

*Лесопромышленный комплекс***Выводы**

1. Продолжительность размола вторичного волокнистого сырья безножевым способом при прочих равных условиях сравнима с временем, затрачиваемым на размол ножевым способом. Это объясняется подбором оптимальных параметров работы безножевой установки (скорость истечения струи, расстояние от насадки до преграды и др.), позволившим приблизиться к ножевым уста-

новкам по производительности и приросту градуса помола.

2. Качественные показатели процесса размола (межволоконные силы связи, разрывная длина, сопротивление продавливанию и др.) при безножевом способе размола более высокие по сравнению с таковыми при размоле ножевым способом, так как в ножевых размалывающих машинах волокна подвергаются сильному рубящему воздействию без зна-

чительного фибриллирования, что в конечном итоге приводит к снижению прочностных показателей готовой продукции.

3. При определенных параметрах работы безножевой размольной установки (скорость истечения струи, расстояние от насадки до преграды, диаметр насадки, вид и форма преграды и др.) удельный расход электроэнергии может быть приближен к таковому при ножевом размоле.

Библиографический список

1. А.с. 1559026 (СССР), В 02 С 19/06. Установка для измельчения волокнистого материала/ А.Г. Лахно, В.Г. Васютин, Ю.Д. Алашкевич, Н.А. Войнов, С.М. Репях (СССР). Заявл. 28.03.88; опубл. 23.04.90, Бюл. № 15. 6 с.
2. Гидродинамические явления при безножевой обработке волокнистых материалов: моногр. / Ю.Д. Алашкевич [и др.]. Красноярск, 2004. 80 с.
3. Фляте Д.М. Технология бумаги: учебник для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1988. 440 с.
4. Кутовая Л.В., Алашкевич Ю.Д., Обобщающий параметр безножевого способа обработки волокнистых полуфабрикатов: моногр. Красноярск: СибГТУ, 2001. 130 с.

УДК 676.024.6

В.И. Шуркина¹, Р.А. Марченко¹, Ю.Д. Алашкевич², В.И. Ковалев¹
(V.I. Shurkina¹, R.A. Marchenko¹, Y.D. Alashkevich², V.I. Kovalev¹)

¹*Сибирский государственный технологический университет,*
Красноярск

²*Институт химии и химической технологии СО РАН,*
Красноярск

**ПОСТРОЕНИЕ НОЖЕЙ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ФОРМЫ РАЗМАЛЫВАЮЩЕЙ ГАРНИТУРЫ
 В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

**(CONSTRUCTION OF KNIVES CURVED SHAPE MILLED HEADSET IN PULP
 AND PAPER PRODUCTION)**

Решается задача построения единичного ножа криволинейной формы и распределения данных ножей по рабочей поверхности ножевой размалывающей гарнитуры.

In this paper we solve the problem of building a single knife curved knives and distribution of data on the working surface of the blade grinding headset.

Введение

Существует множество способов интенсификации процесса

размола волокнистой суспензии в дисковых мельницах. Одним из таких направлений является мо-

дификация рабочих органов размалывающих машин – ножевой гарнитуры.

Лесопромышленный комплекс

Суть модификации заключается в рациональном подборе для гарнитуры следующих параметров: рисунка, геометрических характеристик, вида материала. Без всяких сомнений, можно сказать, что качество размола, производительность и энергозатраты дисковых мельниц зависят от этих параметров.

Использование гарнитуры дисковых мельниц с прямолинейной формой ножей широко масштабно в производстве, но не всегда дает ожидаемый результат.

В связи с этим ставится задача построения единичного ножа криволинейной формы и распределения данных ножей по рабочей поверхности гарнитуры.

Взаимосвязь углов наклона касательных режущей кромки к радиусам на входе и на выходе в междисковую полость

Для решения поставленной задачи обратимся к рис. 1, на котором упрощенно изображена фронтальная проекция рабочей поверхности диска гарнитуры с единичным криволинейным ножом.

Гипотетически можно предположить, что при криволинейной форме исполнения режущих кромок ножей [1] в отличие от прямолинейной [2] входной α и выходной β углы не зависят друг от друга.

