

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Г. Р. САГАТЕЛЯН

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРИТИРОЧНОГО ДИСКА,
РАБОТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Механическая доводка плоских поверхностей свободным абразивом в настоящее время производится на одно- и двухдисковых доводочных станках, осуществляющих, соответственно, одностороннюю и двухстороннюю доводку. При этом наиболее прогрессивной и перспективной является двухсторонняя доводка, вследствие обеспечения более высокой производительности (припуск удаляется одновременно с обеих сторон) и точности геометрической формы (отсутствует перебазировка заготовки).

Однако не все детали требуют доводки с обеих сторон, а двухсторонняя доводка некоторых из них (например, торцовых поверхностей стержней с отношением $l/d \approx 10$) затруднена. В связи с этим перспективным представляется наложение ультразвуковых колебаний на одностороннюю доводку с целью повышения производительности процесса и качества обработанных поверхностей.

Наложение ультразвуковых колебаний на притир может быть осуществлено, например, на станке серии ШП для шлифовки и полировки оптических поверхностей путем замены коробки скоростей специальным устройством (рис. 1), включающим магнитоэлектрический преобразователь со стержневым трансформатором продольных колебаний с потребляемой мощностью порядка $1,6-2,5 \text{ кВт}$ (1), волновод (2) с закрепленным на нем притиром (3). Вращение притира осуществляется посредством клиноременной передачи от двигателя постоянного тока небольшой мощности (порядка $0,5 \text{ кВт}$).

В связи с тем, что целесообразным является использование всей рабочей поверхности притира, последний, в связи с наложением на него ультразвуковых колебаний, должен быть специально рассчитан.

С наложением ультразвуковых колебаний на притир по выше приведенной схеме, он колеблется как свободная круглая пластина, и на его рабочей поверхности может возникнуть, в общем случае, n узловых диаметров и S узловых окружностей (геометрические места точек, амплитуда колебаний которых равна нулю). Для примера на рис. 2 приведена форма колебаний при $n=0$, $S=2$.

Необходимо учитывать, что с повышением количества узлов и пучностей, пересекаемых траекторией движения детали по поверхности притира за один цикл, повышается динамичность его воздействия через аб-

разивную прослойку на поверхности детали, что способствует «хрупчиванию» поверхностного слоя детали, выражающемуся в интенсификации процессов зарождения и распространения микротрещин, которые вызывают диспергирование материала [1, 2]. С целью повышения произ-

водительности рекомендуется предварительную обработку производить с максимально возможным числом узловых окружностей, а окончательную, с целью повышения качества доведенных поверхностей, — с минимально возможным.

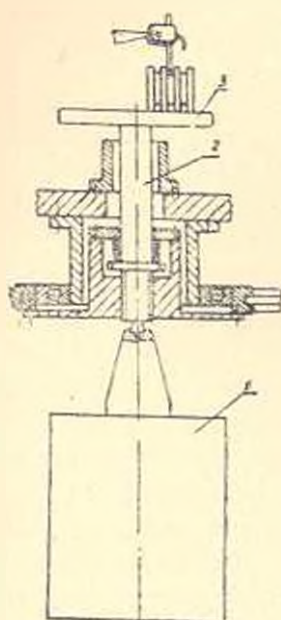


Рис. 1.

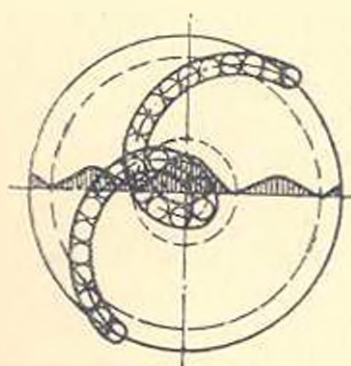


Рис. 2.

Расчет притира сводится к определению его диаметра и толщины при заданной частоте ультразвуковых колебаний ($f = 18$ кГц, 22 кГц, 44 кГц) и материала притира (чугун, медь, стекло).

