

В. А. Кожухов, В. И. Ковалев, Ю. Д. Алашкевич

УДАРНЫЙ ЭФФЕКТ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НОЖЕВОЙ ГАРНИТУРЫ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАЗМОЛА

Приведен анализ теоретических и экспериментальных исследований в области процесса размола волокнистых материалов ножевым способом.

Размол бумажной массы является исключительно важным этапом технологии производства бумаги, в процессе которого волокнистому материалу придается необходимый фракционный состав с тем, чтобы при отливе на бумагоделательной машине обеспечить требуемую структуру и плотность бумажного листа. В частности, волокнистый материал должен обладать такими физико-химическими свойствами, полученными при изменении степени дисперсности волокнистой суспензии, расщеплении волокон и обработки их поверхности, от которых будет зависеть образование межволоконных сил связей и, следовательно, механическая прочность и многие другие свойства бумажного полотна [1].

Первые технологии производства бумаги были разработаны более четырех тысяч лет назад в Китае. В кустарных мастерских волокнистые материалы разбивали в ступах. За счет того что волокно обрабатывалось между тупым пестом и дном ступы, происходило не укорачивание, а лишь их разделение, а получаемая масса была хорошего качества, фибриллированной, длинно-волокнистой, но производительность труда была очень низкой. В 1670 г. появились роллы, основной принцип которых заключался в ножевом размолу бумажной массы. Но качество размола волокнистой массы при этом значительно снизилось. Изобретенная в 1737 г. в Парижской академии наук коническая мельница не нашла практического применения, так как в конструкции мельницы был использован принцип ударного воздействия на волокно – принцип ступы. И до сих пор предпринимается множество попыток использовать эффект ударного воздействия на волокно при его размолу в современных высокопроизводительных ножевых размалывающих машинах [2].

Сущность процесса размола в ножевых размалывающих машинах в полной мере до настоящего времени не выяснена. Объясняется это сложностью процесса размола, зависящего от многих факторов и недостаточностью проведенных в этой области исследований. Главными управляемыми факторами данного процесса являются продолжительность размола и удельное давление, вспомогательными управляемыми — концентрация массы. Остальные факторы остаются практически неуправляемыми [3].

Объектом исследования для авторов явились волокнистые суспензии низкой и умеренной кон-

центрации. Несмотря на широкое применение таких суспензий в промышленности и обилие экспериментального материала, теоретического обоснования выбора геометрии ножевой гарнитуры с учетом изменения бумагообразующих и физико-механических свойств готовой продукции пока нет.

Угол скрещивания ножей гарнитуры ротора и статора является параметром, с помощью которого можно варьировать соотношение гидратирующего и укорачивающего воздействия на волокнистый материал, а также изменять удельный расход электроэнергии на размол. А для увеличения внешней удельной поверхности волокна и прочности межволоконных связей следует создавать нагрузки, работающие на растяжение волокон, и уменьшать режущее воздействие ножевой гарнитуры.

Наибольшее воздействие на флокулярную массу происходит при движении волокнистой массы в стесненном межножевом пространстве ножевых размалывающих машин. При этом силовые воздействия могут развиваться по двум направлениям: за счет резания флокена острыми кромками скрещивающихся ножей, когда основная часть волокон не попадает в межножевой зазор, и путем вязко-пластичной деформации флокена между рабочими поверхностями ножей [1].

Процесс механического разрезания флокена, сопровождающийся рубкой волокон, легко осуществляется на ножевой гарнитуре и не требует больших затрат энергии. Провести же обработку массы с доминированием фибриллирующих воздействий значительно сложнее. Обычно для этой цели увеличивают межножевой зазор, скорость рабочих органов и концентрацию массы. Но увеличение зазора снижает удельное давление размола, растягивая процесс во времени, в результате чего расход энергии значительно увеличивается. Повышение окружной скорости также вызывает неоправданно большие затраты энергии на преодоление потерь на трение и гидравлические сопротивления, одновременно с этим увеличивается износ аппаратуры. Размол при высокой концентрации (10...30 %) тоже требует повышенных энергозатрат. Кроме того, возникают дополнительные трудности при сгущении и транспортировке высококонцентрированной массы [4].

В связи с вышесказанным становится понятна необходимость выбора оптимального режима

размола, при котором будет преобладать фибриллирующее воздействие на волокно, а не рубящее. Спроектированная и изготовленная ножевая гарнитура с оригинальным рисунком (гарнитура с ударным эффектом) (рис. 1) позволяет свести к минимуму рубящий эффект, что достигается при одновременном контакте всех кромок ножей ротора с кромками ножей статора при отсутствии углов скрещивания.

Для экспериментального подтверждения предложенных авторами теоретических положений в лаборатории кафедры машин и аппаратов промышленных технологий Сибирского государственного технологического университета была проведена серия опытов, в которой размолу подвергалась сульфитная небеленая целлюлоза Енисейского ЦБК, а сам размол производился в дисковой полупромышленной мельнице при частоте вращения ротора 1 000, 1 500 и 2 000 об/мин.

