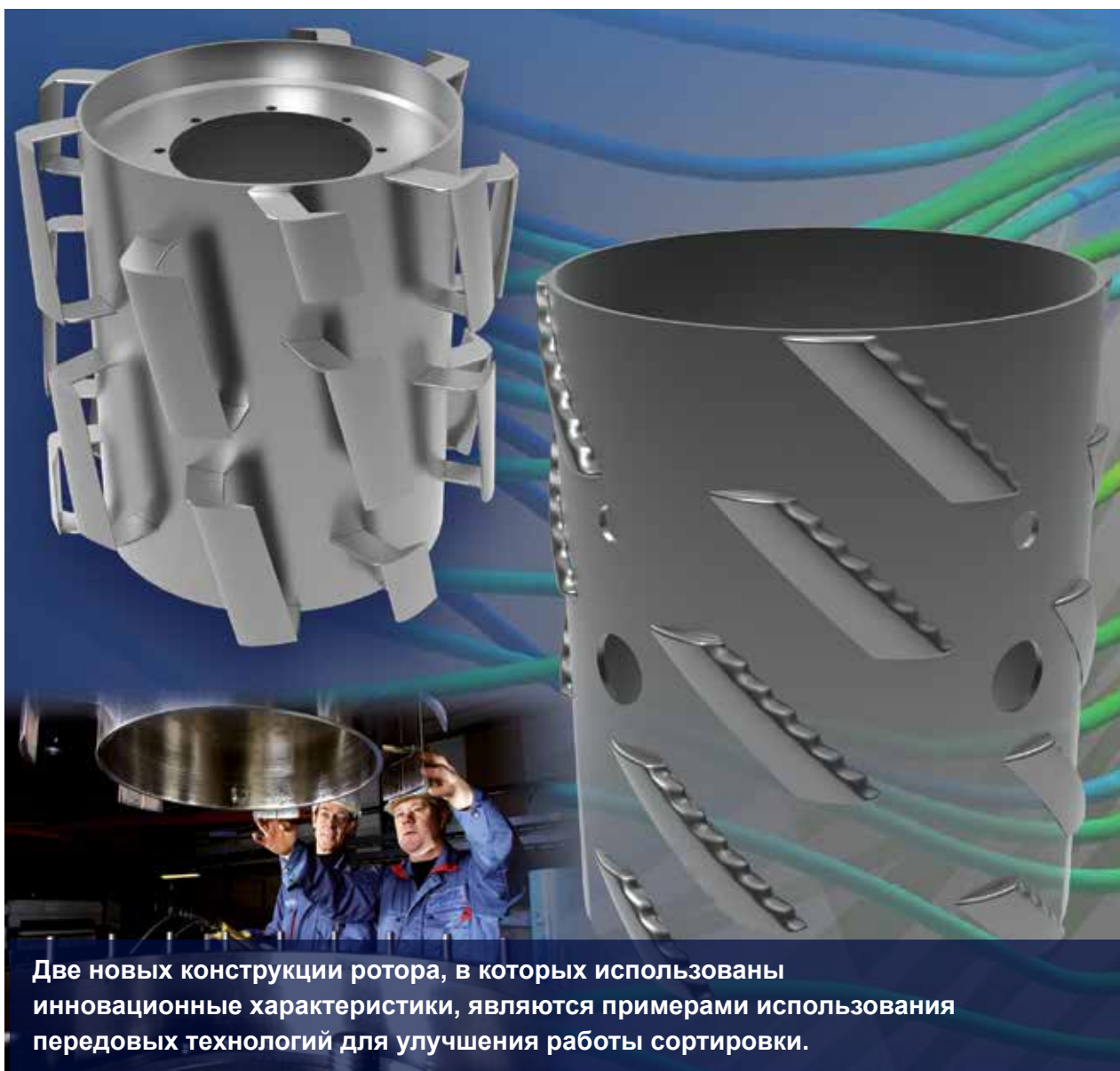


Роторная технология

Применение сортировок с улучшенными характеристиками на целлюлозно-бумажном комбинате

Полезные сведения о продукте

AFT: Научный подход



Две новых конструкции ротора, в которых использованы инновационные характеристики, являются примерами использования передовых технологий для улучшения работы сортировки.

