$$\upsilon_x(z,t)=\upsilon_0\left[1-\frac{z}{h}-\frac{2}{\pi}\sin\frac{\pi}{h}z\cdot e^{-\frac{\nu\pi^2}{h^2}t}\left(1+e^{-\frac{3\nu\pi^2}{h^2}t}\cdot\cos\frac{\pi}{h}z\right)\right]$$

Допускается, что при больших значениях t в пределах до 5 секунд, режим перемещения сыпучего материала становится установившимся, и скорость вдоль оси будет иметь вид:

$$\upsilon_x(z,t)=\upsilon_0\left(1-\frac{z}{h}\right) \tag{4}$$

Данное решение позволяет объяснить опытный факт, что из щелевого бункера вначале выгружается насыпной материал, расположенный в задней части бункера, а материал, расположенный в передней части, захватывается в последнюю очередь.

РАСЧЕТ ПЛОЩАДИ ПЯТНА КОНТАКТА ИНСТРУМЕНТА ПО ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ

Исаев Ю.М., Гришин О.П., Настин А.А.
Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия
Ульяновск, Россия

В общем случае пятно контакта недеформируемого инструмента с пластичной поверхностью представляют собой пространственную фигуру, образованную на инструменте (торе, цилиндре, шаре) пересечением пластичной поверхности детали - чаще всего цилиндра. Поэтому для нахождения площади пятна контакта необходимо решать задачу о пересечении двух пространственных фигур. При электромеханической обработке наиболее часто применяется инструмент, рабочая поверхность которого представляет собой поверхность тора. При обработке деталей типа втулок обрабатываемая поверхность представляет собой цилиндр.

Рассмотрим поверхность контакта торсионного вала и ролика в виде тора по внешней поверхности цилиндра.

Уравнение поверхности тора, внедряемой в торсионный вал, в декартовой системе координат запишется:

$$z=\sqrt{r^2-\left(\sqrt{x^2+y^2}-R\right)^2}$$

Переходя к цилиндрической системе координат, найдем частные производные:

$$\frac{\partial z}{\partial x}=\frac{(R-\rho)\cos\varphi}{\sqrt{r^2-(\rho-R)^2}},\qquad \frac{\partial z}{\partial y}=\frac{(R-\rho)\sin\varphi}{\sqrt{r^2-(\rho-R)^2}}.$$

Далее находим элемент площади

$$dS=\sqrt{1+\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2}\,dxdy=\frac{r}{\sqrt{r^2-(\rho-R)^2}}\rho d\rho d\varphi.$$

Вычисляем площадь поверхности в цилиндрической системе координат по формуле:

$$S=\iint\limits_D\frac{r}{\sqrt{r^2-(\rho-R)^2}}\rho d\rho d\varphi.$$

Область интегрирования D ограничена с одной стороны уравнением окружности сечения цилиндра, а с другой стороны уравнением внешней окружности тора $\rho=R$, тогда в полярной системе координат площадь поверхности пятна вычисляется по формуле:

$$S=4\int\limits_0^{\alpha}d\varphi\int\limits_{\rho=a\cos\varphi-\sqrt{a^2(\cos^2\varphi-1)+b^2}}^{\rho=R+r}\frac{r}{\sqrt{r^2-(\rho-R)^2}}\rho d\rho.$$

Для нахождения предельного угла интегрирования α найдем координаты точек пересечения окружности цилиндра и окружности тора.

Площадь пятна контакта определяется как сумма площадей контакта в зонах пластической и упругой деформации. Сначала найдем площадь пятна контакта в зоне пластической деформации при заданных значениях размеров вала и ролика (в мм).

$$r = 3,\ R = 40,\ a = 72,874,\ b = 30,\ S_{пласт} = 5,778\ \text{мм}^2$$

Затем найдем площадь пятна контакта в зоне упругой деформации при $b = 29,55$:

$$S_{упруг} = 2,279\ \text{мм}^2$$

Общая площадь пятна контакта: $S = S_{пласт} + S_{упруг} = 8,057\ \text{мм}^2$

РАСПОЛОЖЕНИЕ НОЖЕЙ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ КОРНЕПЛОДОВ

Хабарова В.В., Исаев Ю.М., Богатов В.А.
Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия. Ульяновск, Россия

Измельчение корнеплодов является наиболее энергоемкой операцией, выполняемой режущими инструментами. Наиболее рациональным способом измельчения для корнеплодов является резание.

Проведенные исследования и анализ геометрических параметров лезвия режущей пары в плоскости, перпендикулярной к плоскости резания, позволили рекомендовать наиболее рациональные их значения. Одним из способов снижения энергозатрат является различное расположение ножей. Рассмотрим случай непараллельного расположения ножей относительно друг друга при помощи установки ножей под разными углами к режущей поверхности.

При прохождении измельчаемого материала происходит сжатие и проталкивание между скошенными и прямолинейными элементами ножей. Для определения взаимосвязи между силами, возникающими в процессе деформации, выделим напряженный слой измельчаемого материала. Преобразовывая и решая дифференциальное уравнение относительно переменных *P* и *x*, получаем формулу для определения усилия сжатия и проталкивания материала в произвольном сечении на расстоянии *x* от лезвия в случае параллельного расположения ножей:

$$P_{сж} = P_0 \exp\left(\frac{x\left(f\left(1+\cos^2\frac{\beta K}{2}\right)+\left(\varepsilon_2\, tg\,\frac{\beta K}{2}-\cos\frac{\beta K}{2}\right)\right)}{\varepsilon_2\, b\sin\alpha}\right). \quad (1)$$

где $K = [tg\beta + f\sin^2\beta + \mu(f + \cos^2\beta)]$, β - угол заточки лезвия ножа, град; f – коэффициент трения материала о нож; μ - коэффициент Пуассона, $l = h/\sin\alpha$, α – угол наклона лезвия к плоскости резания, град; ε_2 – коэффициент бокового расширения.

Обозначим:

$$a = \frac{\left(f\left(1+\cos^2\beta K\right)+\left(\varepsilon_2\, tg\beta K-\cos\beta K\right)\right)}{\varepsilon_2\, b\sin\alpha}. \quad (2)$$

Тогда

$$P_{сж} = P_0 \exp(ax). \quad (3)$$

При $x = h$ среднее значение усилия по длине

$$\overline{P_1} = P_{сж} = P_0 \exp(ah). \quad (4)$$

В случае непараллельного расположения ножей, когда $\alpha_1 \neq \alpha_2$, значение силы сжатия будет равно:

$$\overline{P_2} = \frac{P_0\int_0^l \exp\left(ax(y)\right)dy}{l}, \quad (5)$$

где $x(y) = (l - y)\cdot tg(\alpha_1 - \alpha_2)$.