

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Дитиненко С.А., канд. техн. наук
(Харьковский национальный экономический университет)

The estimation of technological possibilities of different charts of tooling by the nature of change of radial making force of cutting is produced

Возникающие в технологической системе упругие перемещения приводят к снижению производительности и точности механической обработки. Поэтому вопросам оптимального управления упругими перемещениями в процессе обработки постоянно уделяется большое внимание. Однако данные вопросы оказались достаточно сложными и до настоящего времени в полной мере не решены, что требует дальнейшего развития этого прогрессивного направления в технологии машиностроения. В связи с этим целью работы является теоретический анализ технологических возможностей различных схем механической обработки.

В наших работах [1-4] получены теоретические решения о характере изменения величины упругого перемещения y в процессе механической обработки. Установлена в общем виде аналитическая зависимость для определения величины упругого перемещения (рис. 1,а):

$$y = y_0 \cdot \frac{\left(1 + \frac{Q_0 \cdot \tau}{y_0 \cdot F}\right)}{\left(1 + \frac{c \cdot K_{рез} \cdot V \cdot \tau}{\sigma \cdot F}\right)}, \quad (1)$$

где c – приведенная жесткость технологической системы, Н/м; σ – условное напряжение резания, Н/м²; $K_{рез} = P_z / P_y$ – коэффициент резания; P_z, P_y – соответственно тангенциальная и радиальная составляющие силы резания, Н; y_0 – начальный натяг в технологической системе, м; Q_0 – номинальная производительность обработки, м³/с; V – скорость резания (при шлифовании $V = V_{кр}$ – скорость шлифовального круга), м/с; F – площадь поперечного сечения обрабатываемого образца, м²; τ – время обработки, с.

В связи с упругими перемещениями в технологической системе, фактическая производительность обработки $Q_{ф}$ будет отличаться от номинальной производительности обработки Q_0 и определяться зависимостью

$$Q_{\phi} = \frac{\left(Q_0 + y_0 \cdot \frac{F}{\tau} \right)}{\left(1 + \frac{\sigma \cdot F}{c \cdot K_{рез} \cdot V \cdot \tau} \right)}. \quad (2)$$

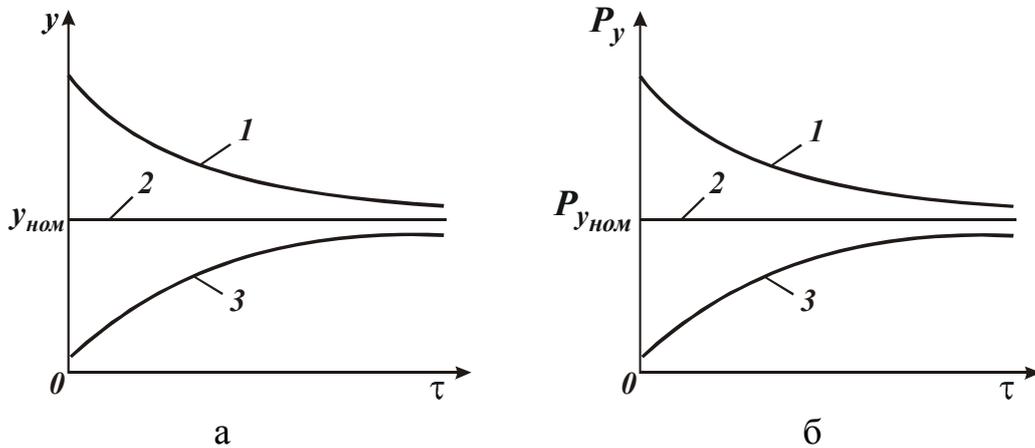


Рис. 1. Зависимости величины упругого перемещения y (а) и радиальной составляющей силы резания P_y от времени обработки τ : 1 – $y_0 > y_{ном}$ ($P_{y_0} > P_{y_{ном}}$); 2 – $y_0 = y_{ном}$ ($P_{y_0} = P_{y_{ном}}$); 3 – $y_0 < y_{ном}$ ($P_{y_0} < P_{y_{ном}}$).

Радиальная составляющая силы резания $P_y = c \cdot y$ с учетом зависимости (1) может быть выражена

$$P_y = P_{y_{ном}} \cdot \frac{\left(1 + \frac{P_{y_0} \cdot F}{Q_0 \cdot c \cdot \tau} \right)}{\left(1 + \frac{P_{y_{ном}} \cdot F}{Q_0 \cdot c \cdot \tau} \right)}, \quad (3)$$

где $P_{y_0} = c \cdot y_0$ – радиальная составляющая силы резания, соответствующая величине начального натяга в технологической системе y_0 ; $P_{y_{ном}} = c \cdot y_{ном}$ – радиальная составляющая силы резания, соответствующая величине начального натяга в технологической системе $y_{ном}$ (при котором $Q_{\phi} = Q_0$).

