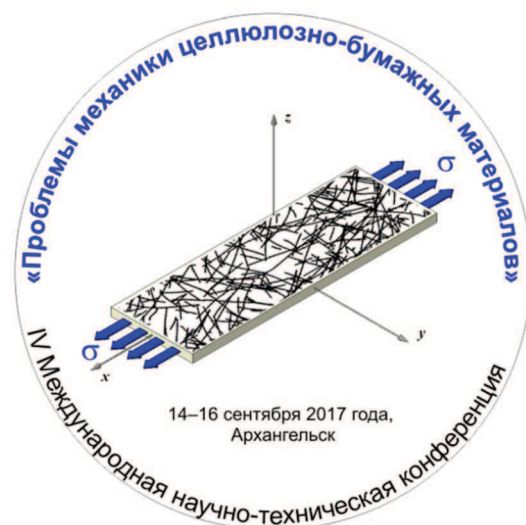




Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ



МАТЕРИАЛЫ IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПОСВЯЩЕННОЙ ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА В.И. КОМАРОВА

14–16 сентября 2017 г.

Архангельск
2017

УДК 676.017
ББК 35.77
П 78

Составитель – **Я.В. Казаков**

*Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований (проект № 17-08-20431\17)*

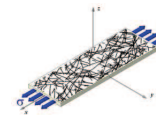
П 78 **Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов:**
материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. памяти про-
фессора В.И. Комарова (Архангельск, 14–16 сентября 2017 г.) /
Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск:
САФУ, 2017. – 377 с.
ISBN 978-5-261-01259

Представлены материалы докладов по фундаментальным и прикладным исследованиям в области механики целлюлозно-бумажных материалов по следующим направлениям: физические основы и методы оценки механического поведения целлюлозно-бумажных материалов; новые технологические решения для повышения уровня механических свойств технической целлюлозы, бумаги и картона; перспективы развития ресурсосберегающих способов получения бумаги и картона из рециркулируемого сырья; нанотехнологии в получении новых видов целлюлозы и бумагоподобных материалов.

УДК 676.017
ББК 35.77

ISBN 978-5-261-01259

© Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М.В. Ломоносова, 2017



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА БУМАГИ И КАРТОНА

R. Smorgunov¹, J. Karppinen², R. Weckroth², R. Gooding^{3,4}

¹*BKT-Servise, Санкт-Петербург, Россия*

²*Aikawa Fiber Technologies, Хельсинки, Финляндия*

³*Aikawa Fiber Technologies, Монреаль, Канада*

⁴*Университет Британской Колумбии, Ванкувер, Канада*

Сортирование целлюлозы играет важную роль в достижении желаемого качества бумаги и картона. Современные системы сортирования используют преимущества передовых технологий сит и роторов. Кроме того, инструменты интеллектуального моделирования помогают увеличить производительность сортировки, путем оптимизации конструкции оборудования и технологических параметров. Конечным результатом являются улучшенные свойства бумаги и картона, снижение потерь волокна, экономия энергии и химических веществ.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR IMPROVED PAPER AND PAPERBOARD PROPERTIES

R. Smorgunov¹, J. Karppinen², R. Weckroth², R. Gooding^{3,4}

¹*BKT-Servise, Saint Petersburg, Russia*

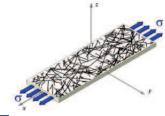
²*Aikawa Fiber Technologies, Helsinki, Finland*

³*Aikawa Fiber Technologies, Montreal, Canada*

⁴*The University of British Columbia, Vancouver, Canada*

Pulp screening plays an essential role in achieving the desired properties of paper and board products. Modern screen systems benefit from advanced cylinder and rotor technology. In addition, predictive modelling tools can maximize the screen performance by optimizing the equipment design and process variables. The end result is improved paper and board properties, reduced fiber loss and savings in energy and chemicals.

Сортирование целлюлозы – это сформировавшийся и важный процесс в производстве высококачественной бумаги и картона. Aikawa Fiber Technologies (AFT) является ведущим поставщиком основных компонентов сортировки, а именно: сит и роторов, а также готовых сортировок в сборе. В этом документе представлены некоторые последние технические разработки, которые оказались успешными в широком спектре применений комбинатами, и которые направлены на повышение качества продукции, сохранение волокна, энергии и химикатов. Инструменты интеллектуального моделирования оказались полезны для разработки оптимальных решений для сортирования. Эти технологии отражают обширный



опыт работы АFT на комбинатах, приверженность исследованиям и широкое партнерство с клиентами, поставщиками, университетами и исследовательскими институтами.

