

нием – упрочняющая способность в наибольшей степени проявляется на образцах с меньшей степенью помола.

С 31°Ш-Р начинается конкурентная борьба между волокном и полимером. При этом предлагается выбирать – либо волокно, либо полимер. Каждый работает самостоятельно, совместная работа приводит к резкому ухудшению эффекта.

С 36°Ш-Р и выше власть над прочностью полностью переходит к фактору «Степень помола». Если макулатуру размолоть до 36°Ш-Р и выше, не добавляя ничего, то достигается такой же эффект (3.24 км), как и при максимальных расходах упрочняющих добавок в неразмолотую (21°Ш-Р) волокнистую суспензию.

При высоких степенях помола (>36°Ш-Р) упрочняющей способностью обладают только добавки волокна, полимер покидает поле активных действий.

Таким образом, упрочняющее действие полимера происходит только при малых степенях помола.

Отсюда вывод – есть три способа упрочнения продукции: расход полимера, расход волокна и степень помола. Выбор (оптимизация) технологического режима определяется требованиями к качеству продукции и стоимостью ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Л. Колесников. Бумага и картон из волокнисто-полимерных композиций. – Мн., БГТУ, 2004, –242 с.

УДК 676.054.1

Ю.Д. Алашкевич, зав. кафедрой, член-корреспондент РАО,
проф., д-р техн. наук alashkevichud@mail.sibsau.ru
Р.А. Марченко, доц., канд. техн. наук mart@sibgtu.ru
(СибГАУ, г. Красноярск)

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПРИ БЕЗНОЖЕВОЙ ОБРАБОТКЕ ВОЛОКНИСТЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

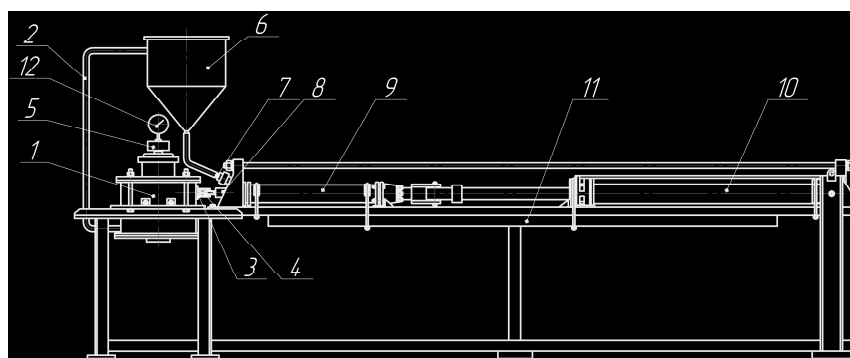
Безножевая обработка волокнистых растительных полуфабрикатов, в отличие от ножевого размола, имеет серьезные значительные отличия, как по способу воздействия на волокно, так и по ряду технологических и экономических показателей.

Основными положительными особенностями безножевого размола являются высокие качественные показатели обработанной волокнистой массы, что существенно при получении высококачественных готовых изделий в бумажном производстве.

Вместе с тем, безножевой размол, по сравнению с традиционным широко распространенным ножевым размолем, имеет определенные недостатки, наиболее существенными из которых можно отметить низкую производительность оборудования, причиной чего отмечаются более высокие показатели по удельному расходу энергии на привод оборудования. Следовательно, задачей исследования безножевого размола явилось, при сохранении его положительных особенностей (качество помола), добиться значительного снижения энергозатрат, до показателей, сравнимых с ножевым размолем.

В задачу экспериментальных исследований входило изучение качественных и количественных характеристик при движении струи волокнистой суспензии и контакте её с преградой. При этом, экспериментальным путем проведены замеры величины скорости и характера истечения струи при различных рабочих давлениях привода, замеры величины сил удара струи о преграду при различных режимах работы установки. Исследованы: влияние наличия преграды и её характера на качество помола волокнистой массы; влияние геометрических параметров насадки. Проведены специальные исследования по изучению кавитационных явлений при разработке волокнистых суспензий в установке «струя – преграда».

В качестве исследуемой установки безножевого размола была спроектирована и изготовлена установка «струя – преграда» [1].



