{uu} + f)$  алмазно-абразивного зерна в органической связке шлифовального инструмента и контролировать время достижения в зависимости от параметров резания положения зерна, задаваемого углом  $\alpha$ .

Известен способ обработки материалов на профилно-шлифовальном станке с экраном, при котором обрабатываемая деталь закрепляется на координатном столе, имеющем продольное, поперечное и вертикальное перемещения под объективом оптического устройства, содержащего осветителя, систему линз, призм, зеркал и экран, с закрепленным на нем чертежом профиля детали, выполненного в заданном масштабе, обработку материала производят шлифо-

вальным кругом на шпинделе в перемещающейся шлифовальной головке относительно профиля детали, при этом режущая кромка шлифовального круга должна все время точно совпадать с соответствующей точкой спроектированного оптической системой увеличенного изображения этого профиля, совмещенного с профилем чертежа на экране [2].

Способ имеет следующие недостатки:

1. Ограниченные технологические возможности, связанные с тем, что нельзя проектировать на экран режущую часть единичного зерна шлифовального круга, так как оно размещено в органической связке большого массива окружающих зерен, кроме того, шпиндель с шлифовальным инструментом вращается с большой частотой, а шлифовальная головка совершает возвратно-поступательное движение, это не позволяет добиться неподвижности зерна на экране.

2. Невозможен выбор оптимальных режимов шлифования по времени достижения единичным зерном конечного положения, заданного углом поворота зерна в органической связке шлифовального инструмента из начального положения до контактирования с обрабатываемым материалом.

Технической задачей предлагаемого нами экспресс-способа контроля ре-

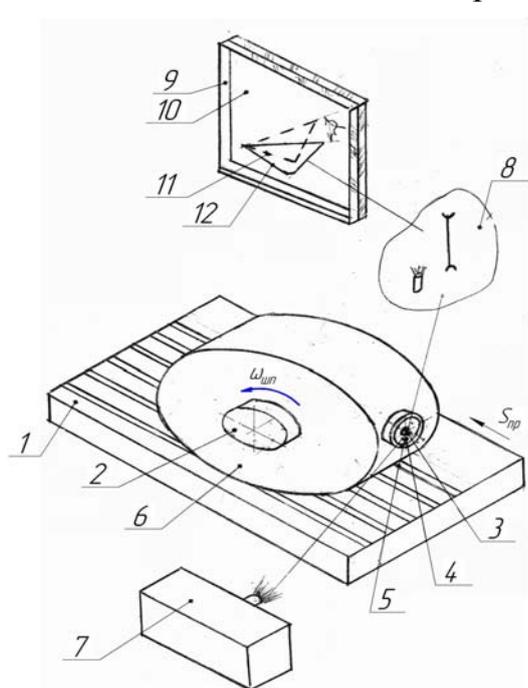


Рис. 1. Схема контроля параметров шлифования микрорезанием единичным зерном в органической связке

жимов микрорезания обрабатываемого материала единичным зерном в органической связке является расширение технологических возможностей обработки и быстрый выбор оптимальных режимов шлифования.

На рис. 1 приведена схема осуществления способа при поступательном перемещении плоской детали. Обрабатываемая деталь 1 закреплена на координатном столе, имеющем продольное, поперечное и вертикальное перемещения под объективом оптического устройства. Шлифовальный инструмент на шпинделе 2 в шлифовальной головке составлен из единичного зерна 3 в органической связке 4, размещенного в державке-инденторе 5, установленной на цилиндрической поверхности специального круга 6 (координатный стол и шлифовальная головка на рис. 1 не показаны).

Обработка материала осуществлена шлифовальным инструментом с неподвижной шлифовальной головкой и продольной подачей координатного стола в стробоскопическом эффекте при совпадении частотных характеристик синхронных вспышек стробоскопа 7 и вращающегося шпинделя 2. Оптическим устройством 8, содержащим осветители, систему линз, призм, зеркал, на экран 9 с закрепленным на нем чертежом 10 спроектирована конусная форма режущей части единичного зерна 3 с изображением на чертеже 10 в заданном мас-

штабе внешних контуров его начального положения 11 (штриховая линия) до контактирования с деталью 1 и конечного положения 12 (сплошная основная линия), по наибольшему времени достижения в конечном положении 12 заданного угла поворота  $\alpha$  зерна 3 в органической связке 4 подобраны режимы микрорезания. Способ осуществляется следующим образом.

