

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СТУПЕНЧАТОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ШЛИФОВАНИЯ

Ю.Е. Махаринский

УО «Витебский государственный технологический университет»

Оптимальным считается ступенчатый алгоритм управления, который обеспечивает удаление заданного припуска за минимальное число проходов без нарушения силовых и тепловых ограничений производительности. Рассматривается оптимизация следующих элементов рабочего цикла [1, 2]:

1) этап предварительного шлифования с ускоренным врезанием или без него;

2) этап чистового шлифования (в зависимости от сочетания значений параметров b и Y) с нулевой или ненулевой подачей;

3) отделочное шлифование с микроподачей.

Таблица 1

Варианты ступенчатых алгоритмов управления

NS	S_v	S_2	S_3
1	>0	>0	>0
2	$=0$	>0	>0
3	>0	$=0$	>0
4	$=0$	$=0$	>0

Алгоритм расчета при наличии увеличенной подачи и выхаживания без подачи. Если $\sigma_v > 0$, то система ограничений производительности на черновом этапе [3] принимает следующий вид:

$$\begin{aligned} \sigma_v &= \alpha_1 \cdot (1 + Y); \quad \sigma_1 = \alpha_1; \quad \pi_1 = \sigma_1 \cdot i_1; \quad \alpha_1 \leq \alpha_m; \\ \alpha_1 &= C_0 + C_1 \cdot (\pi_0 - \pi_1) + C_2 \cdot (\pi_0 - \pi_1)^2. \end{aligned} \quad (1)$$

Если задано значение i_1 , то из второго, третьего и пятого уравнений этой системы получаем

$$\frac{\pi_1}{i_1} = C_0 + C_1 \cdot (\pi_0 - \pi_1) + C_2 \cdot (\pi_0 - \pi_1)^2,$$

откуда легко получается квадратное уравнение для вычисления π_1

$$C_2 \cdot \pi_1^2 - A_1 \cdot \pi_1 + \alpha_0 = 0; \quad (2)$$

где $A_1 = C_1 + 2 \cdot C_2 \cdot \pi_0 + 1/i_1$; $\alpha_0 = C_0 + C_1 \cdot \pi_0 + C_2 \cdot \pi_0^2$.

Затем вычисляем

$$\alpha_1 = C_0 + C_1 \cdot (\pi_0 - \pi_1) + C_2 \cdot (\pi_0 - \pi_1)^2. \quad (3)$$

Если $\alpha_1 > \alpha_m$, то принимаем $\alpha_1 = \alpha_m$.

$$\sigma_1 = \alpha_1; \quad \sigma_V = \alpha_1 \cdot (1 + Y). \quad (4)$$

Рассмотрим систему ограничений производительности на черновом этапе [3] при $\sigma_3 = 0$. Тогда

$$\pi_3 = Y \cdot (\alpha_2 - \alpha_3); \quad \alpha_3 = \alpha_2 \cdot \delta^{i_3}; \quad \alpha_3 = \alpha_R. \quad (5)$$

Зависимость глубины шлифования от припуска при этом будет линейной, т.е.

$$\alpha_3 = \alpha_2 - \pi_3 / Y. \quad (6)$$

Максимальный припуск, который можно снять выхаживанием, равен

$$\pi_{3 \max} = Y \cdot \alpha_2.$$

а число проходов, необходимое для удаления заданного припуска π_3 , определяется выражением

$$i_3 = \ln \left(\frac{1 - \pi_3}{Y \cdot \alpha_2} \right) / \ln \delta. \quad (7)$$

Особенности расчета при больших значениях параметров Y и b .

При достаточно больших значениях относительной упругой деформации Y и параметра тепловой активности шлифовального круга b возможны ситуации, когда на концах этапов ступенчатого рабочего цикла фактическая глубина шлифования точно соответствует ограничениям, а посередине второго и третьего этапов ограничения производительности нарушаются (рис. 1).

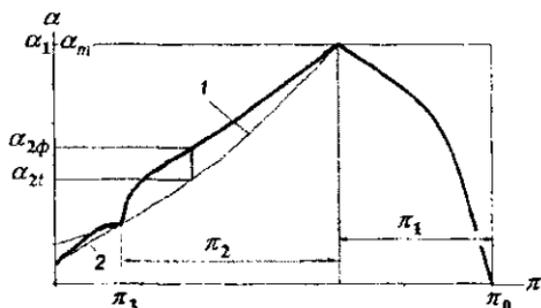


Рис. 1. Схема нарушения теплового ограничения 1 ($\alpha_{2\phi} > \alpha_{2t}$) и ограничения по шероховатости 2 ($\alpha_{3\phi} > \alpha_{3R}$). Индекс «ф» соответствует фактической безразмерной глубине

В таких случаях необходимо уменьшить часть припуска π_1 , удаляемую на первом этапе рабочего цикла на $\Delta\pi_1$, так, чтобы тепловое ограничение не нарушалось. Если $NS = 1$ или 3 (см. табл. 1), то это лучше всего сделать путем незначительного уменьшения подачи σ_V на врезание (рис. 2). При этом глубина шлифования на первом проходе α_V будет меньше, чем α_1 , а

число проходов i_1 и глубина шлифования α_1 на последнем проходе первого этапа сохраняются. Тогда можно записать

$$\alpha_1 = \sigma_{1н} \cdot (1 - \delta^{(i-1)}) + \alpha_v \cdot \delta^{(i-1)};$$

$$\Delta\pi = \pi_1 - \alpha_v - \sigma_{1н}(i-1) - Y \cdot (\alpha_v - \alpha_1);$$

Решив эту систему, получим

$$\alpha_v = \frac{\alpha_1 - \Delta\pi_1}{C},$$

где $C = i_1 + Y - \frac{(i_1 - 1)}{1 - \delta^{(i_1 - 1)}}; \sigma_{1н} = \frac{\alpha_1 - \alpha_v \cdot \delta^{(i_1 - 1)}}{1 - \delta^{(i_1 - 1)}}; \sigma_{1н} = (1 + Y) \cdot \alpha_v;$

$\sigma_{1н}$ – новая относительная подача перед первым проходом; $\sigma_{1н}$ – новая относительная подача; α_v – относительная глубина шлифования на первом (врезном) проходе.

