клапан (внезапное сужение и внезапное расширение), плавные отводы.

Суммарные гидравлические потери в каждой ветке трубопровода определяются по формуле:

$$\Delta p_{\Sigma} = \Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{мс}}. \qquad (8)$$

Основные характеристики трубопроводов представлены в таблице.

Основные характеристики трубопроводов

Обозначение	Длина, м	Расход, м^3/ч	Скорость, м/с	Потери на трение, Па	Местные потери, Па	Суммарные потери, Па
1а	26	1,348	0,65	6570	1901	8471
1б	29,5	1,348	0,65	7454	1901	9355
2	67	1,342	0,64	16470	2662	19132
3	55,5	1,467	0,7	15993	2450	18443

Анализ результатов определения гидравлических потерь показывает, что ни в одном из трубопроводов величина суммарных гидравлических потерь не превышает 20 кПа, следовательно, обеспечивается работа системы с гарантированным запасом по давлению, а радиус орошения каждым спринклером будет не меньше принятого значения.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ШЛИФОВАНИЯ ПРИ ГЛУБИННОЙ ОБРАБОТКЕ ЗАГОТОВОК НЕОГРАНИЧЕННЫХ РАЗМЕРОВ КОНИЧЕСКИМ КРУГОМ

Зотова С.А., Асеева А.Ю.

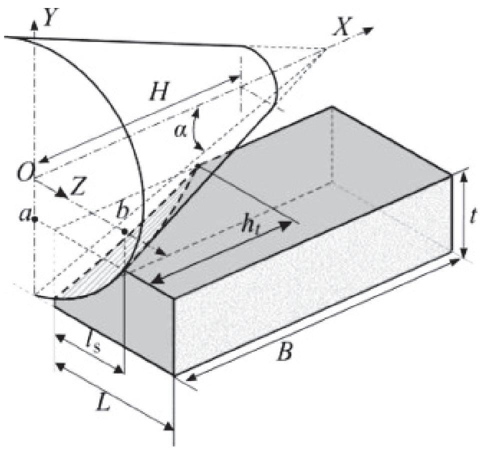
Волжский политехнический институт, филиал ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Волжский, e-mail: asya995@mail.ru

К числу основных показателей процесса шлифования относятся наработка V, например, объемная, характеризующая объем выполняемой работы и режущая способность Q, определяющая среднюю производительность процесса. Глубинное шлифование (ГШ) предназначено, главным образом, для формообразования профильных поверхностей, когда наработка во времени непостоянна. Поэтому целесообразно использовать еще один показатель – мгновенную режущую способность q, представляющую собой производную наработки по времени τ.

Исходными данными для вычисления Q и q являются наработка V и время шлифования τ: $Q = V/\tau$; $q = dQ/d\tau$. Поэтому создание математических моделей перечисленных показателей начинается с модели наработки. В данной работе представлены точные математические модели показателей при глубинном шлифовании плоских горизонтальных поверхностей кругом радиуса R конического профиля с углом α при вершине на глубину t. Приняты следующие допущения: заготовку считаем идеально гладкой; радиальный износ круга за период шлифования равен нулю; скорости круга v и подачи стола v_s постоянны; отсчет времени на каждом этапе начинается с нуля.

Одно из основных отличий ГШ от обычного маятникового заключается в большой длине дуги контакта, что предполагает наличие достаточно протяженных этапов врезания и выхода, длина которых соизмерима или равна длине обрабатываемой поверхности. Кроме них может быть еще этап постоянной длины дуги контакта или переходный этап добора глубины в зависимости от размеров заготовки.

Рассмотрим поверхность, длина которой $L > b = \sqrt{t(2R-t)}$, максимальная ширина шлифования $H \le B$ (рисунок). Удаляемый материал (наработку V), определим как объем тела, ограниченного гранями заготовки и конической поверхностью круга. Построение математических моделей для вычисления наработки опирается на геометрический смысл тройного интеграла.