CS9 ROTOR TECH

Аннотация

Ротор сортировки оказывает влияние на все показатели сортирования массы, включая потребление электроэнергии, мощность, потери волокна и эффективность удаления сора.

Фундаментальные исследования, как правило, сосредоточены на промывке обратным импульсом, вызванным действием ротора, в частности, на его частоте и интенсивности. Совсем недавно было определено, что мелкомасштабная турбулентность и большие трехмерные структуры потока имеют не меньшую значимость.

В настоящем исследовании рассмотрены некоторые фундаментальные работы такого рода и предложена комплексная модель работы ротора, которая учитывает результаты воздействия пульсаций и их отсутствия. Здесь также обсуждаются две новых конструкции ротора на примере их применения на комбинатах. В конструкцию одного ротора входит сплошной сердечник. Как и в стандартной конструкции, к периферии ротора прикреплены элементы, обеспечивающие пульсации давления. Новым является то, что передний край каждого элемента имеет волнообразную форму, способствующую созданию трехмерных структур потока. Такая волнообразная форма позволяет ротору добиться более высокой производительности, работы на меньших оборотах для экономии энергии или с меньшими щелями для улучшенного удаления сора.

Эта новая технология ротора была применена на комбинате в Бразилии, что позволило снизить потерю энергии на 33% и уменьшить коэффициент сгущения отходов с 3,0 до 1,6. Сниженный коэффициент сгущения отходов сокращает потери волокна и повышает работоспособность.

Вторая роторная технология основана на конструкции лопастного типа и использует более толстые лопасти, чтобы увеличить турбулентность в следе. Конструкция с двойной опорой лопасти обеспечивает очень равномерный зазор между ротором и ситом и, таким образом, более последовательное и эффективное действие ротора. Угловые лопасти и опоры предотвращают скапливание жгутов на роторе. Практические исследования работы комбинатов демонстрируют эффективность такой конструкции ротора при использовании сортировок перед напорным ящиком для отработанной картонной тары (макулатуры), т. е. именно для них характерно большое количество скапливающегося сора. Сочетание теоретических исследований и опыта работы комбинатов демонстрирует преимущества передовых конструкций и более комплексной модели функционирования ротора.

Обзор сортирования массы

Сортирование массы является важной операцией в производстве высококачественной целлюлозно-бумажной продукции. Сортировки присутствуют практически на каждом целлюлозно-бумажном комбинате. Сортировки имеют сортировочные щели шириной до 0,10 мм, что позволяет удалять большой процент загрязняющих веществ, которые могли бы ухудшить внешний вид, механическую прочность и качество поверхности бумаги. Производители целлюлозно-бумажной продукции стали полагаться на сортировки из-за их надежности, эффективности и низкой себестоимости.

Важность сортирования массы постоянно повышается в связи с предъявлением более строгих требований к качеству бумажной и картонной продукции. Задача обеспечения все более высоких уровней чистоты усложняется в связи с увеличением количества и разнообразия загрязняющих веществ, попадающих в массу из вторичного волокна.

Основные параметры, используемые для оценки сортирования макулатурной массы:

- производительность — выражается в единицах объема или веса отсортированной массы, т. е. л/мин или т/день
- работоспособность — субъективный параметр, отражающий способность сортировки надежно работать даже при изменении концентрации сырья и качества массы
- эффективность — степень удаления загрязнений
- мощность — потребление энергии ротором сортировки
- потери волокна — количество волокна, отбракованного на заключительном этапе системы сортировки.

Двумя рабочими компонентами системы сортирования являются сито и ротор. Сито имеет отверстия или щели. Отсортированная масса проходит через эти отверстия и выводится из сортировки через отверстие для отсортированной массы, в то время как крупные загрязнения и отходы массы не проходят через щели, а удаляются через отверстие для отходов. Ротор выполняет обратную промывку отверстий и очищает их от засоров. Он также создает надлежащие условия потока смежного с подающей стороной поверхности сита.

Конструкция отверстия сортировки является существенной для общей производительности, при этом размер является основной переменной характеристикой.

