

гических процессов / Мисевич В.С., Гришаев А.Н., Климентьев А.Л., Кузьменков С.М. // Совершенствование технологических процессов и организации производства в легкой промышленности и машиностроении: Сб. статей. — Витебск: ВГТУ, 1997. — С. 114-116. 4. Климентьев А.Л. Общий алгоритм связи деталей и технологических процессов // Технические ВУЗы — Республике: Материалы. — Минск: БГПА, 1997. — С. 11. 5. Климентьев А.Л., Мисевич В.С. Детали, допускающие множественность вариантов процесса их формообразования // Машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 18 / Под ред. И.П. Филонова. — Минск: УП «Технопринт», 2002. — С. 122-126.

УДК 621.923

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАТУПЛЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ НА СОСТАВЛЯЮЩИЕ СИЛЫ ПРОФИЛЬНОГО ГЛУБИННОГО ШЛИФОВАНИЯ

Масилевич А.В., Махаринский Е.И.

*Витебский государственный технологический университет
Витебск, Беларусь*

Разработаны алгоритм и программа для численного определения составляющих силы шлифования P_x , P_y , P_z при любой форме рабочей поверхности шлифовального круга, некоторые из которых показаны на Рис 1. Программа позволяет учитывать изменение формы профиля и его режущих свойств, происходящее неравномерно для различных участков профиля.

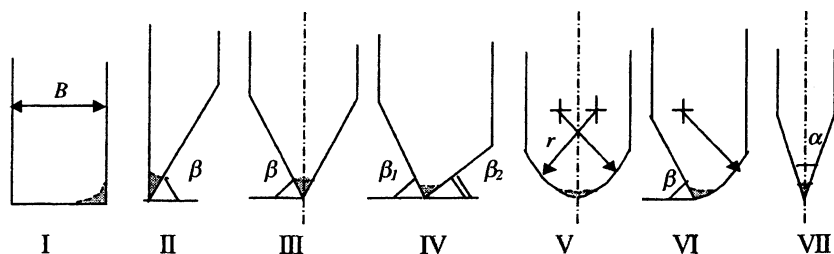


Рис. 1

 — зона износа

Исходными данными для определения составляющих силы шлифования являются: обобщенный коэффициент режущей способности K_{po} [1]; ко-

эффицент абразивного резания $f_a = P_z/P_y$; глубина канавки; рисунок профиля рабочей части шлифовального круга, выполненный в формате DXF ASCII, который поддерживает большинство популярных САД пакетов; скорость подачи; режим работы отдельных участков шлифовального круга (самозатачивание или затупление); модель изнашивания «острой» кромки профиля рабочей поверхности; модель затупления.

Алгоритм основан на разбиении круга на одноугловые участки достаточно малой ширины ΔB (микроучастки). Составляющие силы шлифования находятся как суммы элементарных сил шлифования на этих участках из системы:

$$P_x = \sum_{i=1}^N [\sin \beta_i] \Delta P_{zN};$$

где N — число микроучастков; β_i — угол наклона образующей текущего микроучастка; μ_i — угол между проекцией радиальной составляющей силы резания для микроучастка на плоскость ZOY и осью OY (характеризует распределение давления по дуге контакта),

$$\mu_i = 0.97843 \cdot \sqrt{(2a_i/D_i)}$$

$$\Delta P_{zN} = 60 \cdot [a_i \cdot s \cdot L_i / (D_i \cdot p \cdot n \cdot K_{po})] \Delta B$$

a_i, L_i, D_i — соответственно глубина, длина дуги контакта, диаметр i -ого микрокруга; s — продольная подача; n — частота вращения шлифовального круга.

При помощи разработанной программы, для профилей на Рис. 1 было проведено исследование влияния износа кромки (зона износа на рисунке) от некоторой величины r_o (начального) до $r_{кр}$ (критического износа) на составляющие силы шлифования. Было рассмотрено два случая: когда по мере износа производится корректировка положения круга с целью сохранения заданной глубины канавки и когда круг находится в фиксированном положении в течении всего контролируемого периода изнашивания.

