

До тогда из неравенств (20) и (22) следует равномерная сходимость ряда (6) к решению рассматриваемой задачи.

### Л и т е р а т у р а

1. С м и р н о в В.И. Курс высшей математики, т.У. ФИЛ, М., 1959.
2. Ч е з а р о Э. Элементарный учебник алгебраического анализа и исчисления бесконечно малых. ОНТИ, М.-Л., 1936.

В.В. Якунин, Ф.С. Юнусов

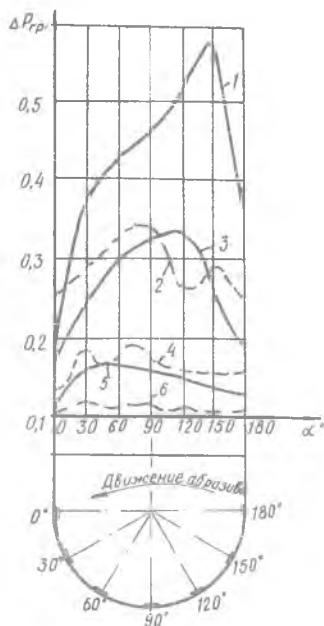
### К ВОПРОСУ ВЫБОРА ИНТЕНСИВНОЙ ЗОНЫ РЕЗАНИЯ В КОНТЕЙНЕРЕ ВИБРОАБРАЗИВНОЙ УСТАНОВКИ

Известно, что основными параметрами, влияющими на процесс виброабразивного шлифования являются: амплитуда  $a$  и частота  $\omega$ , колебаний контейнера, продолжительность процесса  $t$  и высота загрузки  $h$  рабочей среды в контейнере.

С целью изучения динамики процесса виброабразивного шлифования и установления влияния указанных параметров на интенсивность обработки в различных зонах  $U$  - образного контейнера были проведены экспериментальные исследования на вибрационной 2-х компонентной установке. В процессе экспериментальных исследований  $a$  изменяли в пределах 1 - 5 мм,  $\omega$  от 16 до 30 Гц,  $h$  от 1/3 до 2/3 объема контейнера и  $t$  до одного часа.

Цилиндрическая часть полуокружности контейнера условно была разделена на зоны с шагом  $\alpha = 30^\circ$ , в которых закреплялись образцы с размерами 30 x 25 x 3 мм из легированной стали 40 ХНМА. Обработка проводилась гранулами шлака от вылавки углеродистого феррохрома, размеры которых составляли 10 - 20 мм, при постоянной промывке абразивной массой. За качественную оценку интенсивности виброабразивного процесса была принята величина разности съема металла  $\Delta \rho$  до и после обработки с образцов, расположенных в указанных зонах контейнера (рис.1). Взвешивание образцов проводилось на аналитических весах модели ВДА-200 Г-М.

Из графиков (рис.1) видно, что с увеличением амплитуды и частоты колебаний контейнера величина съема металла увеличивается. Однако интенсивность съема металла выше при увеличении  $a$ , чем  $\omega$ .



Р и с.1. Характер и величина съема металла по образцам в зонах контейнера при обработке в течении часа: — при частоте  $\omega = 30$  Гц, --- при амплитуде  $a = 3$  мм; 1-а = 5 мм, 2 -  $\omega = 30$  Гц, 3-а = 3 мм, 4 -  $\omega = 23$  Гц 5-а = 1 мм, 6 -  $\omega = 16$  Гц

Для продолжительности процесса обработки результатов эксперимента

$$\Delta P_{max} = 122,4 \cdot 10^{-4} \omega^{1,28} h^{0,38}$$

Погрешность аппроксимации (2) составила 0,028, а коэффициент

Причем,  $\Delta P_{max}$  с увеличением  $a$  смещается по направлению движения абразивной среды от зоны  $40^\circ$  к зоне  $150^\circ$ . При изменении  $\omega$  интервал перемещения  $\Delta P_{max}$  лежит в зонах от  $30$  до  $90^\circ$ .

На основании экспериментальных исследований и полученных графических зависимостей  $\Delta P_{max} = f(a, \omega, \alpha; t, h)$  можно заключить, что  $\Delta P_{max}$  зависит от величины принятых параметров процесса и находится на различных участках контейнера от  $30$  до  $150^\circ$ . Установить эти участки при обработке закрепленной детали непосредственно в контейнере или на манипуляторе является важной задачей, имеющей практическое значение.