Подтвердить данное предположение можно путем проведения анализа построения режущей кромки AB единичного криволинейного ножа.

Наиболее простой для изготовления формой ножевой кромки, на наш взгляд, является окружная, поэтому для удобства проведения дальнейшего анализа зададимся этой формой кривизны.

Для подтверждения гипотезы проведем к касательным AA_1 и BB_1 из центра O перпендикуляры OC и OD .

Как видно из рис. 1, стороны OA_1 и OB_1 не являются общими, а принадлежат разным прямоугольным треугольникам OAA_1 и OBB_1 .

Следовательно, углы α при вершине A и β при вершине B непосредственно друг от друга не зависят, т.е. каждый из них может иметь любое значение при выборе исходных данных.

Уравнения кривизны режущей кромки ножа

В общем случае совместно заданные величины углов α и β , r и R определяют величины радиуса кривизны R_x и координат центра O_1 кривизны x_{O1} и y_{O1} .

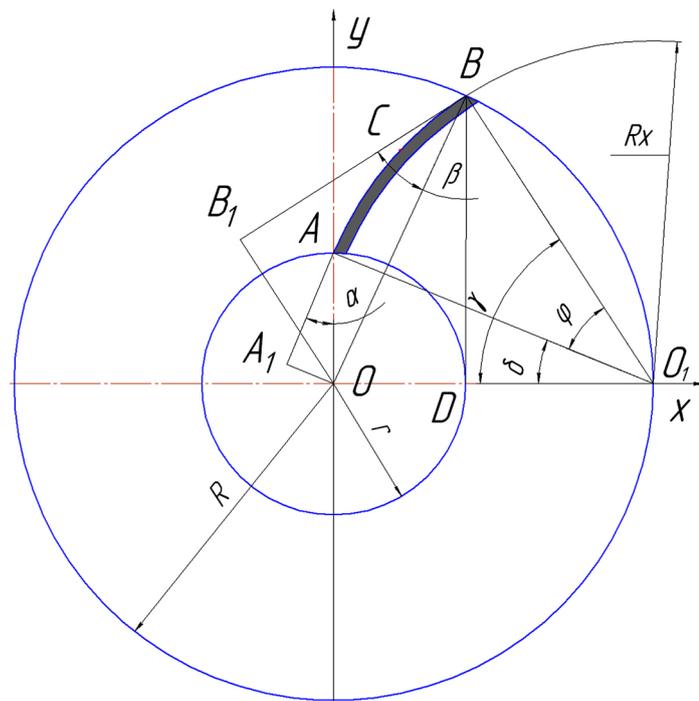


Рис. 1. Фронтальная проекция рабочей поверхности диска гарнитуры с единичным криволинейным ножом:

- r – радиус внутренней окружности кромки, ограничивающей входной контур в рабочую междисковую полость;
- R – радиус наружной окружности кромки, ограничивающей выходной контур из рабочей междисковой полости;
- α – угол наклона касательной режущей кромки AB ножа к радиусу r на входе в рабочую междисковую полость;
- β – угол наклона касательной режущей кромки AB ножа к радиусу R на выходе из рабочей междисковой полости;
- AA_1 и BB_1 – касательные, проведенные соответственно через точки A и B пересечения режущей кромки AB ;
- R_x – радиус кривизны режущей кромки AB ;
- O_1 – центр кривизны

Лесопромышленный комплекс

Величина угла β_x в промежутке между входной кромкой и выходной рабочей кольцевой зоной гарнитуры с криволинейной формой ножей может изменяться:

- от максимального значения на входе до минимального на выходе, т.е. так же, как и при прямолинейной форме режущих кромок ножей гарнитуры;

- от минимального значения на входе до максимального на выходе или быть постоянной, что является принципиальным отличием от прямолинейной формы.

Эта особенность подчеркивает универсальность криволинейной формы исполнения.

Для построения единичного ножа с учетом приведенных выше особенностей гарнитуры выведем уравнение кривизны режущей кромки криволинейной формы.

Для решения поставленной задачи на первом ее этапе задаемся величинами α, β, r, R , радиусом кривизны R_x и координатами центра кривизны O_1 .

