

УДК 676.024.6

**И.А. Воронин, Ю.Д. Алашкевич, А.А. Дирацуян, Н.С. Решетова**

Сибирский государственный технологический университет

Воронин Иван Андреевич родился в 1984 г., окончил в 2007 г. Сибирский государственный технологический университет, аспирант кафедры машин и аппаратов промышленных технологий СибГТУ. Имеет 8 печатных работ, в том числе 1 патент на изобретение, в области обработки волокнистых материалов из растительных полимеров с использованием инерционных тел при глубокой химической переработке биомассы дерева.  
E-mail: ivan\_voronin@list.ru



Дирацуян Анна Александровна родилась в 1973 г., окончила в 1996 г. Красноярскую государственную технологическую академию, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и аппаратов промышленных технологий Сибирского государственного технологического университета. Имеет 25 печатных работ, в том числе 2 патента на изобретение и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, в области совершенствования оборудования и технологических процессов подготовки волокнистых материалов ножевым способом при глубокой химической переработке древесины.  
E-mail: anna\_diracuyn@mail.ru



Решетова Наталья Сергеевна родилась в 1976 г., окончила в 1998 г. Сибирский государственный технологический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и аппаратов промышленных технологий СибГТУ. Имеет более 40 печатных работ в области размола волокнистых материалов.  
E-mail: reshet@list.ru



## **ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИНЕРЦИОННЫХ ТЕЛ НА РАЗМОЛ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Представлены теоретические и экспериментальные исследования влияния конструктивных параметров размольных тел на расчет основных технологических параметров процесса размола в установке с инерционным движением размольных тел.

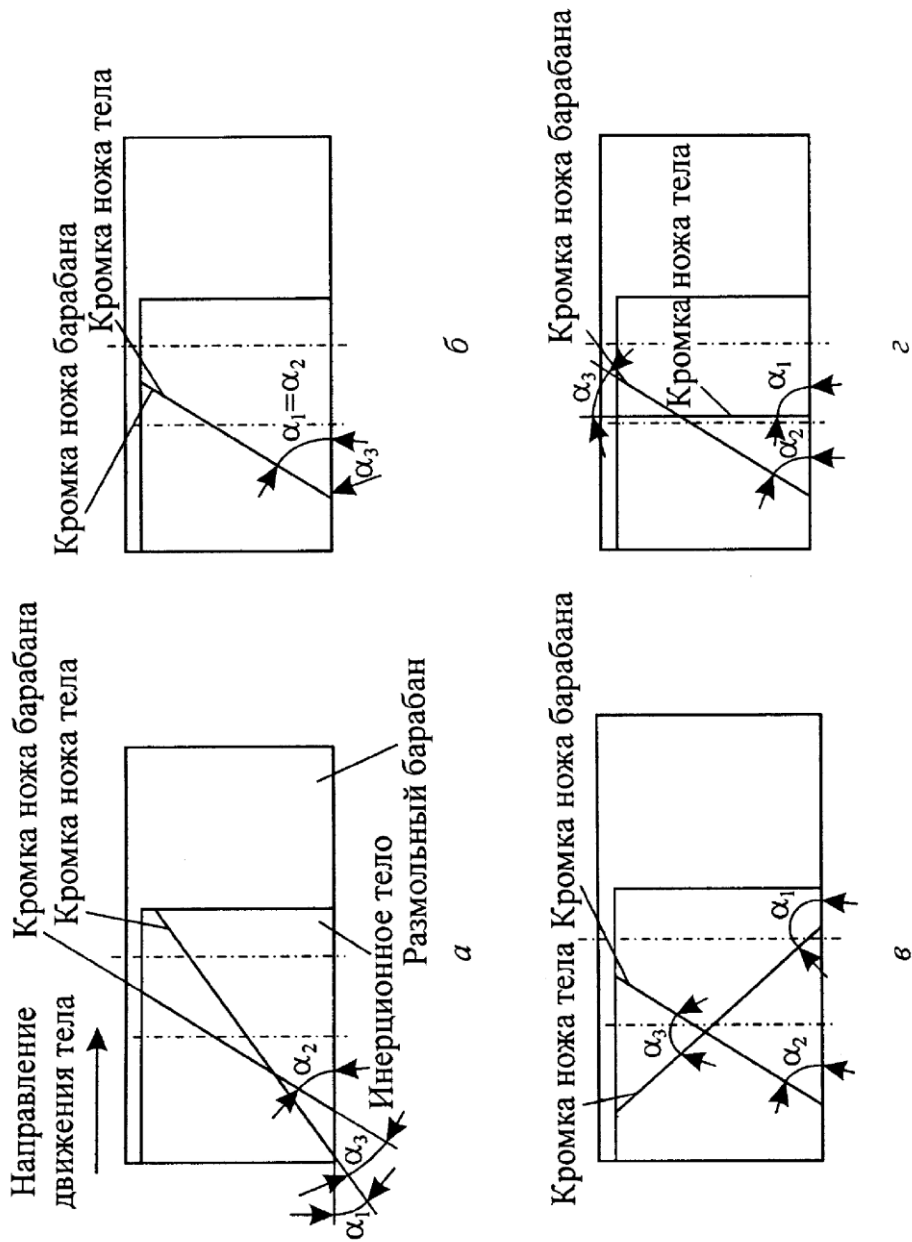
*Ключевые слова:* размол, инерционные тела, волокнистая суспензия, циклическая элементарная длина, секундная режущая длина, угол скрещивания, угол установки.