Напорная сортировка, показанная на рис. 1, обеспечивает эффективный способ удаления загрязнений из целлюлозной массы, в некоторых случаях при изготовлении целлюлозы, снижается использование белящих химикатов.

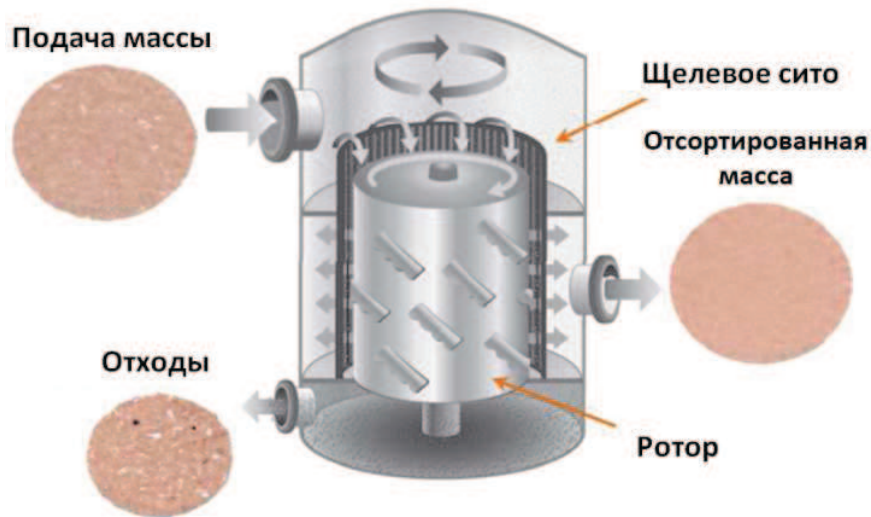
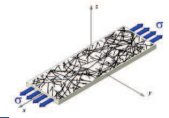


Рис. 1. Изображение сортировки показывает два основных компонента производительности: сито и ротор, которые оказывают самое большое влияние на чистоту целлюлозы

Все больше возрастает доверие к сортированию благодаря его надежности, эффективности и низкой стоимости. Две детали являются ключевыми для производительности сортировки – это сито и ротор. Сито имеет либо отверстия, либо щели, в которые проходят хорошее волокно, а сор, такой как костра, кора или липкие загрязнения, удерживаются ситом и выводятся из сортировки в отходы. Ротор создает отрицательные импульсы давления и турбулентность, для того, чтобы сохранять отверстия чистыми. Сито и ротор должны работать вместе для достижения необходимой производительности сортировки, эффективности удаления загрязнений, фракционирования, энергопотребления и снижения потерь волокна.

Сито MacroFlow2™

Щелевые сита начали широко использоваться с 1980-х годов и обеспечили важный технический прогресс: используя стержни для изготовления щелевых сит, вместо прорезания щелей в металлических пластинах, открытая площадь сита увеличилась на 50 %. Сито AFT MacroFlow™ стало лидером в разработке щелевых сит. Увеличенная открытая поверхность,



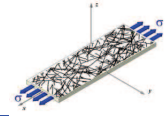
полученная с использованием прутков для сита MacroFlow, были очень важны для увеличения мощности и создания более узких щелей.

Сито MacroFlow2™ (MF2) позволило усовершенствовать технологию производства сит. В конструкции MF2 используются разработки в области высокоточных промышленных лазеров, автоматизации машин, робототехники и другие передовые технологий производства. Сита MF2 достигли уровня точности, четкости и механической прочности, которые ранее не были доступны при изготовлении щелевых сит.