Собственная частота колебаний притира определяется по формуле [3]:

$$f = \frac{k^2}{2\pi} \cdot \frac{h}{R^2} \cdot \sqrt{\frac{E}{12(1-\nu^2)\rho}} \quad (1)$$

где f — собственная частота колебаний притира, которая должна быть равна частоте накладываемых ультразвуковых колебаний, Гц; k — собственное число, зависящее от числа узловых диаметров и окружностей, можно выбирать по табл. [3]; h , R — толщина и радиус притира, см; ν , E — коэффициент Пуассона и модуль упругости материала притира, кгс/см²; ρ — плотность материала притира, $\frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{см}^4}$.

Из выражения (1) определяем радиус притира

$$R = \sqrt[3]{\sqrt{\frac{E}{12(1-\nu^2)\rho}} \cdot \frac{h \cdot k^2}{2\pi f}} \quad (1')$$

Таблица

S	$n = 0$	$n = 1$	$n = 2$	$n = 3$
0	—	—	2,348	3,571
1	2,982	4,518	5,940	7,291
2	6,192	7,729	9,186	10,600
3	9,362	10,903	12,381	13,621
4	12,519	14,024	15,556	17,015
5	15,669	17,218	18,721	20,203
6	18,817	20,368	21,880	23,363

Исходя из статического прогиба притира, под действием приложенной к деталям нагрузки выбираем минимальную толщину притира $h = h_0$. На вес притира необходимо наложить ограничение, связанное с максимальной выходной мощностью магнитострикционного преобразователя $G \leq G_0$, где $G_0 \approx 2$ кгс.

Тогда

$$R \leq \sqrt{\frac{G_0}{\pi h_0^2 g}}. \quad (2)$$

Исходя из (1) и (2), имеем:

$$\sqrt{\frac{E}{12(1-\nu^2)}} \cdot \frac{h \cdot k^2}{2\pi f} \leq \frac{G_0}{\pi h_0^2 g},$$

откуда

$$k^2 \leq \frac{2G_0 f}{g h_0^2} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{E_2}} \quad (3)$$

или

$$k^2 \leq \frac{2G_0 f}{g h_0^2} \cdot M, \quad (3')$$

где $M = \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{E_2}}$ — коэффициент, зависящий только от материала притира.

Введем собственное число $k_0 = 2,348$, соответствующее форме колебаний с двумя узловыми диаметрами без узловых окружностей. Тогда:

$$\frac{f}{f_0} = \frac{k^2}{k_0^2}, \quad (4)$$

где f_0 — собственная частота колебаний формы $S = 0$, $n = 2$.

Обозначим:

$$\frac{k^2}{k_0^2} = \alpha. \quad (4')$$

Тогда получаем возможность использовать номограмму, показанную на рис. 3 [4].

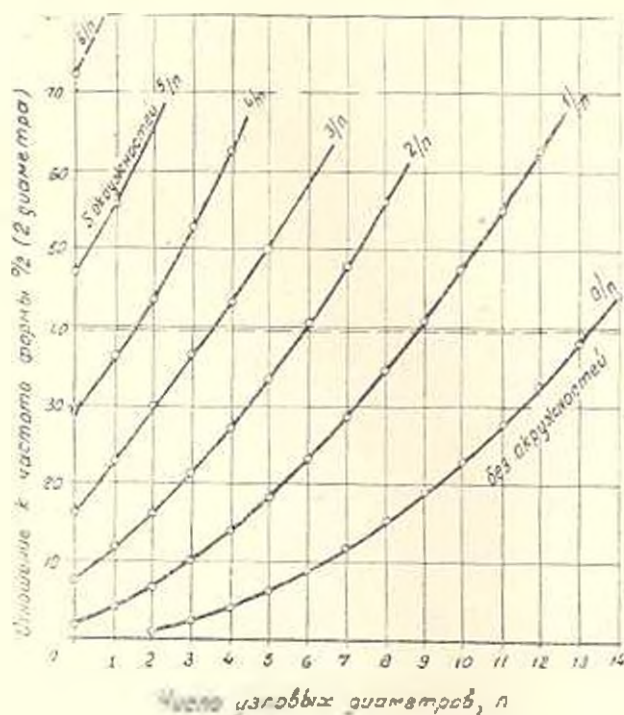


Рис. 3.