Для оценки полученных результатов было приведено их сравнение с данными размола на традиционной восьмисекторной ножевой гарнитуре с углом перекрещивания ножей 45° [3].

Большой интерес вызывает исследование влияния прироста градуса помола по ШР в зависимости от времени для различных значений частоты вращения ротора (рис. 2).

Анализ данных показывает, что с увеличением частоты вращения ротора наблюдается тенденция прироста градуса помола по ШР. Та же картина характерна и для традиционной ножевой гарнитуры. Одновременно с этим нужно отметить, что прирост градуса помола для гарнитуры с ударным эффектом несколько ниже, чем для традиционной. Тот факт что для размола до определенного градуса помола на гарнитуре с ударным эффектом требуется затратить несколько большее количество времени, объясняется значительным преобладанием фибриллирующего воздействия над рубящим.

Вместе с тем размол на исследуемой гарнитуре повышает большинство физико-механических характеристик полученного продукта. Качественные зависимости имеют одинаковый характер, однако количественные показатели существенно отличаются (рис. 3). Так, например, сопротивление продавливанию у гарнитуры с ударным эффектом при 50° ШР имеет значение 355 кПа, а у рубящей – 295 кПа. Из этого следует, что гарнитура с ударным воздействием имеет более высокие показатели сопротивления продавливанию, чем традиционная.

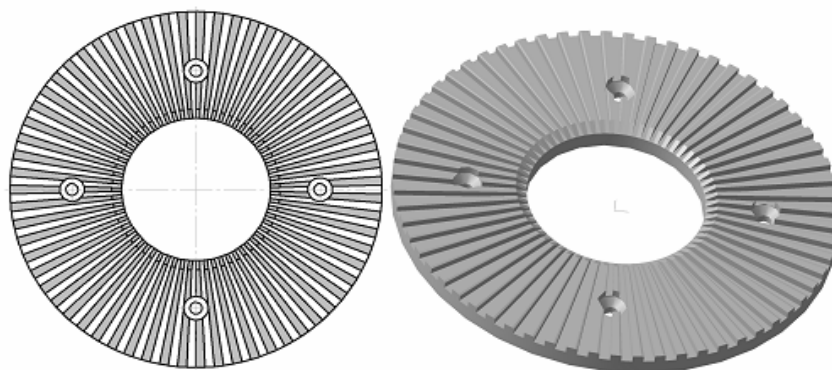


Рис. 1. Ножевая гарнитура для размола волокнистых полуфабрикатов с ударным эффектом

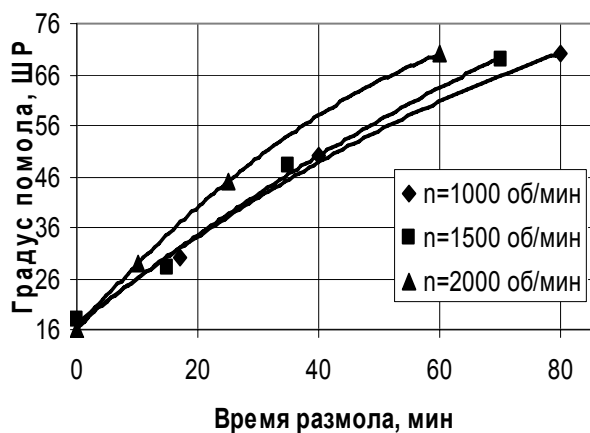


Рис. 2. Прирост градуса помола в зависимости от частоты вращения ротора

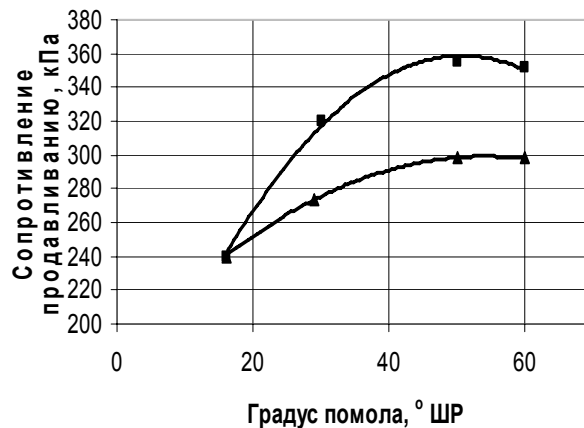


Рис. 3. Зависимость сопротивления продавливанию от градуса помола: \blacktriangle – традиционная гарнитура; \blacksquare – гарнитура с ударным эффектом

Аналогичная картина увеличения качественных показателей при размоле волокнистой массы на гарнитуре с ударным эффектом наблюдается для таких показателей, как разрывная длина (рис. 4) и число двойных перегибов. В частности, для гарнитуры с ударным эффектом величина разрывной длины по сравнению с традиционной гарнитурой возрастает на 16 % (см. рис. 4).