В современных сортировках для целлюлозы используются усовершенствованные формы прутков и технологии ротора, для того, чтобы уменьшить ширину щели в ситах и, таким образом, удалить больше загрязняющих веществ, которые ухудшают внешний вид бумаги, механические показатели и внешний вид. Ширина щелей в сите имеет решающее значение для общей производительности сортировки, размер щели является самой важной переменной. Повышенная точность щели дает дополнительное преимущество в производительности сортировки: ограничения в традиционных производственных процессах изготовления сит, основанные на сварке и склеивании, приводят к значительному изменению ширины щели, измеряемому стандартным отклонением размеров ширины щели. Низкокачественные сита имеют стандартное отклонение, около 20 микрон, а это значит, что только около 50 % щелей соответствуют требуемому размеру. Некоторые сита имеют стандартное отклонение в диапазоне от 10 до 15 микрон. При изготовлении сит MF2 используется современная лазерная резка и новая технология крепления прутков MF2, что позволяет уменьшить отклонение менее 10 микрон, это гарантирует, что более 95 % щелей соответствуют требуемому размеру. Было показано, что преимущество этой повышенной точности обеспечивает увеличение эффективности сортирования на 5 пунктов при той же средней ширине щели [1].

Превосходная точность технологии сита MF2 компании AFT позволяет комбинатам определять точную и оптимальную ширину щели, а не ограничиваться фиксированными шагами в размере, как показано на рис. 2.

На этом примере показан комбинат, который может достичь требуемой производительности с щелью 0,13 мм, но он должен использовать размер 0,15 мм при заказе сита у поставщика оборудования с ограниченным выбором ширины щели. Полученная сорность в целлюлозной массе составит 1,20 грамма сорности на килограмм целлюлозы. В противопо-



ложность этому, имеется возможность использовать сито с оптимальной (необходимой) шириной щели 0,13 мм для достижения требуемой производительности, при этом сорность в отсортированной массе будет составлять 0,70 г/кг. На этом примере видно, как превосходная точность и более широкий диапазон вариантов ширины щели позволяет улучшить качество отсортированной массы на 42%.

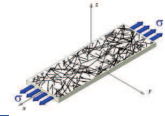


Рис. 2. Ширина щели у поставщика сит (слева) доступна только с установленными шагами; предоставление полного диапазона возможных размеров щелей (справа) позволяет поставщику обеспечить оптимальную ширину щели, которая в этом случае приведет к тому, что целлюлоза будет почти в два раза чище

AFT GHC2 ротор сортировки

Ротор сортировки работает совместно с ситом для достижения оптимальной производительности сортирования. Удостоенный награды дизайн ротора GHC™ фирмы AFT снижает энергопотребление по сравнению с традиционными роторами. Высокая эффективность ротора GHC позволяет сделать щели сита более узкими и эффективными [2]. Эти преимущества производительности помогли AFT сделать ротор GHC самым продаваемым ротором для сортировок в мире.

Разработка PowerWave™ представляет собой значительный прогресс в технологии роторов, и она представлена в разработке ротора GHC2™ фирмы AFT, который является преемником ротора GHC. Запатентованный дизайн лопасти PowerWave™ отличается волнообразной формой поверхности вдоль передней кромки лопасти, это необходимо для ускорения суспензии массы, при прохождении лопасти, это приводит к увеличению импульса обратной промывки, и к созданию «микро-вихрей», которые снижают стремление волокон собираться внутри щели или отверстия сита. Эти два фактора – импульсы обратной промывки и действия «микро-



вихрей» сохраняют сито в чистом состоянии для повышения производительности сортировки.

Более сильные, более эффективные импульсы не только более эффективно очищают отверстия сита, но и позволяют:

- уменьшить скорость ротора (на 30% - 40%) для экономии энергии, или
- уменьшить ширину щели для повышения эффективности удаления загрязняющих веществ, или
- увеличить производительность сортировки без дополнительных затрат электроэнергии.