Составляем уравнения: внутренней окружной кромки дисковой гарнитуры

$$x_A^2 + y_A^2 = r^2, \quad (1)$$

наружной окружной кромки дисковой гарнитуры

$$x_B^2 + y_B^2 = R^2. \quad (2)$$

Уравнение кривизны режущей кромки ножа гарнитуры

$$(x_c - x_{O1})^2 + (y_c - y_{O1})^2 = R_x^2. \quad (3)$$

Составляем систему уравнений для точки A :

$$\begin{cases} x_A^2 + y_A^2 = r, \\ ((x_A - x_{O1})^2 + (y_A - y_{O1})^2 = R_x^2. \end{cases} \quad (4)$$

Решив систему уравнений (4), определяем координаты точки A (x_A, y_A).

Составим систему уравнений для точки B :

$$\begin{cases} x_B^2 + y_B^2 = R^2, \\ ((x_B - x_{O1})^2 + (y_B - y_{O1})^2 = R_x^2. \end{cases} \quad (5)$$

Решив систему уравнений (5), определяем координаты точки B (x_B, y_B).

Центральный угол φ найдём по разности углов γ и δ (см. рис. 1):

$$\varphi = \gamma - \delta.$$

Из прямоугольного треугольника AO_1O найдем угол δ :

$$\frac{y_A - y_{O1}}{x_A - x_{O1}} = \text{tg } \delta,$$

отсюда

$$\delta = \text{arctg } \frac{y_A - y_{O1}}{x_A - x_{O1}}.$$

Из прямоугольного треугольника BDO_1 найдем угол γ :

$$\frac{y_B - y_{O1}}{x_B - x_{O1}} = \text{tg } \gamma,$$

отсюда

$$\gamma = \text{arctg } \frac{y_B - y_{O1}}{x_B - x_{O1}}.$$

Центральный угол φ равен:

$$\varphi = \text{arctg } \frac{y_B - y_{O1}}{x_B - x_{O1}} - \text{arctg } \frac{y_A - y_{O1}}{x_B - x_{O1}}. \quad (6)$$

Определение радиуса кривизны режущей кромки ножа

Для вывода уравнения кривизны режущей кромки криволинейной формы изначально радиусом кривизны R_x и координатами центра O_1 задается произвольно.

В действительности эти параметры являются расчетными.

Учитывая это соображение, необходимо ограничиться следующими входными геометрическими параметрами: α, β, r, R . И далее определить зависимость между ними и радиусом кривизны R_x .

Очевидно, что заданным входным параметрам соответствует единственное значение радиуса кривизны R_x .

Из рис. 2 можно вывести следующие зависимости для углов:

$$\gamma = \frac{180^\circ - \varphi}{2} - (90^\circ - \beta), \quad (7)$$

или

$$\gamma = \beta - \frac{\varphi}{2}. \quad (8)$$

$$\delta = 90^\circ - \gamma, \quad (9)$$

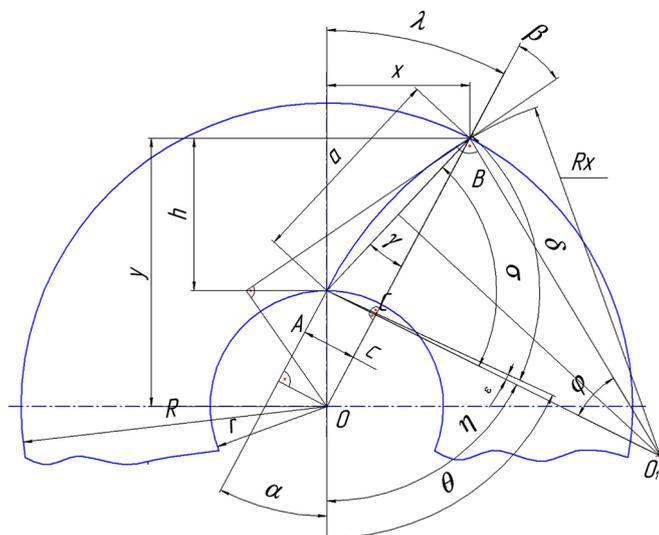


Рис. 2. Фронтальная проекция гарнитуры с режущей кромкой AB единичного окружного ножа с радиусом кривизны R_x и центром кривизны O_1 (x_{O1}, y_{O1})