Для этапа врезания V_p:

$$V_p(\tau) = \int\limits_{b-\tau v_s}^{b} dz \int\limits_{-\sqrt{R^2-Z^2}}^{a} dy \int\limits_{0}^{\frac{R-\sqrt{y^2+Z^2}}{\operatorname{tg}\alpha}} dx =$$

$$= \frac{1}{6\operatorname{tg}\alpha}\left(6Ra\tau v_s - 4abR + R^3\left(\arcsin\frac{b}{R} - \arcsin\frac{b_s}{R}\right) + 2ab_s\sqrt{a^2+b_s^2} - \right. \qquad (1)$$

$$\left. -2Rb_s\sqrt{R^2-b_s^2} + a^3\ln\left(\frac{b_s+\sqrt{a^2+b_s^2}}{b+R}\right) + b_s^3\ln\left(\frac{a+\sqrt{a^2+b_s^2}}{R-\sqrt{R^2-b_s^2}}\right)\right),$$

где $b_s = b - \tau v_s$; $a = t - R$.

Для этапов постоянной длины дуги контакта $V_п$ и выхода $V_в$:

$$V_п(\tau)=\int_{-R}^{t-R}dy\int_{0}^{\frac{y+R}{\mathrm{tg}\,\alpha}}dx\int_{\sqrt{(x-x_0)^2\cdot\mathrm{tg}^2\alpha-y^2}}^{\sqrt{(x-x_0)^2\cdot\mathrm{tg}^2\alpha-y^2}+l_s}dz=\frac{\tau\nu_s t^2}{2\mathrm{tg}\,\alpha};\qquad(2)$$

$$V_в(\tau)=\frac{b_s\,t^2}{2\,\mathrm{tg}\,\alpha}-\int_{0}^{b-\tau\nu_s}dz\int_{-\sqrt{R^{22}-z}}^{a}dy\int_{0}^{\frac{R-\sqrt{y^{22}+z}}{\mathrm{tg}\,\alpha}}dx=\frac{\tau\nu_s t^2}{2\,\mathrm{tg}\alpha}-V_р(\tau)=V_п(\tau)-V_р(\tau).\qquad(3)$$

Из наработок (1)–(3) делением на время получены формулы режущей способности и дифференцированием по времени – формулы мгновенной режущей способности для этапов врезания ($Q_р$, $q_р$), постоянной дуги контакта ($Q_п$, $q_п$) и выхода ($Q_в$, $q_в$):

$$Q_р(\tau)=\frac{V_р(\tau)}{\tau}=\frac{1}{6\tau\mathrm{tg}\alpha}\left(6Ra\tau\nu_s-4abR+R^3\left(\arcsin\frac{b}{R}-\arcsin\frac{b_s}{R}\right)+2ab_s\sqrt{a^2+b_s^{\,2}}-\right.$$

$$\left.-2Rb_s\sqrt{R^2-b_s^{\,2}}+a^3\ln\left(\frac{b_s+\sqrt{a^2+b_s^{\,2}}}{b+R}\right)+b_s^3\ln\left(\frac{a+\sqrt{a^2+b_s^{\,2}}}{R-\sqrt{R^2-b_s^{\,2}}}\right)\right);$$

$$q_р(\tau)=\frac{dV_р}{d\tau}=\frac{\nu_s}{6\mathrm{tg}\,\alpha}\left(6Ra-3a\sqrt{a^2+b_s^2}+3R\sqrt{R^2-b_s^2}+3b_s^2\ln\left(\frac{R-\sqrt{R^2-b_s^2}}{a+\sqrt{a^2+b_s^2}}\right)\right);$$

$$Q_п(\tau)=q_п(\tau)=\frac{\nu_s t^2}{2\mathrm{tg}\,\alpha};\quad Q_В(\tau)=Q_п-Q_Р(\tau);\quad q_В(\tau)=q_п-q_Р(\tau).$$