1 – узел безножевого размола; 2 – трубопровод возврата; 3 – раструб; 4 – насадка; 5 – тормозное устройство; 6 – емкость; 7 – всасывающий клапан; 8 – выпускной клапан; 9 – рабочий цилиндр; 10 – приводной цилиндр; 11 – рама; 12 – тахометр

Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки «струя – преграда»

И наконец, определялись энергетические характеристики установки на различных режимах её работы, с целью оптимизации процесса размола.

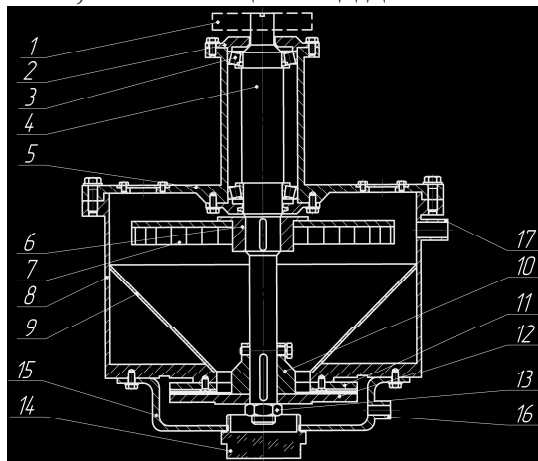
Для интенсификации процесса размола в безножевой размольной установке, в качестве приемного устройства была разработана и

изготовлена так называемая подвижная преграда, представляющая собой вращающуюся турбину с лопастями [2].

Исходя из теоретических исследований и анализа силовых воздействий на волокно, выяснилось, что при наличии преграды основными силовыми факторами процесса размола являются: удар струи волокнистой суспензии о неподвижную преграду и механизм разрушения волокна, связанный с кавитационным эффектом при контакте струи суспензии с преградой.

С использованием подвижной преграды (рисунок 2) появляется ряд факторов, влияющих на интенсивность размола, в частности геометрические параметры подвижной преграды, определяющие частоту контакта струи суспензии с ее элементами, скорость истечения струи, окружная скорость вращения подвижной преграды.

Вращение турбины осуществляется за счет контакта с лопастями струи суспензии, истекающей под давлением из насадки.



- 1 – тормозное устройство; 2 – крышка подшипника; 3 – подшипник;
 4 – вал; 5 – крышка корпуса; 6 – ступица турбины; 7 – турбина; 8 – корпус;
 9 – конус; 10 – ступица подвижного диска ножевой гарнитуры;
 11 – неподвижный диск ножевой гарнитуры; 12 – подвижный диск гарнитуры;
 13 – прижимная гайка; 14 – крышка; 15 – днище; 16 – патрубок выхода
 волокнистой массы; 17 – патрубок подачи волокнистой массы

Рисунок 2 – Узел безножевого размола

В целом, влияние вышеуказанных параметров можно объединить в так называемый комплексный параметр работы безножевой установки, который, на наш взгляд, и должен объяснять механизм процесса размола при этом способе обработки волокна.

Понимая, что на процесс размола оказывает влияние скорость истечения струи, геометрические параметры турбины, количество лопастей турбины и скорость вращения турбины, необходимо найти ме-

жду ними зависимость, которая может выразиться в определении комплексного параметра рабочего колеса турбины [3].

При работе турбины рабочее колесо вместе с лопастями вращается вокруг оси турбины с угловой скоростью ω . Выходящая из сопла и набегающая на лопасть струя волокнистой суспензии движется прямолинейно-поступательно, со скоростью $-V_{стр}$.

Рассмотрим движение лопасти относительно струи волокнистой суспензии. Для этого условно считаем струю неподвижной, а ось рабочего колеса перемещаем параллельно оси струи со скоростью $-V_{стр}$.

Вращение рабочего колеса с угловой скоростью ω и прямолинейно-поступательное перемещение его оси со скоростью $-V_{стр}$ соответствуют качению без скольжения образующего круга, соосного с рабочим колесом, радиусом

$$a = \frac{V_{стр}}{\omega}, \quad (1)$$

по горизонтальной плоскости, со скоростью оси $-V_{стр}$. При этом любая точка внутри этого круга описывает укороченную циклоиду (или трохойду).