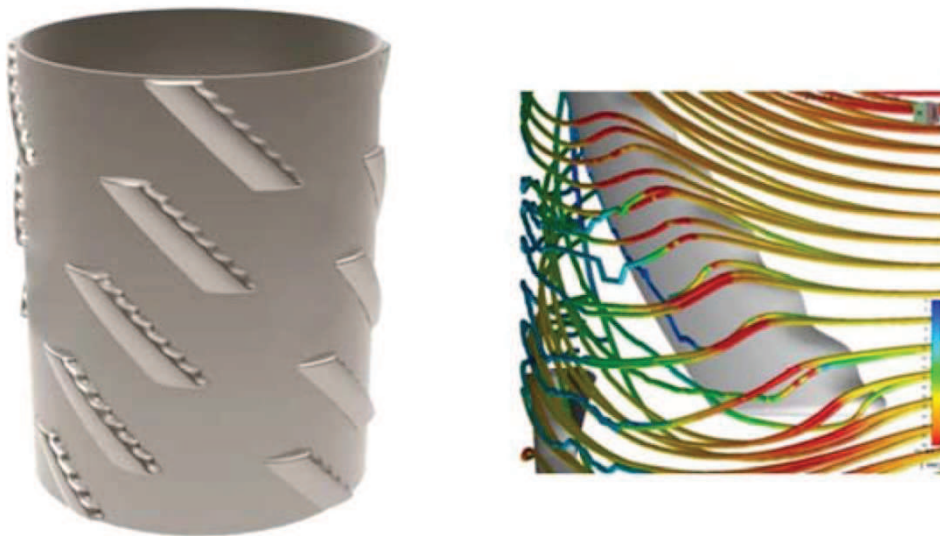
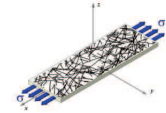


Рис. 3. Ротор AFT GHC2 (слева), с элементами PowerWave (справа) обеспечивает сильные всасывающие импульсы в сочетании с трехмерной активностью для усиления действия ротора и общей производительности сортировки

AFT SimAudit™ Программное обеспечение для оптимизации процессов

Оптимизация общей системы сортирования имеет столь же важное значение, как и повышение производительности отдельных сортировок в системе. Поставщики и персонал комбината обычно использовали программы электронных таблиц для учета массных и жидкостных балансов всей системы, для оценки производительности системы. Затем были применены правила «большого пальца», чтобы выбрать компоненты сортировки и их рабочие параметры. AFT разработала передовой программный инструмент для моделирования и оптимизации системы: SimAudit™. Оптимизация работы системы сортирования зависит не только от наличия баланса, но от объединения понимания целей заказчика, спецификации оборудования, компоновки системы, концентрации и тоннажа, а также анализа



измерений. SimAudit позволяет разработчику системы создавать систему сортирования, как показано, на рис. 4.

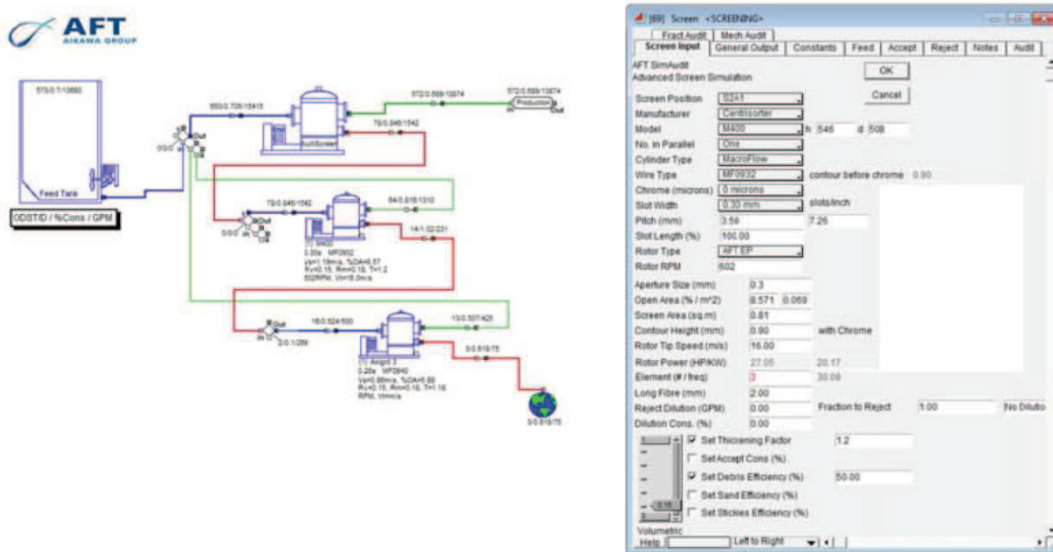
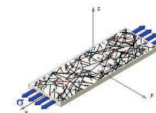


Рис. 4. Общий вид системы сортирования от AFT SimAudit (слева), с покомпонентным изображением сортировки (справа), показывает одну из таблиц, которая отображает подробную конфигурацию сортировки