Было установлено, что при работе шлифовального круга в режиме самозатачивания с компенсацией износа коррекцией размерной настройки, компоненты силы шлифования по-разному увеличиваются в зависимости от формы рабочего профиля (от 7% до 71%). Значительное увеличение значения составляющих силы шлифования связано с тем, что при коррекции на глубину канавки изменяется ее ширина. Если коррекция на глубину не производится, то составляющие силы шлифования растут в зависимости от формы профиля на 1..12%, а иногда даже уменьшаются.

Так для профиля II, зависимость составляющих силы от износа показаны на Рис. 2. При этом, диаметр шлифовального круга 120 мм, угол профиля 50° , ширина круга 8 мм, $K_{po} = 0.005$, $f_a = 0.3333$ (считали, что круг работает в режиме самозатачивания, так, что эти коэффициенты не изменяются в тече-

нии контролируемого периода износа $T_{из}$), продольная подача 1 мм/с, скорость резания 30 м/с, глубина канавки 5 мм.

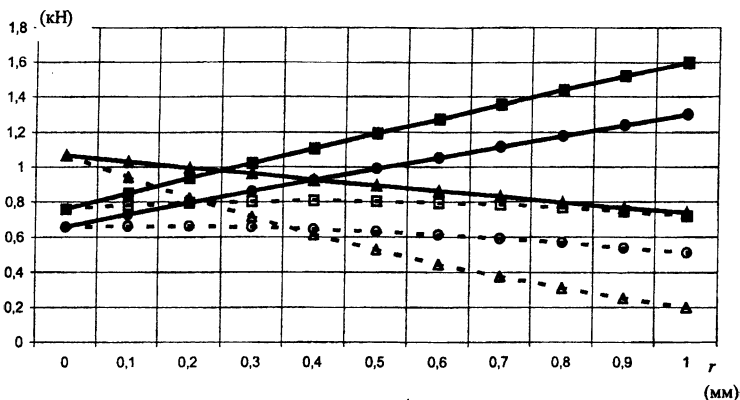


Рис. 2 (—) — составляющие силы шлифования при корректировке положения круга с сохранением глубины резания 5 мм в течении всего периода $T_{из}$; (---) — с фиксированной установкой; ▲ — P_x ; ■ — P_y ; ● — P_z

При затуплении круга, который работает в режиме частичного самозатачивания, значения коэффициентов K_{po} и f_a уменьшаются со временем.

Принимая во внимание связь K_{po} и K_p [1], для обобщенного коэффициента режущей способности можно использовать модель затупления плоского шлифования [2]:

$$K_{po} = (K_{рон} - K_{рос}) \exp(-Mt) + K_{рос},$$

где $K_{рос}$ — стабильное значение обобщенного коэффициента режущей способности; $K_{рон}$ — начальное значение обобщенного коэффициента режущей способности (непосредственно после правки); M характеризует темп затупления и равняется $\ln(2) / t_h = 0,693 / t_h$, где t_h — время, за которое коэффициент режущей способности $K_{po} = (K_{рон} + K_{рос}) / 2$, t — текущее время. Интенсивность уменьшения обобщенного коэффициента режущей способности может быть различной для различных условий шлифования.

Коэффициент абразивного резания изменяется незначительно, причем с уменьшением зернистости интенсивность изменения уменьшается [3]. Так как при профильном шлифовании применяют преимущественно средние и мелкозернистые круги, то значение коэффициента f_a можно считать постоянным на контролируемом временном интервале.

