

## УДК 621.951



**В.М. Тонконогий,**

д.т.н., професор,  
Одеський національний  
політехнічний університет  
e-mail: vmt47@ukr.net



**Л.М. Перпери,**

к.т.н., доцент,  
Одеський національний  
політехнічний університет  
e-mail: lmp\_mvms@mail.ua



**А.М. Голобородько,**

ст. преподаватель,  
Одеський національний  
політехнічний університет  
e-mail: anna.mvms@yandex.ua

### РАЗМЕРНАЯ СТОЙКОСТЬ АБРАЗИВНО-ВЫГЛАЖИВАЮЩИХ РАЗВЕРТОК

*В.М. Тонконогий, Л.М. Перпери, А.М. Голобородько. Размерная стойкость абразивно-выглаживающих разверток.* Определено влияние износа рабочих элементов на формирование размерной точности обработки, выявлена степень размерной компенсации износа.

*V.M. Tonkonogy, L.M. Perperi, A.M. Go-lobodko. Dimensional wear endurance of abrasive-planishing reamers.* Influence of working elements wear on formation of process's dimensional accuracy is defined, extent dimensional compensation of wear is revealed.

Износ рабочих элементов абразивно-выглаживающих разверток (АВР) при отделочной обработке отверстий будет оказывать непосредственное влияние на точность их изготовления. Повышение точности обработки отверстий связано с необходимостью разработки механизма размерной самоподнастройки АВР с учетом износа абразивного элемента и упругопластических деформаций обрабатываемой поверхности, что особенно актуально при обработке отверстий диаметрами до 50 мм на универсальном металлорежущем оборудовании типа «обрабатывающий центр», которые не оснащаются устройствами автоматической размерной настройки инструмента. В этих условиях возникает потребность в повышении размерной стойкости АВР с тем, чтобы уменьшить затраты на обслуживание инструмента. Особенностью механизмов размерной самоподнастройки АВР является их встраиваемость непосредственно в корпус инструмента, что существенно упрощает использование таких инструментов в условиях отсутствия специализированного оборудования.

Метод размерной самоподнастройки АВР базируется на положениях, которые используются в механизмах самокомпенсации износа расточных инструментов одностороннего резания, и на положениях, разработанных с учетом

особенностей процесса абразивной обработки. Размерная самоподнастройка АВР осуществляется за счет кинематической связи трех направляющих элементов, однозначно определяющих диаметр обрабатываемого отверстия, с формообразующим абразивным элементом [1, 2]. Новые положения вместе с известными положениями реализованы в конструкции АВР, представленной на рис. 1 [3].

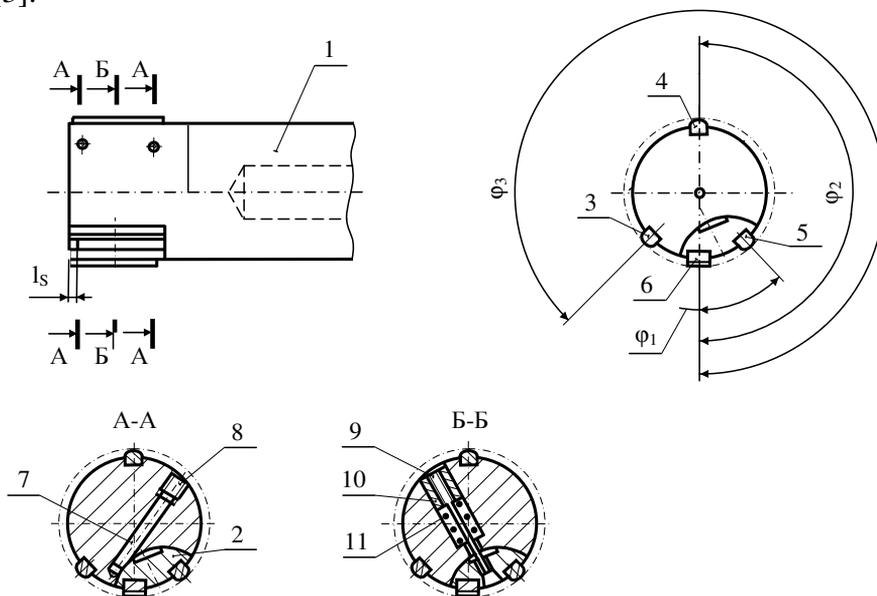


Рис. 1. Схема АВР для обработки отверстий: 1 – корпус; 2 – поворотный блок; 3 и 4 – боковой и опорный направляющие элементы; 5 и 6 – направляющий и абразивный элемент, установленные в поворотном блоке; 7 – регулировочные клинья; 8, 9 – винты; 10 – резьбовая втулка; 11 – пружина

Различия методов самокомпенсации и самоподнастройки инструмента заключаются в следующем. При размерной самокомпенсации износа расточного инструмента одностороннего резания необходимо обеспечить неравномерное радиальное выдвигание вспомогательной режущей кромки режущего элемента, с обеспечением необходимого для осуществления процесса резания вспомогательного угла в плане, то есть вершина режущего элемента должна перемещаться в радиальном направлении на большую величину по сравнению с остальными точками вспомогательной режущей кромки. В случае размерной самоподнастройки АВР эффективность процесса съема припуска обеспечивается при взаимодействии всей рабочей поверхности абразивного элемента с обрабатываемой поверхностью, что достигается только равномерным радиальным выдвиганием режущей поверхности абразивного элемента.

Особенностью микроподнастройки абразивного элемента является ее непрерывность, что определяет возможность съема припуска не только при поступательном, но и при возвратном движении вращающегося инструмента.

Это позволяет осуществлять непрерывную самоподнастройку АВР также и при многократных поступательно-возвратных движениях вращающегося инструмента.