С. Смит связывает эффект укорачивания волокон с ростом секундной режущей длины [4]. Кроме того, площадь поверхности трения ножа и, соответственно, секундная размалывающая поверхность являются производными от секундной режущей длины ножей. Поэтому данный параметр непосредственно связан с эффективностью процесса размола. Попытки внести коррективы при расчете секундной режущей длины были предприняты в работах Ю.Д. Алашкевича [1], А.А. Набиевой [2].

Цель нашей работы – исследовать влияние конструктивных параметров инерционных тел при размоле волокнистых материалов.

Ранее [2] был проведен теоретический анализ определения истинной секундной режущей длины с учетом углов установки ножей ротора и статора, углов их скрещивания, а также основных геометрических параметров размольной гарнитуры. Впервые для оценки качества разработки волокнистых суспензий был предложен технологический параметр – циклическая элементарная длина  $L_{\text{эл}}$ , характеризующий среднюю длину, «отрезаемую» парой ножей за один оборот ротора [4]:

$$L_{\text{эл}} = \frac{60L_s}{nt(2\pi/\psi)}, \quad (1)$$



Варианты углов установки режущих кромок на инерционном теле: а –  $\alpha_1 = 33^\circ$ ; б –  $55^\circ$ ; в –  $135^\circ$ ; г –  $90^\circ$  ( $\alpha_1$  – угол установки режущих кромок ножей на инерционном теле;  $\alpha_2$  – на размольном барабане;  $\alpha_3$  – угол скрещивания кромок ножей)

где  $L_s$  – секундная режущая длина, м/с;  
 $n$  – частота вращения ротора, об/мин;  
 $t$  – количество движущихся точек пересечения ножей ротора с ножами статора, шт.;

$2\pi/\psi$  – число секторов.

В формуле (1) учитывается количество движущихся точек пересечения режущих кромок, которое является существенной величиной, формирующей основные технологические параметры. В виду сложности определения динамично меняющееся количество точек пересечения игнорировали. С появлением современных машинных методов расчета авторами в среде Matlab была составлена программа КОПАС-V8+, предназначенная для определения секундной режущей длины и количества движущихся точек контакта для дисковых гарнитур с параллельными прямолинейными ножами [3]. Экспериментально и теоретически было доказано, что с увеличением циклической элементарной длины качественные показатели процесса размола повышаются [2].

Однако использовать предложенную программу для определения количества точек пересечения режущих кромок в размольной установке с инерционным движением рабочих тел невозможно, так как в ней размол происходит в планетарной системе, в отличие от дисковых мельниц, где размол происходит в плоскости между дисками ротора и статора. Особенностью конструкции инерционного тела является наличие на его боковой поверхности зубчатого профиля. Профиль внутренней поверхности размольного барабана имеет наклонную насечку с фиксированным постоянным углом  $\alpha_2 = 55^\circ$  (см. рисунок). Для определения количества точек контакта были изготовлены прозрачные графические модели инерционных тел с различными углами установки ножей и размольного барабана. Прозрачные модели накладывали на графическое изображение размольного барабана и наблюдали контакт ножей со стороны прозрачной модели барабана. При этом производили подсчет количества точек контакта ножей инерционного тела с ножами размольного барабана.