Так как $K_{рос}$ зависит от силы шлифования, характер изменения $K_{ро}$ будет различным для различных участков контактного профиля, работающих с разной нагрузкой. В первом приближении предполагалось, что на кромке $K_{ро} = K_{рон}$ для всего контролируемого периода износа (кромка работает в режиме самозатачивания), а остальные участки контактного профиля в течение периода $T_{из}$ работают в режиме затупления. Для участков, работающих в режиме затупления, в качестве примера принимаем, что $t_h = T_{из}/3$, $K_{рос} = 0.3 K_{рон}$. Для вышлифовки метрической резьбы с шагом $S = 1$ мм период стойкости круга обычно составляет 20 мин. Допустимый износ кромки в этом случае $r \in [0.1..0.2]$. Пусть круг изнашивается до критической величины по истечении периода стойкости (что соответствует рационально заправленному кругу). Тогда для шести контрольных значений износа $r \in [0.1, 0.12, 0.14, 0.16, 0.18, 0.2]$ на равных временных интервалах и периода $T_{из} = 1200$ с., что соответствует предполагаемой модели износа кромки $r = 8 \cdot 10^{-5} \text{ Ч} t + 0.1$, получены зависимости составляющих силы шлифования от времени работы круга (Рис. 3) (сплошные линии).

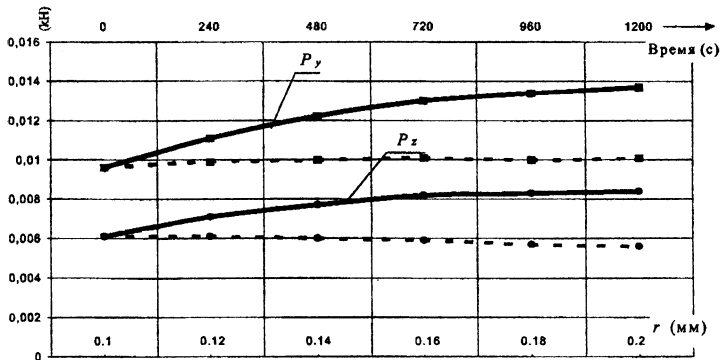


Рис. 3. Зависимости $P_y = f(r)$, $P_z = f(r)$ с учетом затупления

Для сравнения на графике приведены кривые изменения составляющих силы шлифования при работе в режиме самозатачивания (штриховые линии). График показывает, что без учета затупления P_y растет с износом кромки (от 0.1 до 0.2 мм) на 5%, а P_z падает на 8%. С учетом затупления P_y растет уже на 30%, P_z растет на 27%.

Таким образом, можно использовать разработанную программу для анализа и управления процессом глубинного шлифования с учетом неравномерного изнашивания и затупления шлифовального круга. Для этого необходимо экспериментально определять зависимости $K_{ро}$ и r от времени при раз-

личных характеристиках пары круг-заготовка. Значение f_a можно брать из справочной литературы [3].

Данная разработка может оказаться полезной для предприятий переходящих на новый перспективный метод глубинного шлифования зубчатых колёс [4] или направляющих станков без предварительного фрезерования.

Литература

1) Махаринский Е.И., Масилевич А. В. «Рабочие характеристики глубинного шлифования» – Сб. научных трудов «Машиностроение» 2001 Вып. 17. С. 38–42;

2) М.И. Ящерицын, Е.И. Махаринский, Ю.Е. Махаринский «Моделирование затупления шлифовального круга» – Вестні Академії Навук 1997 №4 С. 49–54;

3) Попов С.А. Малевский Н.П. и др. Алмазно-абразивная обработка металлов и твердых сплавов. М.: Машиностроение, 1977. – стр. 106 таб. 57

4) Ю.С. Елисеев, В.С. Новиков и др. «Профильное глубинное шлифование зубчатых колес» — Вестник машиностроения 2001 №1 С. 41–44.

УДК 621

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Мисевич В.С.

*Витебский государственный технологический университет
Витебск, Беларусь*

1. Широкое применение САПР ТП и станков с ЧПУ, сделали необходимым постоянное использование понятия «информация» при проектировании технологических процессов, а также при исследовании перспектив развития технологии [1, 2]. Однако само понятие «информация» берет свое начало, в значительной мере, в математической теории связи К.Шеннона и не всегда отвечает задачам технологии машиностроения. Поэтому для моделей технологических задач необходимо уточнить и ограничить понятие «информация».

2. Самым общим понятием (категорией), используемым при описании окружающей нас реальности, является понятие «Мир», «Универсум». Для описания Мира используются такие категории как *пространство* и *материя*, заполняющая пространство. В свою очередь, материя характеризуется *разнообразием*