Выберем систему декартовых координат, связанную со струей волокнистой суспензии (рисунок 3).

Ось абсцисс x направляем параллельно оси струи суспензии по скорости s , ось ординат y – вертикально вниз. Начало координат в исходный момент на оси рабочего колеса.

Рассмотрим перемещение точки k , в исходном положении находящейся на оси ординат на расстоянии r_k (рисунок 3, 4) от оси круга (положение k).

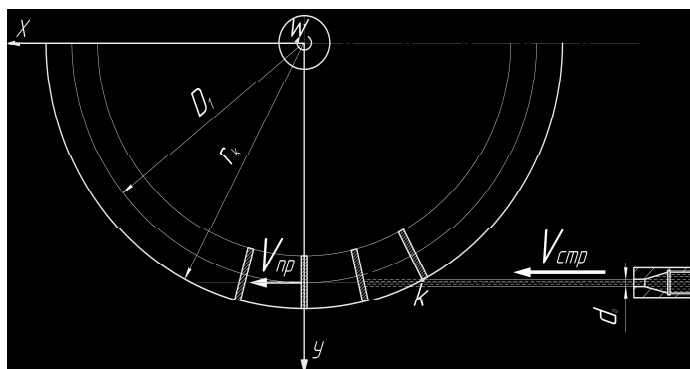


Рисунок 3 – Схема расположения насадки и рабочего колеса турбины

В соответствии с рисунком 3, отрезки траекторий двух сходственных течек соседних лопастей, при входе в зону действия струи, смещены на величину:

$$\Delta x_n = 2 \cdot \pi \cdot a / z = P \quad (2)$$

Величину P назовем приведенным шагом рабочего колеса, а величину $2 \cdot \pi / z$ угловым шагом Δt_{uw} , то есть

$$\Delta t_{uw} = 2 \cdot \pi / z \quad (3)$$

Тогда приведенный шаг рабочего колеса турбины равен

$$P = \Delta t_{uw} \cdot a \quad (4)$$

Обозначим P комплексным параметром, который в комплексе характеризует процесс истечения струи суспензии из сопла и контакта её с подвижной преградой.

С учетом выражений (1) и (4), окончательно комплексный параметр эффективности процесса размола можно записать

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot V_{cmp} \cdot r}{z \cdot V_{np}}, \quad (5)$$

где V_{np} – скорость вращения подвижной преграды, м/с; r – радиус подвижной преграды, м.

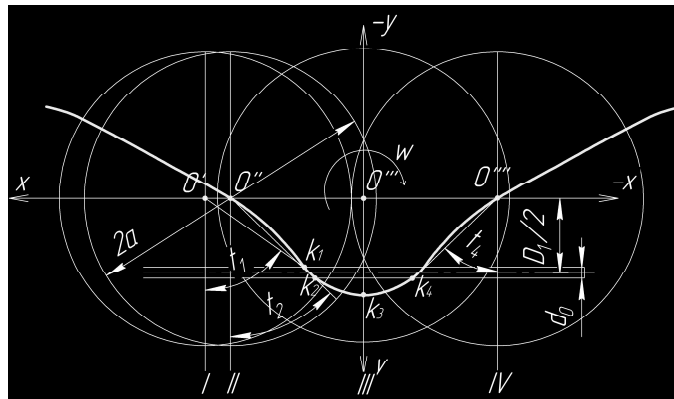


Рисунок 4 – Различные положения входной кромки лопасти относительно струи волокнистой суспензии

Таким образом, комплексный параметр эффективности процесса размола зависит от скорости истечения струи суспензии, геометрических параметров приемного устройства и скорости его вращения.

Механизм воздействия на волокно в установке зависит от многих факторов, в числе которых немаловажную роль играет частота контактов струи с преградой.

Глубокая же степень разработки, в конечном счете, зависит от энергии удара струи волокнистой суспензии и числа ее соударений о преграду.