В нашем случае движение инерционного тела происходит путем перекачивания его по образующей размольного барабана. Профиль инерционных тел имеет угол установки режущих кромок ножей  $\alpha_1 = 33, 55, 90, 135^\circ$ , что при фиксированном угле наклона насечки барабана позволило получить угол скрещивания  $\alpha_3 = 22, 0, 35, 80^\circ$ .

Эксперименты проводили при различной частоте вращения инерционного (размольного) тела: 114,0; 142,5; 171,0; 199,5; 228,0; 256,5 об/мин.

Циклическая элементарная длина для инерционного тела отличается от этого же параметра ножевой гарнитуры дисковой мельницы и определяется по следующей формуле:

$$L_{\omega \text{ эл}} = \frac{m_{\text{ц}} m_{\text{б}} l_{\text{ц}}}{t},$$

где  $m_{\text{ц}}$  – число ножей на размольном цилиндре (сателлите), шт.;

$m_{\text{б}}$  – число ножей на размольном барабане, шт.;

$l_{\text{ц}}$  – длина ножа на цилиндре, м.

Результаты определения технологических параметров процесса размола в установке с инерционным движением размольных тел представлены в таблице.

### Основные конструктивные и технологические показатели размольной установки с инерционными телами

Угол скре- щива- ния, град	Число ножей, шт.		Частота вращения размольного тела $n$ , об/мин	Длина ножей на сателлите $l_{ц}$ , м	Секунд- ная ре- жущая длина $L_s$ , м/с	Количе- ство то- чек пере- сечения $t$ , шт.	Цикличе- ская эле- ментарная длина $L_{\omega \text{ эл}}$ , м
	на сател- лите $m_{ц}$	на ба- рабане $m_{б}$					
0	34	344	256,5	0,073	3650	1	854
22	34	344	256,5	0,106	5300	56	22
35	34	344	256,5	0,060	3000	49	14
80	34	344	256,5	0,085	4250	119	8

Из данных, приведенных в таблице, видно, что при угле скрещивания  $\alpha_3 = 0^\circ$  точка пересечения режущих кромок сливается в линию, направленную по плоскости расположения ножей, что соответствует одному контакту. Поэтому в этом случае показатель циклической элементарной длины имеет максимальное значение. С увеличением количества точек контакта циклическая элементарная длина уменьшается, что может снизить качество помола [2].

#### Выводы

1. Угол установки ножей зубчатого профиля инерционного тела влияет на угол скрещивания режущих кромок и количество точек пересечения режущих кромок, что отражается на технологических параметрах размола.
2. С увеличением длины контакта режущих кромок ножей при минимальном количестве точек пересечения можно добиться максимально эффективного воздействия рабочих органов размольной установки с точки зрения качества размола (фибрилляции волокна).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алашкевич Ю.Д. Основы теории гидродинамической обработки волокнистых материалов в размольных машинах: дис. ... докт. техн. наук. Красноярск, 1986. 170 с.
2. Набиева А.А. Оценка влияния и совершенствования технологических параметров ножевых размалывающих машин: дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2004. 156 с.
3. Свидетельство № 2009613683 РФ. Численный метод определения секундной режущей длины секторной ножевой гарнитуры дисковых мельниц с параллельными прямолинейными ножами постоянной ширины/А.А. Набиева, Е.Е. Нестеров, Ю.Д. Алашкевич, Д.С. Карпенко. Заявка № 2009612514, от 10.07.2009.
4. Smith S. Die rationelle Theorie das Ganzeughollandar. Otto Ernst Verlag. Berlin, 1922. 105 p.

*I.A. Voronin, Yu.D. Alashkevich, A.A. Diratsuyan, N.S. Reshetova*

Siberian State Technological University

### **Influence of Design Parameters of Inertial Bodies on Fibrous Materials Grinding**

Theoretical and experimental research is provided for studying the influence of design parameters of grinding bodies on estimation of the main technological parameters of the grinding process in the device with inertial movement of grinding bodies.

Keywords: grinding, inertial bodies, fibrous suspension, cyclic elementary length, second cutting length, crossing angle, setting angle.