Если $NS = 2$ или 4 , то, задавая $\Delta\pi_1$, получаем (рис. 3)

$$\Delta\pi_1 = (\sigma_1 - \sigma_{1н}) \cdot \Delta L,$$

где

$$\Delta L = i_1 - Y \cdot (1 - \delta^{(i_1 - 1)}),$$

откуда

$$\sigma_{1н} = \sigma_1 - \Delta\pi_1 / \Delta L; \alpha_1 = \sigma_{1н} \cdot \Delta L.$$

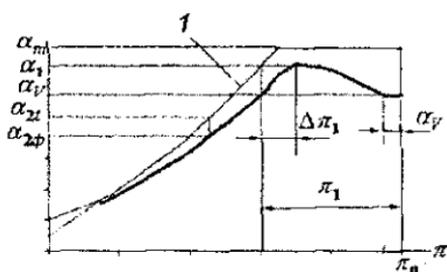


Рис. 2. Схема изменения фактической глубины шлифования α_2 после коррекции параметров управления σ_1 и π_1 для предотвращения нарушения теплового ограничения 1

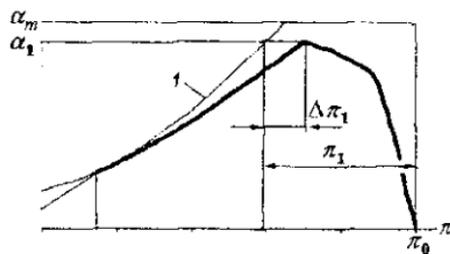


Рис. 3. Схема изменения фактической глубины шлифования $\alpha_{2ф}$ после коррекции параметров управления σ_1 и π_1 ($\sigma_v = 0$) для предотвращения нарушения теплового ограничения 1

Новые значения параметров управления и выходных показателей второго этапа рабочего цикла определяются с помощью моделей

$$C_2 \cdot \pi_2^2 - A_2 \cdot \pi_2 + \alpha_1 \cdot i_2 \cdot E = 0, \quad (8)$$

где $A_2 = C_1 + 2 \cdot C_2 \cdot (\pi_0 - \pi_1) + E; E = (1 - \delta^{i_2}) / (i_2 - Y \cdot (1 - \delta^{i_2})).$

$$\pi_2 = \frac{A_2 - D^{0,5}}{2 \cdot C_2}, \quad (9)$$

где

$$D = A_2^2 - 4 \cdot C_2 \cdot \alpha_1 \cdot E \cdot i_2.$$
$$\sigma_2 = \frac{\pi_2 - Y(\alpha_1 - \alpha_2)}{i_2}.$$
(10)

Если ограничение нарушается на третьем (завершающем) этапе рабочего цикла (рис. 4), то следует несколько уменьшить α_R (на $\Delta\alpha_R$).

Решение задачи в целом получаем методом итераций, т.е. если после первого уменьшения π_1 (α_R) ограничение производительности на втором (третьем) этапе рабочего цикла все же нарушается, то процедура повторяется до тех пор, пока не будет обеспечено требование ограничений.

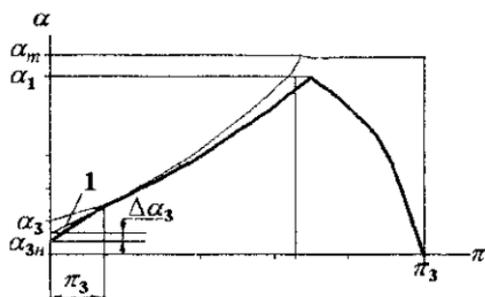


Рис. 4. Схема изменения фактической глубины шлифования ($\alpha_{3ф}$) после коррекции параметров управления для предотвращения нарушения ограничения по шероховатости

Литература

1. Махаринский, Е.И. Технологические основы управления процессом шлифования / Е.И. Махаринский. — М.: СНИО СССР, 1990. — 53 с.
2. Михелькевич, В.Н. Автоматическое управление шлифованием / В.Н. Михелькевич. — М.: Машиностроение, 1975. — 304 с.
3. Яцерицын, П.И. Модели ограничений производительности при плоском врезном шлифовании / П.И. Яцерицын, Е.И. Махаринский, Ю.Е. Махаринский // Вестні Акадэміі навук Беларусі, серыя фізіка-тэхнічных навук. — № 3. — 1997. — С. 31 — 34.

УДК 658.51:621.81

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ СИНТЕЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕТИПИЗИРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Н.В. Беляков

УО «Витебский государственный технологический университет»

Введение. Одним из направлений развития технологической подготовки машиностроительного производства Республики Беларусь в условиях рыночных отношений и растущей конкуренции является автоматизация