

## О СООТНОШЕНИИ ДИАМЕТРА, МЕЖОСЕВОГО РАССТОЯНИЯ И ШИРИНЫ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МЯЛЬНЫХ И ТРЕПАЛЬНЫХ МАШИН

В.А. ДЬЯЧКОВ

(Костромской государственной технологической университет)

При топологическом исследовании процессов мятья и трепания приходится решать задачу, заключающуюся в определении соотношения таких геометрических параметров рабочих органов, как радиус, межосевое расстояние и ширина била, рифли. Названные соотношения определяют технологические качества машин и обеспечивают воздействие рабочих органов на материал при приемлемых зазорах между рабочими органами в их относительном движении в поле мятья или трепания.

В [1] и [2] эта задача решается численным итерационным методом или по приближенным выражениям [3]. Итерационный метод дает удовлетворительные результаты расчетов. И все-таки, в некоторых случаях, аналитическое решение задачи предпочтительно.

В связи с вышесказанным разработка аналитического метода, позволяющего выбирать перечисленные параметры рабочих

органов мятьяльных и трепальных машин по точным расчетам, актуальна. Математическую модель перемещения рабочих органов в зоне обработки материала построим на примере трепальной машины.

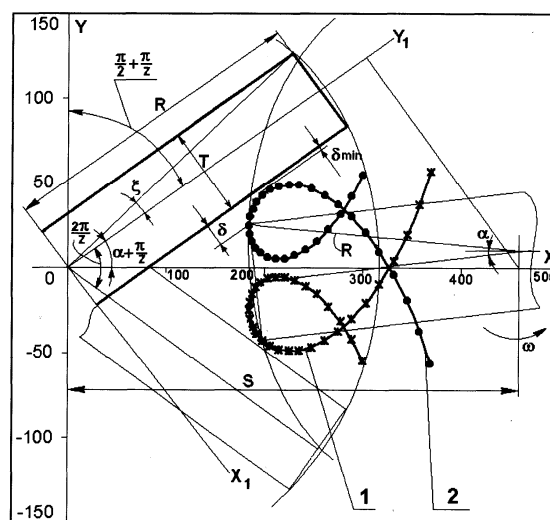


Рис. 1

Известно, что траектория движения передней/тыльной кромки трепального барабана в подвижной системе координат  $XOY$  (рис. 1 – перемещение била в поле трепания), жестко связанной с одним из барабанов, описывается эпитрохойдой:

$$\begin{aligned} X &= S \cos \alpha - R \cos(2\alpha \pm \xi), \\ Y &= S \sin \alpha - R \sin(2\alpha \pm \xi), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $S$  – расстояние между осями вращения трепальных барабанов;  $R$  – радиус трепального барабана;  $\alpha$  – текущая угловая координата кромки била;  $\xi$  – угловое смещение кромки от оси симметрии била;  $\xi = \arcsin\left(\frac{T}{2R}\right)$ .

Графики эпитрохойды на рис. 1 построены программой Excel в масштабе для трепальной машины "ТекмашДМТ". На рис. 1: 1 – траектория относительного движения передней; 2 – тыльной кромки бильной планки.

В уравнениях (1) знак "-" перед  $\xi$  применим для описания движения передней кромки; "+" – для тыльной. Било трепального барабана будет рассматриваться как прямоугольник с размерами  $T$  и  $R$ .

Зазор  $\delta$  между следом идущим билем парного барабана и тыльной кромкой бильной планки, при их относительном движении в поле трепания, выразим в подвижной системе координат  $X_1OY_1$ , жестко связанной с билем барабана. Новую систему координат получим поворотом осей  $X$  и  $Y$  вокруг точки  $O$  на угол  $\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{Z}$  ( $Z$  – число бил на барабане).

В этой системе координат

$$\delta = X_1 = S \sin\left(\alpha + \frac{\pi}{Z}\right) - R \sin\left(2\alpha + \frac{\pi}{Z} + \xi\right) - \frac{T}{2}. \quad (2)$$

$$-\sin \beta \sin\left(\frac{\pi}{Z} - \xi\right) = \left(\frac{8R^2}{S^2}\right) \cos^2 \beta - \cos \beta \cos\left(\frac{\pi}{Z} - \xi\right) - 1.$$

На рис.2 (изменение зазоров при перемещении тыльной кромки в поле трепания) показан графический вид уравнения (2) для трепальной машины "ТекмашДМТ". График построен с помощью программы "Mathcad".