Узкие щели обеспечивают самый высокий уровень удаления загрязнений, однако при этом наблюдается тенденция к снижению производительности, это демонстрирует стандартный компромисс при оптимизации конфигурации сортировки для конкретного применения. Процесс сортирования, который предотвращает пропускание загрязняющих веществ, можно разделить на две основные составляющие. «Барьерное сортирование» препятствует прохождению крупного сора, который не может пройти через отверстия, независимо от положения. С другой стороны, «вероятностное сортирование» ограничивает прохождение загрязнений, которые могут проходить через отверстия, если расположены определенным образом, но, как правило, не проходят, поскольку их размер, форма или жесткость затрудняют выход через отверстия вместе с основным потоком массы.

Маленькие щели стали практичными благодаря использованию профилей на подающей стороне поверхности сита. Профили получили более широкое применение в 1980-х годах. Они обеспечивают следующие преимущества: 1) оптимизация потока через щель; 2) создание турбулентности для рассеивания флокулированных волокон и любых волокон, скапливающихся на входе щели; 3) снижение вероятности застревания волокон на входе щели. Аналогично ширине щели, высота профиля задается в зависимости от конкретного применения на комбинате с учетом концентрации подаваемой массы, ее типа и природы загрязнений.

Улучшенная технология ротора предоставляет возможности для увеличения мощности сортировки при заданном размере щели или, наоборот, для использования более мелких отверстий без потери производительности. Мощность является дополнительным фактором при рассмотрении технологии ротора. В некоторых случаях в качестве компромисса выступает соотношение между мощностью и производительностью (или минимальным размером отверстия). Поскольку напорные сортировки были разработаны в 1960-х годах, за это время было спроектировано большое количество конструкций ротора. На рисунке 1 показаны четыре стандартных конструкции,

впрочем, в коммерческих целях используются более ста конструкций ротора. Роторы, как правило, имеют «открытые» или «закрытые» конструкции. Открытые роторы оснащены лопастями, по обеим сторонам которых проходит масса. Закрытые роторы имеют цилиндрический сердечник, к которому прикреплены элементы, а масса проходит по поверхности элемента, примыкающего к ситам. В любом случае, лопасти или элементы должны проходить в пределах нескольких миллиметров от поверхности сита и создавать гидродинамический эффект, который удаляет волокна массы, накопившиеся в отверстиях сита.

В настоящем исследовании рассмотрены две технологии ротора, направленные на повышение производительности сортировок.

■ Технология ротора с активным импульсом:

В качестве основного действия ротора рассматривается импульс обратной промывки, создаваемый ротором, изучаются частота и интенсивность импульса [1]. Совсем недавно было определено, что мелкомасштабная турбулентность и большие трехмерные структуры потока имеют не меньшую значимость [2]. В настоящем исследовании рассмотрены эти основополагающие эффекты и предложена комплексная модель действия ротора, которая учитывает эффекты воздействия с пульсациями и без пульсаций.

■ Технология ротора, устойчивого к образованию жгутов:

Целью сортирования является удаление загрязнений, однако высокая концентрация загрязняющих веществ может затруднить работу самой сортировки. Например, наличие жестких абразивных примесей может привести к ускоренному износу. Для решения этой проблемы были разработаны операции улучшенной обработки поверхности с применением хрома промышленного класса. Наличие жгутов может привести к их скоплениям на роторе, которые могут достичь такой степени, когда накопленная масса начнет застревать между ротором и ситом. Далее будут рассмотрены особенности конструкции, позволяющие сократить накопление жгутов.



Центр AFT для полномасштабной разработки и испытаний. Ни один другой поставщик не имеет такого опыта в области сортирования в целлюлозно-бумажной промышленности.



Назначение ротора является достаточно простым — максимизировать производительность сортировки и способствовать прохождению волокон через щели сортировки.

Однако само действие ротора является комплексным и сочетает в себе несколько важных механизмов.

Относительная роль каждого механизма, как указано ниже, будет варьироваться в зависимости от конструкции ротора и его скорости вращения.