Проводим на расстоянии α горизонтальную прямую и ниже нее выбираем точку, соответствующую желаемой форме колебаний притира. Ординату этой точки обозначим через x_0 . Согласно (4') $k^2 = x_0 k_0^2$, а радиус притира определим из выражения

$$R = \sqrt{\frac{k_0 k_0^2}{M \gamma 2 \pi f}} \quad (1'')$$

Пример. Необходимо спроектировать чугунный притир для работы на частоте $f = 22$ кГц.

Для чугуна имеем: $E = 1,2 \cdot 10^6$ кгс/см²; $\rho = \frac{1}{g} = 7,35 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}^2}{\text{см}^4}$; $\nu = 0,25$.

Тогда

$$M = \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{E_0}} = 1,13 \frac{\text{см}^3}{\text{кгс} \cdot \text{с}}$$

По формуле (3'), полагая $G_0 = 2$ кгс, $h_0 = 0,5$ см, имеем:

$$k^2 \leq \frac{2G_0 f}{8h_0^3} M = 221$$

и учитывая, что $k_0 = 2,348$, по формуле (4') получим:

$$\alpha = \frac{k^2}{k_0^2} = 40.$$

Проводим на номограмме (рис. 3) прямую $\alpha = 40$ (на рис. 3 показана пунктиром). Предположим, что необходимо получить форму колебаний, имеющую 4 узловые окружности без узловых диаметров. От точки пересечения прямой $\alpha = 40$ с кривой 4/л по той же кривой перемещаемся до пересечения с осью ординат. Получаем $\sigma_0 = 29$. Тогда $k^2 = z_0 k_0^2 = 160$.

По формуле (1) находим диаметр притира

$$R = \sqrt{\frac{k_0 \sigma_0 k_0^2}{M p \cdot 2\pi f}} = 8,35 \text{ см}, \quad D = 2R = 167 \text{ мм}.$$

Данная методика расчета притира предложена для использования при проектировании нового плоскодоводочного станка на Арзинском производственном объединении «Кристалл».

ЕрПН им. К. Маркса

Поступило 6.X.1978

Հ. Ռ. ՍԱՀԱԽԱՆՈՒՄ

ՈՒՆՏՐԱԶԱՅՆԱՅԻՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԱՇԽԱՏՈՂ
ԿԻՊԱՀՂԿԻՉ ՍԿԱՎԱՌԱԿԻ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ

Ո. Վ. Փ. Ռ. Փ. Ռ. Փ.

Չափարերման պրոցեսում արտադրողականության և մշակվող մակերևույթների որակի բարձրացման համար առաջարկված է ուղարձաչնային տատանումների վերադրում:

Տրված է 22 կշիռ հաճախականության տատանումների տակ աշխատող թուջե կիսահղկիչի հաշվարկի մեթոդիկան:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Орлов П. Н., Савелова А. А., Ермакова Н. Н. Анализ и выбор траекторий относительного движения деталей при обработке на плоскодоводочных станках. Известия вузов. Машиностроение, 1972, № 1, с. 159—166.
2. Орлов П. Н., Нестеров Ю. Н., Полушин В. А. Процессы доводки прецизионных деталей пистами и суспензиями. М., «Машиностроение», 1975. 54 с.
3. Гонткевич В. С. Собственные колебания пластинок и оболочек. Киев, «Наукова Думка», 1964, с. 46.
4. Grinstead B. Nodal Pattern Analysis, Instn. Mech. Engrs. Pros., 166, n. 3, 1952, p. 312.