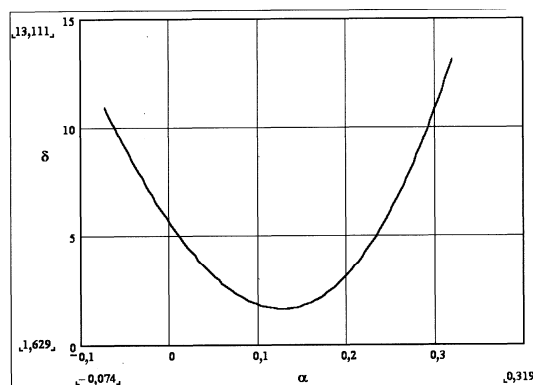


Рис. 2

Приравняв производную функции  $\delta=f(\alpha)$  к нулю, запишем уравнение, позволяющее определить угол  $\alpha$ , при котором зазор  $\delta$  будет минимальным:

$$X'_1 = S \cos\left(\alpha + \frac{\pi}{Z}\right) - 2R \cos\left(2\alpha + \frac{\pi}{Z} + \xi\right) = 0. \quad (3)$$

Найдем корни полученного уравнения. Для этого перенесем одно из слагаемых в правую часть и возведем в квадрат обе части выражения. Далее запишем угол

$$\left(2\alpha + 2\frac{\pi}{Z}\right) = \left(2\alpha + \frac{\pi}{Z} + \xi\right) + \left(\frac{\pi}{Z} - \xi\right),$$

обозначим

$$\left(2\alpha + \frac{\pi}{Z} + \xi\right) = \beta$$

и, преобразовав, получим

Имея в виду, что  $\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta}$ , возведем в квадрат правую и левую части полученного выражения, обозначив

$$\cos \beta = x, \quad \frac{8R^2}{S^2} = k, \quad \frac{2 \cos\left(\frac{\pi}{Z} - \xi\right)}{k} = \alpha,$$

$$\frac{(1-2k)}{k^2} = b, \quad \frac{a}{k} = c, \quad \left(\frac{a}{2}\right)^2 = d.$$

Затем преобразуем их и получим искомое уравнение четвертой степени:

$$x^4 - ax^3 + bx^2 + cx + d = 0. \quad (4)$$

Тогда

$$\alpha = 0,5 \left( \xi - \frac{\pi}{Z} + \arccos(x) \right).$$

Из четырех корней уравнения (4) реально значимым будет только один, соответствующий минимальному зазору между тыльной кромкой и поверхностью последующего била парного барабана, на выходе била из поля трепания.

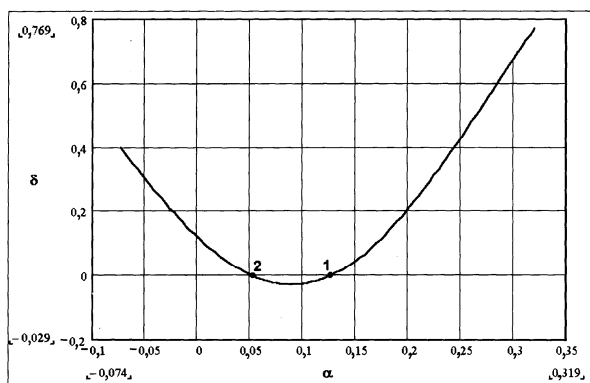


Рис. 3

Например. На рис. 3 (изменение зазоров при перемещении тыльной кромки в поле трепания) показан график, построенный по уравнению (4) с параметрами трепальной машины "ТекмашДМТ".

В этой машине минимальный зазор между тыльной кромкой и вслед идущим

биллом, равный  $\delta_1 = 1,629$  мм, будет наблюдаться при угле поворота барабана  $\alpha_1 = 0,1265$  рад.

На графике рис.3 это значение обозначено точкой 1. Второй корень уравнения (4) на рис.3 – точка 2. Для него  $\alpha_2 = 0,50822$  рад;  $\delta_2 = 63,859$  мм. Остальные два корня уравнения (4) будут характеризовать положение била за пределами поля трепания.

Зазоры между передней кромкой била и впереди идущим биллом парного барабана можно проанализировать, если сместить оси ХОУ на угол  $-\pi/Z$ , то есть поменять в расчетных формулах знак перед  $\pi/Z$  и  $\xi$ , на противоположный.

Для процесса мятя при подсчете коэффициентов  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и  $d$  следует подставить: радиус центров вершин рифлей –  $R$ ; межосевое расстояние  $S$ ; число рифлей –  $Z$ , радиус кромки рифли –  $r$ . И принять  $\xi = 0$  и  $T/2 = 2r$ .

## ВЫВОДЫ

Полученное аналитическое выражение для зазоров между рабочими органами трепальных и мьяльных машин в зоне их воздействия на обрабатываемый материал позволяет обоснованно выбирать рациональное соотношение таких геометрических параметров рабочих органов как радиус, межосевое расстояние и ширина била, рифли.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дьячков В.А. Проектирование машин для первичной обработки лубяных волокон. – Кострома: КГТУ. 1999.
2. Янушевский Д.А., Суханов Р.Ю., Белушкова М.Ю. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №3. С.33...35.
3. Смирнов Б.И. Основы теории и оптимизация процесса мятя в валковых мьяльных машинах: Дис...докт. техн. наук. – Кострома: КТИ, 1980.

Рекомендована кафедрой технологии производства льняного волокна. Поступила 07.04.06.