Характер изменения P_y с течением времени обработки τ для различных соотношений параметров P_{y_0} и $P_{y_{ном}}$ (а также соотношений параметров y_0 и $y_{ном}$) показан на рис. 1,б. Из него можно сделать следующие выводы:

1. При обработке по жесткой схеме ($Q_0 = const$) радиальная составляющая силы резания P_y с течением времени обработки будет увеличиваться или в самом лучшем случае оставаться постоянной в зависимости от характера изменения отношения $K_{рез} / \sigma$. Поэтому, жесткую схему обработки следует рассмат-

ривать как схему с увеличивающейся во времени радиальной составляющей силы резания P_y и соответственно величиной упругого перемещения y .

2. Схему выхаживания в связи с уменьшением во времени производительности обработки следует рассматривать как схему с уменьшающимися во времени параметрами P_y и y .

На основании сказанного, все возможные схемы обработки можно классифицировать по признаку характера изменения во времени параметров P_y и y :

1. Схемы, характеризующиеся увеличением во времени параметров P_y и y (для $P_{y_0} < P_{y_{ном}}$; $y_0 < y_{ном}$).

2. Схемы, характеризующиеся постоянством во времени параметров P_y и y (для $P_{y_0} = P_{y_{ном}}$; $y_0 = y_{ном}$).

3. Схемы, характеризующиеся уменьшением во времени параметров P_y и y (для $P_{y_0} > P_{y_{ном}}$; $y_0 > y_{ном}$).

Для первой схемы зависимость (3) с учетом $P_{y_0} = 0$ принимает вид

$$P_y = \frac{P_{y_{ном}}}{\left(1 + \frac{P_{y_{ном}} \cdot F}{Q_0 \cdot c \cdot \tau}\right)}. \quad (4)$$

Для второй схемы зависимость (3) с учетом $P_y = P_{y_{ном}}$ принимает вид

$$P_{y_0} = \frac{\sigma \cdot Q_0}{K_{рез} \cdot V}. \quad (5)$$

Реализовать условие $y = y_0$ целесообразно за счет применения упругой схемы обработки с фиксированным радиальным усилием P_{y_0} . Проанализируем технологические возможности данной схемы, используя зависимость (5).

С течением времени обработки по мере снижения режущей способности инструмента отношение $\sigma / K_{рез}$ будет увеличиваться. При условии $P_{y_0} = c \cdot y_0 = const$ это приведет к уменьшению производительности обработки. Следовательно, в зависимости (5) вместо Q_0 необходимо рассматривать фактическую производительность Q_ϕ , которая, исходя из зависимости (5), выразится

$$Q_\phi = \frac{K_{рез}}{\sigma} \cdot V \cdot P_{y_0}. \quad (6)$$

Для того чтобы стабилизировать величину Q_ϕ на определенном уровне, например, на уровне $Q_\phi = Q_0$ в связи с затуплением инструмента и уменьшением отношения $K_{рез} / \sigma$, исходя из зависимости (6), необходимо увеличить скорость резания V при условии $P_{y_0} = c \cdot y_0 = const$. Однако, более эффективным путем следует рассматривать стабилизацию во времени отношения $K_{рез} / \sigma$, что достига-

ется при лезвийной и абразивной (алмазно-абразивной) обработке различными методами. Как показано выше, с точки зрения обеспечения параметров точности и качества обработки более эффективно применение третьей схемы обработки, характеризующейся уменьшением во времени параметров P_y и y_0 , т.е. схемы выхаживания.

Список литературы: 1. Новиков Ф.В., Бережной Р.А., Дитиненко С.А., Иванов Е.И. Интенсификация финишной обработки внутренних цилиндрических поверхностей зубчатых колес // Вісник НТУ “ХПІ”. Тем. вип.: Технології в машинобудуванні. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2010. – № 53. – С. 68-75. 2. Новиков Г.В., Дитиненко С.А. Обоснование путей повышения точности и производительности финишной механической обработки // Физические и компьютерные технологии. Труды 15-й Междун. научн.-техн. конф.– Харьков: ХНПК “ФЭД”, 2009. – С. 86-90. 3. Дитиненко С.А., Новиков Г.В., Машко А.А. Исследование связи возникающих в технологической системе упругих перемещений с точностью и производительностью механической обработки // Вісник НТУ “ХПІ”. Тем. вип.: Технології в машинобудуванні. – Харків: НТУ “ХПІ”. – 2008. – № 23. – С. 65-69. 4. Новиков Г.В., Дитиненко С.А. Определение условий повышения точности и производительности механической обработки // Физические и компьютерные технологии. Труды 13-й Междун. научн.-техн. конф.– Харьков: ХНПК “ФЭД”, 2007. – С. 180-185.