Список литературы

1. Носенко В.А., Авилов А.В., Жуков В.К.. Площадь и толщина сечения срезаемого слоя на операции плоского глубинного шлифования: справочник // Инженерный журнал. – 2006. – №1. – С. 22–27.
2. Носенко В.А., Жуков В.К. Некоторые аспекты кинематики плоского глубинного шлифования // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2007. – №1. – С. 78–94.
3. Носенко В.А. Специфика удаления материала на различных этапах плоского глубинного шлифования кругами конического профиля / В.А. Носенко, В.К. Жуков, С.А. Зотова, С.В. Носенко // СТИН. – 2008. – № 3. – С. 23–29.
4. Носенко В.А. Математическая модель наработки при глубинном шлифовании горизонтальной поверхности кругом конического профиля / В.А. Носенко, С.А. Зотова, С.В. Носенко // Известия ВолгГТУ. – 2008. – Вып.4. – № 9. – С. 29–33.

РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КАНОНИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ОСНОВНОЙ МАТРИЦЫ СИСТЕМЫ

Инкин А.Н., Матвеева Т.А.

Волжский политехнический институт, филиал волгоградского государственного технического университета, Волжский, e-mail: ANInkin@mail.ru

Приведение матриц к диагональному виду значительно упрощает решение многих прикладных задач, находит широкое применение при моделировании линейных динамических систем, а также при решении систем линейных алгебраических уравнений.

В данной работе рассматриваются вопросы решения систем линейных алгебраических уравнений с одинаковыми основными матрицами систем (разными свободными членами). В этом случае удобно использовать каноническое разложениеосновной матрицы системы.

Рассмотрим решение следующих систем линейных уравнений:

$$\begin{cases}3x_1-4x_2+4x_3=1,\\-2x_1+7x_2-2x_3=2,\\-2x_1+8x_2-3x_3=3\end{cases}$$

и

$$\begin{cases}3x_1-4x_2+4x_3=-2,\\-2x_1+7x_2-2x_3=4,\\-2x_1+8x_2-3x_3=0,\end{cases}\quad A=\begin{pmatrix}3&-4&4\\-2&7&-2\\-2&8&-3\end{pmatrix}.$$

Построим каноническое разложение основной матрицы системы А. Для этого составим характеристическое уравнение матрицы А и найдем его корни:

$$\det(A-\lambda E)=\begin{vmatrix}3-\lambda&-4&4\\-2&7-\lambda&-2\\-2&8&-3-\lambda\end{vmatrix}=\begin{vmatrix}(3-\lambda)&-4&4\\-2&(7-\lambda)&-2\\0&(\lambda+1)&(-1-\lambda)\end{vmatrix}=(\lambda+1)\begin{vmatrix}(3-\lambda)&0&4\\-2&(5-\lambda)&-2\\0&0&-1\end{vmatrix}=0.$$

$-(\lambda+1)(3-\lambda)(5-\lambda)=0\Rightarrow\lambda_1=-1,\ \ \lambda_2=3,\ \ \lambda_3=5$ – собственные значения.

Каждому собственному значению λ_k с учетом его кратности найдем соответствующие собственные векторы по формуле $(A-\lambda_k E)\bar{e}_k=0.$

Для $\lambda_1=-1$:

$$(A+E)\bar{e}_1=\bar{0}\ \Leftrightarrow\left(\begin{array}{ccc|c}4&-4&4&0\\-2&8&-2&0\\-2&8&-2&0\end{array}\right)\sim\left(\begin{array}{ccc|c}1&-1&1&0\\0&6&0&0\\0&6&0&0\end{array}\right)\sim\left(\begin{array}{ccc|c}1&0&1&0\\0&1&0&0\\0&0&0&0\end{array}\right)\quad X=\begin{pmatrix}-c_1\\0\\c_1\end{pmatrix}.$$