С целью установления эмпирических зависимостей  $\Delta P_{max}$  и  $\alpha_{алт}$  для практических расчетов результаты эксперимента были подвергнуты математической обработке на ЭВМ "Минск - 32", принимая за основу зависимость степенного вида:

$$y = b_0 x_1^{b_1} x_2^{b_2} x_3^{b_3} \quad (1)$$

где  $x_1, x_2, x_3$  - переменные факторы;  $b_0, b_1, b_2, b_3$  - коэффициенты, определяемые методом наименьших квадратов.

$t = 1ч.$  после соответствующей (1) была установлена зависимость:

корреляции - 0,9573. При постоянной загрузке контейнера  $h = 2/3$  его объема получим уравнение:

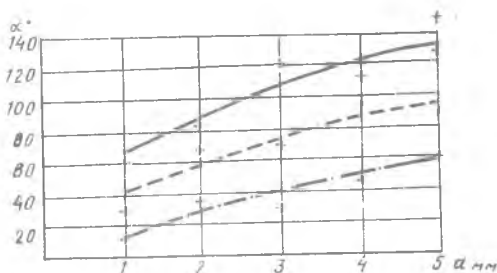
$$\Delta \rho = 24 \cdot 10^{-7} 10 a^{1,27} \omega^{1,07} t^{1,06} \quad (3)$$

Погрешность аппроксимации (3) составила 0,0002, а коэффициент корреляции - 0,9951.

Зависимость угла  $\alpha_{\text{ант}}$  зоны контейнера от амплитуды и частоты колебаний контейнера, где достигается максимальная производительность, найдена при фиксированной загрузке контейнера  $h = 2/3$  его объема

$$\alpha_{\text{max}}^{\circ} = 24,13 a^{0,21} \omega^{0,7}. \quad (4)$$

Сравнение расчетных и экспериментальных данных показывает (рис.2),



Р и с.2. Зависимость угла  $\alpha_{\text{ант}}$  зоны контейнера от параметров виброобразного процесса: -  $\omega = 30$ , - -  $\omega = 23$ , - · -  $\omega = 16$ , - + - экспериментальные значения точек

что погрешность аппроксимации (4) составляет в среднем 9,93, а коэффициент корреляции равен 0,947.

Оценка согласования (погрешности) полученных зависимостей (2), (3), (4) с реальными экспериментальными данными проводилась корреляционным отношением  $z^2$ , определяемым как отношение дисперсии расчетных точек к дисперсиям наблюдаемых (экспериментальных) точек. Считается, что степенная модель удовлетворительна, если  $z \geq 0,7$ . Поэтому можно считать, что установленные зависимости (2), (3), (4) достаточно полно описывают исследуемый процесс.

Установленные зависимости помогут технологам расчетным путем определить значения  $\Delta \rho_{\text{max}}$ ,  $\alpha_{\text{ант}}^{\circ}$  и, следовательно, обработать де-

тали с закреплением непосредственно в контейнере или манипуляторе в зоне максимальной производительности.

### Л и т е р а т у р а

1. Д е м и д о в и ч Б.П. и др. Численные методы анализа. М., Гос. изд. физ.-мат. лит., 1962.
2. Ф и л ь ч а к о в П.Ф. Численные и графические методы прикладной математики. Киев, "Наукова думка", 1970.

В.Н. Трусов, Ф.П. Урывский

#### К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ РАСТРАВЛИВАНИЯ ПРИ КРУГЛОМ ВРЕЗНОМ ЭЛЕКТРОАЛМАЗНОМ ШЛИФОВАНИИ

При электроалмазном шлифовании (ЭАШ) съем материала осуществляется в результате механического удаления припуска, электрохимического (анодного) растворения обрабатываемого материала и электроэрозионного съема.

Соотношение составляющих рассматриваемого процесса в общей производительности будет зависеть от технологических режимов обработки.

Для напряжения, которое подается на электроды в процессе ЭАШ, эрозионный процесс практически отсутствует [1], [2], [3].

В этом случае задача будет сводиться к определению толщины слоя, снимаемого только за счет электрохимического растворения за один оборот детали.

При электрохимической обработке наблюдаются нестационарный как электрический, так и гидродинамический режимы. Поэтому точное аналитическое определение толщины стравливаемого слоя является весьма сложной задачей. Для ее решения сделаем ряд допущений [1], [2], [3]. Будем считать, что напряжения на электродах, суммарная ЭДС поляризации электродов, выход по току и удельная электропроводность электролита в зазоре остаются постоянными от начала и до конца обработки, т.е., изменение тока в рассматриваемой элементарной ячейке обратно пропорционально изменению величины межэлектродного зазора.

Считаем также, что анодная поверхность является эквипотенциальной, поэтому элементарный съем происходит по нормали к поверхности анода. С учетом сделанных допущений можно записать выражение для скорости электрохимического растворения в любой точке анодной поверхности [3]