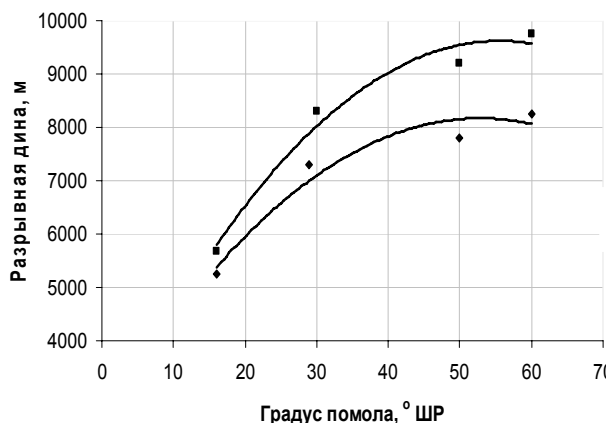


Рис. 4. Зависимость разрывной длины от градуса помола: ▲ – традиционная гарнитура; ■ – гарнитура с ударным эффектом

А фракционный состав и, следовательно, средняя длина волокна существенно влияют как на физико-механические характеристики готовых отливок, так и на их бумагообразующие свойства (рис. 5).

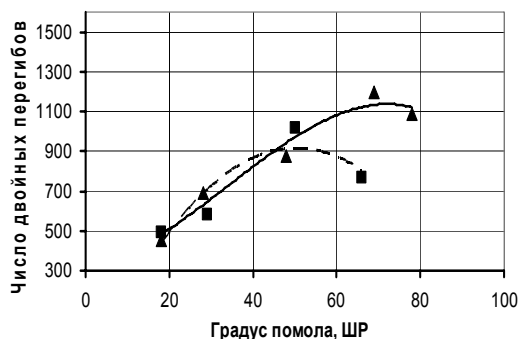


Рис. 5. Зависимость числа двойных перегибов от градуса помола: ▲ – традиционная гарнитура; ■ – гарнитура с ударным эффектом

Что касается изменения средней длины волокна от градуса помола при различных зазорах между ножами ротора и статора, то качественные зависимости для различных зазоров практически не отличаются друг от друга, а количественные

показатели имеют тенденцию к снижению и носят характер, близкий к линейному (рис. 6).

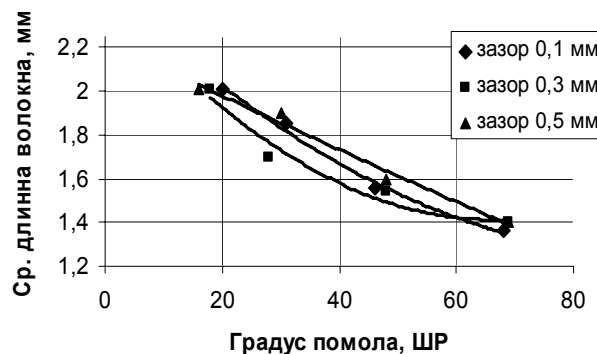


Рис. 6. Зависимость средней длины волокна от градуса помола

Таким образом, сделаем следующие выводы:

- эффект ударного воздействия, получаемый при размоле волокнистой массы в ступе, удалось перенести в конструкцию высокоскоростной дисковой мельницы, что позволит повысить качество размолы волокнистой массы за счет ударного эффекта, подобного эффекту песта в ступе, и увеличить производительность размолы благодаря использованию высокоскоростной современной дисковой мельницы;

- исследования подтверждают значительное повышение физико-механических характеристик бумажных отливок, улучшение бумагообразующих свойств волокнистой массы при использовании гарнитуры с ударным эффектом по сравнению с традиционной гарнитурой, используемой в дисковых мельницах.

Библиографический список

1. Алашкевич, Ю. Д. Основы теории гидродинамической обработки волокнистых материалов в размольных машинах : дис. ... д-ра техн. наук : опубл. 05.21.03 : защищена 14.04.87 / Ю. Д. Алашкевич. Красноярск, 1987. 376 с.
2. Лумийнен, И. Новая теория может улучшить практику / И. Лумийнен // Pulp and paper international. Бум. пром-сть. 1991. № 11. С. 26–28.
3. Набиева, А. А. Оценка влияния и совершенствование основных технологических параметров ножевых размалывающих машин : дис. ... канд. техн. наук : опубл. 05.21.03 : защищена 14.09.04 / А. А. Набиева. Красноярск, 2004. 182 с.
4. Легоцкий, С. С. Размалывающее оборудование и подготовка бумажной массы / С. С. Легоцкий, В. Н. Гончаров. М. : Лесн. пром-сть, 1990. 224 с.

V. A. Kozhukhov, V. I. Kovalev, J. D. Alashkevich

SHOCK EFFECT AT INFLUENCE OF KNIFE GARNITURE AS A FACTOR OF UPGRADING GRINDING

The analysis of theoretical and experimental researches in the area of fibred materials grinding by a knife method is examined.