Лесопромышленный комплекс

или

$$\delta = 90^\circ - \beta + \frac{\varphi}{2}. \quad (10)$$

$$\varepsilon = \frac{180^\circ - \varphi}{2} - \delta, \quad (11)$$

$$\varepsilon = \beta - \varphi; \quad (12)$$

$$\eta = 90^\circ - \alpha. \quad (13)$$

$$\theta = \eta + \varepsilon, \quad (14)$$

или

$$\theta = 90^\circ - \alpha + \beta - \varphi. \quad (15)$$

$$\lambda = 90^\circ - \theta, \quad (16)$$

или

$$\lambda = \alpha - \beta + \varphi. \quad (17)$$

Координаты точки B (x_B ; y_B) можно записать в виде

$$x_B = R \sin \lambda;$$

$$y_B = R \cos \lambda. \quad (18)$$

Хорда сектора AO_1B равна:

$$a = \sqrt{x_B^2 + h^2}, \quad (19)$$

а так как

$$h = y - r, \quad (20)$$

то

$$a = \sqrt{x_B^2 + (y - r)^2}, \quad (21)$$

или

$$a = \sqrt{R^2 \sin^2 \lambda + (R \cos \lambda - r)^2}. \quad (22)$$

После преобразования:

$$a = \sqrt{R^2 - 2Rr \cos \lambda + r^2}$$

или

$$a^2 = R^2 + r^2 - 2Rr \cos(\alpha - \beta + \varphi). \quad (23)$$

Из прямоугольного треугольника ABC сторона AC (c) равна:

$$c = a \sin \gamma$$

или

$$c = a \sin\left(\beta - \frac{\varphi}{2}\right), \quad (24)$$

$$c = r \sin \lambda$$

или

$$c = r \sin(\alpha - \beta + \varphi). \quad (25)$$

Тогда

$$\alpha \sin\left(\beta - \frac{\varphi}{2}\right) = r \sin(\alpha - \beta + \varphi). \quad (26)$$

Следовательно:

$$a = \frac{r \sin(\alpha - \beta + \varphi)}{\sin\left(\beta - \frac{\varphi}{2}\right)}$$

$$\text{или } a^2 = \frac{r^2 \sin^2(\alpha - \beta + \varphi)}{\sin^2\left(\beta - \frac{\varphi}{2}\right)}. \quad (27)$$

Приравняв правые части выражений (23) и (27), получим

$$R^2 + r^2 - 2Rr \cos(\alpha - \beta + \varphi) = r^2 \frac{\sin^2(\alpha - \beta + \varphi)}{\sin^2\left(\beta - \frac{\varphi}{2}\right)}. \quad (28)$$

Решение данного уравнения представляется достаточно сложным и громоздким.

Для упрощения решения задачи определяем из уравнения (6) угол φ и вводим его расчётное значение в уравнение (27). Вычисляем величину a .

Тогда радиус кривизны R_x определится следующим образом:

$$R_x = \frac{0,5a}{\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)}. \quad (29)$$

Заключение

Таким образом, впервые решена задача построения единичного ножа гарнитуры криволинейной формы исполнения с учетом того, что входной угол наклона ножа α не зависит от выходного угла β . При этом оказалось возможным определение координат точек A и B (уравнений (4) и (5)), а также радиуса кривизны R_x (зависимость (29)).

Библиографический список

1. Заявка 2006110647/12 (011591) Российская Федерация, МПК7 D 21 D 1/30. В 02 С 7/12. Размалывающая гарнитура для дисковой мельницы / Алашкевич Ю.Д., Ковалев В.И., Харин В.Ф., Мухачев А.П. (Россия); заявитель Сиб. гос. технолог. ун-т; пат. поверенный Куличкова И.П.; заявл. 03.04.06; опубл. 25.07.07.
2. Ковалев В.И., Алашкевич Ю.Д., Васютин В.Г. Обоснование построения рисунка гарнитуры ножевых размалывающих машин // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: матер. III всерос. конф. Барнаул, 2007. Кн. 3. С. 90–94.