Предварительно из одной партии отбирают алмазно-абразивные зерна одинакового размера с режущей частью в форме конуса со скругленной вершиной. Каждое отобранное зерно 3 размещают в органической связке 4, заполняющей определенный объем державки-индентора 5. После отвердевания связки державку-индентор 5 с единичным зерном 3 в органической связке 4 жестко устанавливают на периферии цилиндрической поверхности специального круга 6, например, завинчиванием или посадкой с натягом нижней части державки-индентора 5 в специальный круг 6. Сформированный шлифовальный инструмент монтируют на шпинделе 2 в шлифовальной головке. Обрабатываемую плоскую деталь 1 закрепляют на координатном столе, имеющем продольное, поперечное и вертикальное перемещения под объективом оптического устройства 8, содержащего осветителя, систему линз, призм, зеркал и экран 9 с фиксированием на нем чертежа 10, которое может быть произведено расположением чертежа 10 между двумя экранными стеклами, наклеиванием его на экран 9, ориентированием в трафарете и т.д. На чертеже 10 в заданном увеличенном масштабе изображают внешние контуры конусов режущей части единичного зерна 3 в начальном и конечном положениях 11,12. Начальное положение 11 соответствует единичному зерну 3 до контактирования с деталью 1 в непосредственной близости от места его выхода из вертикальной нижней позиции. Конечное положение 12 задают углом поворота  $\alpha$  зерна 3 в органической связке 4:  $\alpha < \alpha_{\max} = \gamma - \arctg(K_{\text{ш}} + f)$ , где  $\alpha_{\max}$  - угол вырывания алмазно-абразивного зерна из органической связки;  $\gamma$  - половина угла при вершине конуса режущей части единичного зерна;  $K_{\text{ш}}$  - коэффициент шлифования;  $f$  – коэффициент трения скольжения зерна с обрабатываемой поверхностью.

Источниками света (лампами) освещают зерно 3, деталь 1, чертеж 10 и через оптическое устройство 8 проектируют конусную форму режущей части единичного зерна в виде четкой тени на экран 9. Без включения электродвигателя вручную проворачивают шлифовальный инструмент и совмещают четкую тень с начальным положением 11 единичного зерна 3 на чертеже 10.

Задают режимы микрорезания – царапания обрабатываемого материала: частоту вращения шлифовального инструмента на шпинделе 2; продольную подачу детали 1; глубину микрорезания. Продольным и поперечным перемещениями координатного стола подводят деталь 1 к шлифовальному инструменту, вертикальным перемещением устанавливают глубину обработки. Включают электродвигатель с необходимой частотой вращения шпинделя 2, и стробоскопом 7 добиваются совпадения частотных характеристик синхронных вспышек стробоскопа 7 и вращающегося шпинделя 2 с шлифовальным инструментом, совмещают тень от режущей части единичного зерна 3 на экране 9 с внешним контуром конуса начального положения 11 на чертеже 10. Тогда в стробоско-

пическом эффекте тень зерна 3 «замирает» на внешнем контуре начального положения 11 на чертеже 10 при вращающемся шпинделе 2. Заданную продольную подачу детали 1 производят продольным перемещением координатного стола при неподвижной шлифовальной головке. С момента контактирования единичного зерна 3 с обрабатываемым материалом начинают хронометраж времени, а на экране 9 визуально наблюдают за изменением угла поворота зерна 3 в органической связке 4 по движению его тени, ранее до начала обработки, находившейся в покое. Тень поворачивается в одном направлении, не возвращаясь в начальное положение 11, так как шпиндель 2 вращается с большой частотой, а зерно 3 инерционно, поэтому оно не совершает колебательное движение из текущего промежуточного положения к вертикальной нижней позиции и обратно, кроме того, режущая часть зерна 3 экспонируется на экран 9 в непосредственной близости от места его выхода после контактирования с деталью 1. При достижении тенью конечного положения 12, заданного углом  $\alpha$  на чертеже 10, останавливают отсчет времени и фиксируют станочное время микрорезания-царапания материала единичным зерном в органической связке 4. Если же единичное зерно 3 прошло всю деталь по длине, но тень его режущей части не достигла заданного угла  $\alpha$ , то есть не совместилась с конечным положением 12 на чертеже 10, то время останавливают после прохода зерном 3 всей детали 1, прекращают и ее продольную подачу. Возвращают деталь 1 в первоначальное положение перед микрорезанием, поперечным перемещением координатного стола смещают след от царапания, при начале микрорезания включают новый отсчет времени до момента достижения тенью зерна 3 конечного положения 12, заданного углом  $\alpha$ . Фиксированное время суммируют с ранее получаемым, этим учитывают только чистое станочное время микрорезания материала  $T_1$ .