В процессе развертывания вследствие упругих деформаций обрабатываемой поверхности и износа рабочих элементов их вершины смещаются в радиальном направлении соответственно:  $\Delta_A$  – радиальное смещение вершины направляющего элемента 3,  $\Delta_B$  – радиальное смещение вершины направляющего элемента 4,  $\Delta_C$  – радиальное смещение вершины направляющего элемента 5,  $\Delta_P$  – радиальное смещение вершины абразивного элемента 6. При этом диаметр базовой окружности  $d_0$  рабочей части АВР изменится на величину  $\Delta d$  и будет равен  $d$ . С учетом зависимостей между конструктивными параметрами  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  АВР, величинами радиальных смещений направляющих элементов  $\Delta_A, \Delta_B, \Delta_C$  и абразивного элемента  $\Delta_P$  определим величину изменения диаметра базовой окружности  $\Delta d$  инструмента:

$$\Delta d = \frac{2(\Delta_P + \Delta_C - B \cdot \Delta_B + C \cdot \Delta_A)}{A},$$

где  $A = \frac{\sin \varphi_2 - \sin \varphi_3 + \sin(\varphi_2 - \varphi_1) - \sin(\varphi_3 - \varphi_1)}{\sin(\varphi_3 - \varphi_2)} + 2;$

$$B = [\sin \varphi_3 + \sin(\varphi_3 - \varphi_1)] / \sin(\varphi_3 - \varphi_2);$$

$$C = [\sin \varphi_2 + \sin(\varphi_2 - \varphi_1)] / \sin(\varphi_3 - \varphi_2).$$

Основную долю в формировании размерной обработки при абразивно-выглаживающем развертывании составляют процессы упругопластического деформирования обрабатываемой поверхности и радиального изнашивания абразивного и направляющих элементов. Однако во времени эти процессы протекают с различной интенсивностью. Износ рабочих элементов оказывает влияние на размерную точность отверстий после обработки нескольких заготовок или даже партии заготовок. Поэтому целесообразно рассмотреть влияние геометрии АВР, упругопластических деформаций обрабатываемой поверхности и радиального износа рабочих элементов на формирование размерной точности обработки.

В процессе развертывания абразивно-выглаживающим инструментом возможен съем припуска на размерную обработку за один проход. Если съем припуска на размерную обработку невозможно осуществить за один проход, то в этом случае необходимо выполнить один или несколько двойных ходов инструмента. Очевидно, что для осуществления отделочной обработки также необходимо обеспечить достаточный припуск на исправления погрешностей поверхности отверстия. Предположим, что АВР сняла часть припуска после входа в обрабатываемое отверстие и при этом отсутствует размерный износ рабочих элементов.

В этом случае для работы АВР необходимо упругопластическое деформирование обрабатываемой поверхности под действием направляющих элементов, величины которых зависят от оставшегося припуска и усилий, действующих на рабочие элементы. Однако если принять величины упругопластических деформаций равными для всех направляющих элементов, то их значения можно определить с помощью зависимости:

$$\Delta_{oi} = \frac{A(Z_{o.m} + mZ_{p.m})}{2(1 - B + C)};$$

где  $\Delta_{oi}$  – упругопластические деформации обрабатываемой поверхности направляющими элементами развертки, м;

$Z_{p.ном}$  – номинальный припуск на размерную обработку, м;

$m$  – коэффициент, определяющий съём припуска на первом проходе АВР ( $m = 0,3 - 1,0$ ).

Рассматривая процессы средней скорости, следует оценить повышение точности абразивно-выглаживающей обработки, за счет наличия в инструменте механизма самоподнастройки. Для этого целесообразно использовать понятие степени компенсации размерного износа инструмента, под которой следует понимать отношение величины суммы радиального износа абразивного элемента и среднего значения радиального износа направляющих элементов к величине изменения диаметра базовой окружности [1]. Степень размерной компенсации износа АВР можно определить, используя выражение:

$$K_k = \frac{6(U_p + U_c - B \cdot U_B + C \cdot U_A)}{A(3U_p + U_A + U_B + U_c)};$$

где  $K_k$  – степень размерной компенсации износа развертки;

$U_A, U_B$  – размерный износ соответственно бокового и опорного направляющих элементов корпуса АВР, мкм;

$U_C$  – размерный износ направляющего элемента поворотного блока АВР, мкм;

$U_p$  – размерный износ абразивного элемента, мкм.

Анализ зависимости показывает, что при  $U_A = U_B = U_C = 0$  и соответствующей геометрии АВР теоретически возможно достижение степени компенсации размерного износа  $K_k = 2$ . Фактически параметр  $K_k$  будет несколько меньше двух, так как направляющие элементы также изнашиваются, но интенсивность их изнашивания в 3 – 8 раз меньше чем абразивных элементов вследствие применения различных по износостойкости материалов [3]. Учитывая небольшую рабочую площадь абразивного элемента инструмента по сравнению с процессом хонингования, применение в нем механизма самоподнастройки весьма актуально. Полученные зависимости целесообразно использовать при размерной настройке инструмента.

**Література:**

1. Джугурян Т.Г. Повышение точности обработки отверстий расточными инструментами одностороннего резания: Дис...канд. техн. наук: 05.02.08 / Одес. политехн. ин-т. - Одесса, 1989. - 161 с..
2. Джугурян Т.Г. Комбинированная обработка точных координированных отверстий. – Одесса: АО БАХВА, 2003. – 108 с.
3. Джугурян Т.Г, Тонконогий В.М., Перпери Л.М. Инструмент одностороннего резания с механизмом компенсации износа для абразивного растачивания // Резание и инструмент в технологических системах. Междунар. науч.- техн. Сборник. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003 – Вып. 65 – С. 57 – 60.

*Надійшла до редакції 07.04.2014*