Повышение скорости струи волокнистой суспензии обычными способами связано со значительными энергозатратами и конструктивными усложнениями. К тому же, исходя из теоретических расчетов, видно, что изменение скорости истечения струи волокнистой суспензии оказывает менее значительное влияние на комплексный параметр, чем изменение геометрических параметров приемного устройства, в частности изменение количества лопастей. Поэтому более предпочтительным представляется возможность регулировать значение комплексного параметра эффективности размола волокнистых полуфабрикатов в безножевой размольной установке с учетом конструктивных особенностей приемного устройства (диаметр турбины, количество лопастей на турбине) и скорости вращения подвижной преграды.

Комплексный параметр эффективности процесса размола влияет на величину импульса струи волокнистой суспензии при ее контакте с элементами подвижной преграды, а также на количество этих контактов.

При ударе струи суспензии о преграду воздействие на волокно может превышать предел его прочности, что приведет к локальным нарушениям его структуры. В таблице 1 представлены значения импульса струи волокнистой суспензии, возникающего в момент ее контакта с элементами подвижной преграды, значения давлений струи при контакте с преградой, а также количество этих контактов, в зависимости от комплексного параметра эффективности процесса размола, при $V_{cmp}=200$ м/с, $d_0=0,002$ м, $\rho=1054$ кг/м³.

Таблица 1 – Значения импульса, давления струи волокнистой суспензии при контакте с преградой и количества контактов в зависимости от комплексного параметра эффективности процесса размола

Р, м	Импульс струи, кг·м/с	Давление, возникающее при контакте струи суспензии с преградой, МПа	Количество контактов струи
0,1	0,08	64,12	24300
0,2	0,16	128,25	12150
0,3	0,24	192,37	8100
0,4	0,32	256,50	6075
0,5	0,40	320,62	4860
0,6	0,48	384,75	4050
0,7	0,56	448,87	3471
0,8	0,64	513,00	3037
0,9	0,72	577,12	2700
1	0,79	641,25	2430
1,5	1,19	961,87	1620
2	1,59	1282,50	1215

Выводы

В результате проведенных исследований процесса размола волокнистого материала безножевым способом, был теоретически обоснован механизм процесса размола волокнистых полуфабрикатов при производстве готовой продукции в целлюлозно-бумажном производстве, основанный на комплексном параметре эффективности процесса размола. Это позволит найти оптимальные параметры работы установки, с точки зрения повышения её производительности, улучшения качества помола и снижения электрозатрат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алашкевич, Ю. Д. Гидродинамические явления при безножевой обработке волокнистых материалов / Ю. Д. Алашкевич. – Красноярск, 2004. – 80 с.
2. Кутовая, Л. В. Обобщающий параметр безножевого способа обработки волокнистых полуфабрикатов: монография / Л. В. Кутовая, Ю. Д. Алашкевич. – Красноярск: СибГТУ, 2001. – 130 с.
3. Эдель, Ю. У. Ковшовые гидротурбины / Ю. У. Эдель. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Машиностроение, 1980. – 285 с.

УДК 661.183.2

Н.И. Богданович¹, проф., д-р техн. наук;
Е.А. Лагунова¹, ассист.;
Л.Н. Кузнецова¹, доц., канд. техн. наук;
С.А. Цаплина¹, доц., канд. техн. наук;
Н.В. Черная², проф., д-р техн. наук

e.lagunova@narfu.ru (¹С(А)ФУ имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск;
²Белорусский государственный технологический университет, г. Минск)

ПИРОЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ

Модельные эксперименты по пиролизу технических лигносульфонатов (ЛСТ) с добавлением карбоната и сульфата натрия в количествах, соизмеримых с их содержанием в окисленных ЛСТ, показали, что развитая пористая структура получаемых углеродных материалов (после отмычки Na-оснований) и, соответственно, высокие показатели сорбционных свойств могут быть достигнуты при дозировке сульфата натрия 90–100 и карбоната натрия 30–40% в расчете на сухие вещества исходных ЛСТ [1, 2]. Рассчитанные на основании изотерм адсорбции бензола по уравнению Дубинина-Радушкевича параметры пористой структуры углей на основе окисленных ЛСТ и исходных с оптимальной добавкой солей натрия позволяют утверждать, что при не-