В режиме аудита SimAudit может принимать измеренные значения расхода, сорности и концентрации, проверять информацию и, при необходимости, применять способы для устранения ошибок, чтобы гарантировать соблюдение массового баланса. Затем может быть подготовлен полный баланс. В режиме моделирования SimAudit можно использовать для изучения различных сценариев «что-если», которые могут: увеличить тоннаж системы, обеспечить более чистую отсортированную массу или уменьшить количество потерь волокна. Во многих случаях можно избежать дорогостоящей модернизации системы, и цели комбината могут быть удовлетворены относительно недорогими инвестициями в компоненты сортировки.

Функция моделирования основана на базовых уравнениях сортирования, встроенных в программное обеспечение SimAudit. Например, потребляемая мощность использует базовую теоретическую структуру [3] наряду с запатентованными параметрами модели AFT, чтобы точно предсказать, как изменения конструкции или скорости ротора могут снизить потребление энергии. Модели фракционирования волокон [4] были адаптированы под последние технические разработки фракционирования и сгущения отходов, которые зависят от изменений скорости в отверстии, высоты профиля, скорости ротора и других факторов.



Расширенное внедрение этого программного обеспечения xSimAudit™ теперь предусматривает дополнительное отслеживание 35 классов отдельных размеров сорности через каждый поток в системе сортирования. Он также включает в себя математические модели, основанные на обширном опыте работы АГТ на комбинатах, для оценки влияния ширины щели, высоты профиля, концентрации подачи, скорости в щели, скорости ротора, температуры процесса и других значений, влияющих на удаление загрязнений. Пример модели хорошего качества для эффективного удаления сорности показаны на рис. 5.

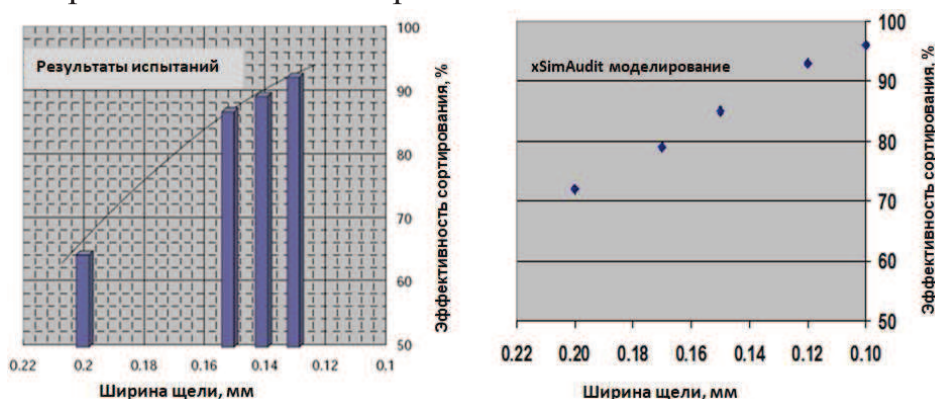


Рис. 5. Надежность xSimAudit доказана хорошей сходимостью результатов между экспериментальными данными полученными на опытных установках и результатами моделирования

Заключение

В этой статье представлен ряд нововведений в технологию сортирования, которые повысили качество бумаги и картона, а также, обеспечили более чистую целлюлозу. Существуют дополнительные примеры, когда сортирование используется для уменьшения потерь волокна, снижения расхода энергии и сокращения потребления химикатов при минимальных инвестициях.

Список литературы

1. Gooding R., Olson J., Hayart C., Labbe F. Enhanced pulp screen performance from increased slot precision and accuracy, ATIP 66(30) (2012).
2. Konola A., Poikolainen I., Kovasin K., Karpinen J., Gooding R. Reduced power consumption in softwood kraft screening at Botnia Äänekoski // Paperi ja puu 91(3):27–32 (2009).
3. Olson J.A., Turcotte S., Gooding R.W. Power requirements for solid-core, pulp screen rotors // Nordic Pulp Paper Res. J. 19(2):213–217 (2004).
4. Gooding R., Olson J., Roberts N. Parameters for assessing fibre fractionation and their application to screen rotor effects // Proc. Int. Mech. Pulping Conf., Helsinki, Finland (2001).