Роли основных механизмов включают:

Импульсы обратной промывки:

Импульсы обратной промывки, создаваемые ротором сортировки, возникают при уменьшении локального давления, по мере того как жидкость (т. е. масса) ускоряется при прохождении через зазор между вершинами элементов или лопастей ротора и подающей стороной сита. Это хорошо известное явление механики жидкостей обычно называют «эффектом Вентури» или «эффектом Бернулли» [1,2]. Между пульсациями поток движется через отверстия сортировки под действием перепада давления между стороной подачи на сито и стороной выхода отсортированной массы. При прохождении лопасти или элемента ротора давление на стороне подачи на сито уменьшается до такой степени, что поток временно движется в обратном направлении — от выхода отсортированной массы к стороне подачи массы на сито. Это приводит к возникновению потока обратной промывки через отверстия сита и удалению любых волокон или других скоплений [3]. Уменьшение зазоров между ситом и ротором и увеличение скорости ротора повышает интенсивность импульса [4].

Активность жидкости:

Макро- и микротурбулентности и другие формы «активности» жидкости также важны для удаления скоплений волокон, которые начинают образовываться в отверстиях. Волокна могут задерживаться на входе щели при разветвлении потока, что приводит к «захвату» волокон [5]. Изменчивость высокочастотного потока на входе отверстия дестабилизирует равновесие сил,

обеспечивающих захват волокон и предотвращающих их значительное накопление. Кулачковый ротор (рис. 1а) является примером ротора, который больше полагается на активность жидкости, чем на отдельные пульсации (т. е. реверсирование потока), при условии, что площадь каждого выступа, проходящего возле поверхности сита, относительно мала. Расположение элементов и их форма были использованы для повышения активности жидкости, как показано на примере модифицированного кулачкового ротора (рис. 1с).

Исследование поля течения:

«Зона сортирования» сортировки определяется, как кольцевое пространство между ротором и ситом. Если ротор не вращается, поток будет поступать с одного конца зоны сортирования и проходить в осевом направлении через зону сортирования. При этом осевая скорость (т. е. скорость на входе отверстия) постепенно снижается по мере прохождения потока через отверстия сита. Однако ротор сортировки вызывает значительный периферический поток в кольцевой зоне сортирования. Восходящий поток в отверстии является относительно однородным по всей длине зоны сортирования, даже при сливе отсортированной массы, потому что восходящий поток является векторной суммой, над которой доминирует составляющая кругового потока. Таким образом, ротор обеспечивает легко контролируемое, относительно однородное и высокоскоростное поле течения на входе отверстий, что имеет решающее значение для прохождения волокон и задержки загрязнителей [6].

Нагнетание давления в зоне отходов:

В то время как ротор сортировки обеспечивает относительно однородное поле течения через зону сортирования, вода через отверстия протекает быстрее, чем волокна. Таким образом, концентрация массы увеличивается в осевом направлении, по мере того как поток закручивается по спирали в направлении отсека для отходов зоны сортирования [7]. Более высокие концентрации приведут к увеличению накопления волокон в отверстиях между импульсами обратной промывки. Существует предположение, что большая часть отсортированной массы проходит через сито в первой трети зоны сортирования. Суммарная



Рисунок 1: С момента внедрения напорных сортировок в 1960-х годах использовались различные конструкции ротора, в том числе: а) кулачковые роторы (1960-е годы), б) лопастные роторы по типу «шпилька-и-гайка» (1970-е годы), в) «модифицированные кулачковые» роторы (1990-е годы) и г) консольные лопастные роторы (2000 годы).

производительность ограничена тем, что оставшиеся две трети сита используются не в полной мере. Ротор решает эту проблему с помощью угловых элементов путем повышения давления в отсеке для отходов зоны сортирования, что увеличивает поток через оставшиеся две трети отверстий сита, и, соответственно, повышает производительность [8]. В качестве варианта, вместо повышения производительности можно использовать щели меньшего размера для улучшенного удаления загрязнений. Третий подход к улучшению технологии ротора предполагает, что скорость ротора может быть снижена без потери производительности. Кроме того, сниженная скорость ротора поддерживается за счет использования оптимизированного сечения элемента [9]. Усовершенствования позволяют добиться экономии энергии свыше 30% по сравнению с некоторыми старыми конструкциями ротора, представленными на рисунке 1.