Замеры времени можно производить секундамерами, последовательно включая и выключая их с суммированием значений, использовать конструкцию шахматных часов, когда шахматист последовательным нажатием на кнопку суммирует затраченное время на обдумывание ходов, в нашем же случае очередное нажатие кнопки показывает суммарные затраты времени на микрорезание материала, или применять автоматизированные системы контроля отсчета необходимого времени.

Для исключения случайных погрешностей измерения времени находят среднее арифметическое значение из трех измерений. Для этого при тех же самых заданных режимах микрорезания-царапания материала проводят еще два измерения. Из специального круга 6 вывинчиваем или выпрессовкой освобождают *державку-индентор* 5 с *изношенным* единичным зерном 3 в органической связке 4. На цилиндрической поверхности специального круга 6 в освобожденном гнезде размещают другую ранее заготовленную *державку-индентор* 5 с размещенным в ней новым единичным зерном 3 в органической связке 4. В той же последовательности производят измерение чистого станочного времени  $T_2$ . В третий раз заменяют единичное зерно 3 замеряют время  $T_3$  обработки материала, после чего определяют первое среднее арифметическое время обработки:

$$T_{ср.} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$$

Изменяют один или несколько режимов микрорезания детали. Каждый раз с новыми державкой-индентором 5 и единичным зерном 3 в органической связке 4 троекратно повторяют микрорезание - царапание материала и находят значения времени  $T_1', T_2', T_3'$  и их среднее значение

$$T_{ср_2} = \frac{T_1' + T_2' + T_3'}{3}.$$

Вновь задают параметры обработки, определяют  $T_1'', T_2'', T_3''$  и  $T_{ср_3} = \frac{T_1'' + T_2'' + T_3''}{3}$  и т.д. Из найденных средних значений времени выбирают максимальное значение  $T_{ср_{max}}$  поворота единичного зерна 3 в органической связке 4 на заданный угол  $\alpha$ . Режимы микрорезания при выбранном времени и будут являться оптимальными и определены при малых трудозатратах.

Так как единичные зерна и органическая связка, с которыми проводилось микрорезание, соответствуют реальному шлифовальному инструменту, например, шлифовальному кругу, то оптимальные режимы микрорезания при  $T_{ср_{max}}$  можно рекомендовать и для выбора оптимальных режимов шлифования данного материала шлифовальным кругом.

Оригинальностью предложенного способа экспресс-контроля микрорезания материала единичным зерном в органической связке является то, что обработку детали 1, закрепленной на координатном столе, производят при его продольной подаче и неподвижной шлифовальной головке шлифовальным инструментом, состоящим из единичного зерна 3 в органической связке 4, размещенных в державке-инденторе 5, установленной на цилиндрической поверхности специального круга 6, причем обработку осуществляют в стробоскопическом эффекте при совпадении частотных характеристик синхронных вспышек стробоскопа 7 и вращающегося шпинделя 2 с шлифовальным инструментом, на экран 9 оптическим устройством 8 проектируют конусную форму режущей части единичного зерна 3 с изображением на чертеже 10, зафиксированном на экране 9, внешних контуров его начального до контактирования с деталью 1 и конечного положений 11, 12, по наибольшему времени достижения в конечном положении 12 заданного угла поворота  $\alpha$  зерна 3 в органической связке 4 подбирают режимы микрорезания (заявка на изобретение №2013146710; заявл. 22.10.2013).

Оригинальность и новизна предложенного технического решения позволили подать заявку на предполагаемое изобретение.

Таким образом, предложенный способ позволяет достичь технического результата по расширению технологических возможностей обработки и быстрому выбору оптимальных режимов шлифования.

При незначительной модернизации станка данные способы можно использовать и при круглом шлифовании вращающихся деталей.

**Список литературы: 1.** Патент на полезную модель 63283 Рос. Федерация: МПК В24Д 3/00. Модель удержания алмазно-абразивного зерна в органических связках шлифовального инструмента / Новиков С.Г., Малыхин В.В. №20061420022/22; заявл. 27.11.2006; опубл.

27.05.2006, Бюл. №15, 1 с.: ил. 2. **Металлорежущие станки** / Коллектив авторов под ред. проф. В.К. Тепинкичиева. – М.: Машиностроение, 1973. – 290 с.