Технология 1: Ротор с активным импульсом

Основные принципы: Разработка многих роторов преследует цели повышения интенсивности пульсации давления для улучшения обратной промывки. А также цель разработки – создание обтекаемой формы элементов ротора для снижения энергопотребления. Некоторые другие типы роторов пытались вызвать «активность жидкости» или турбулентность в следе, чтобы уменьшить любые накопления в отверстиях между пульсациями, как описано выше. Использование угловых элементов для нагнетания давления в отсеке для

отходов зоны сортирования и улучшение характеристик сортировки доказали свою эффективность [8].

Разработанная новая конструкция ротора, объединяет три этих механизма для дальнейшего повышения производительности сортировки. Элемент ротора имеет поперечное сечение, которое способствует созданию сильного всасывающего импульса с минимальным гидродинамическим сопротивлением (т. е. минимальным энергопотреблением). Угловые элементы нагнетают давление в отсеке для отходов зоны сортирования, чтобы сбалансировать отсортированную массу и максимизировать производительность. Волнообразная форма направляющей кромки элементов ротора стимулирует активность жидкости. Трубки потока, показанные на рисунке 2, были получены с использованием расчетов механики жидкости. Они показывают, как, благодаря волнообразной форме, происходит распределение потока над направляющей кромкой. Таким образом, для достижения максимального эффекта активность жидкости применяется одновременно с импульсом давления, создавая активность в следе элемента.

Повышенная активность жидкости является основным преимуществом волнообразной формы направляющей кромки, однако на рис. 2 также показано, что падающий поток, как правило, стремится в направлении «впадин» волнообразной формы. Физика эффекта Бернулли показывает, что более высокая локальная скорость во впадинах будет отражаться в снижении давления и усилении импульса всасывания.

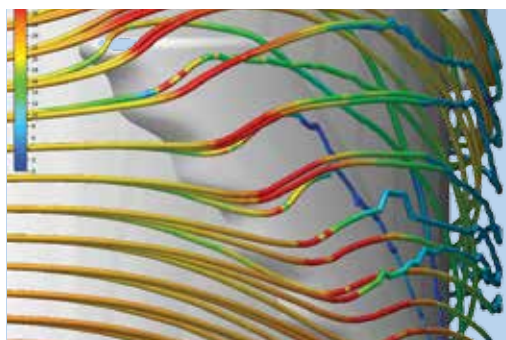


Рисунок 2: Новая конструкция ротора с использованием угловых элементов и волнообразной формы направляющей кромки элементов. Рисунок слева отображает трубки потока, проходящие над элементом, и демонстрирует активность жидкости. Цветная кодировка показывает скорость. Весь ротор показан на рисунке справа.



Технология 1:

Опытные производственные пилотные испытания ротора с активным импульсом

Чтобы оценить влияние волнообразной формы кромки на всасывающий импульс, были протестированы роторы с прямой кромкой GHC™ и волнообразной кромкой GHC2™ с использованием пилотной сортировки компании Aikawa модели 400 (диаметр сита 400 мм; высота сита 498 мм). На поверхности сита был установлен датчик давления. Следы импульса давления, показанные на рисунке 3, демонстрируют, что волнообразная форма кромки привела к усилению всасывающего импульса примерно на 50% при той же скорости ротора.

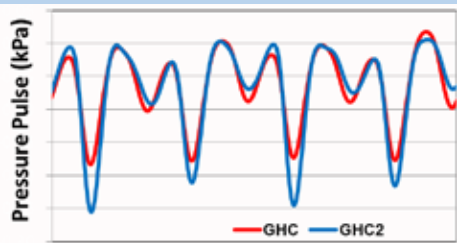


Рисунок 3: Следы импульса на внутренней поверхности сита. Каждый ротор имеет два ряда по два элемента, таким образом, четыре импульса ротора соответствуют двум оборотам ротора. Меньшие импульсы представляют помехи от соседнего ряда элементов. Ротор GHC2 обеспечил увеличение интенсивности импульса приблизительно на 50%.

Те же пилотные испытания показали, что ротор GHC2 потребляет чуть меньше энергии, чем ротор GHC, как показано на рисунке 4. Что еще более важно, ротор GHC2 способен работать при минимальной скорости вращения около 2 м/с, которая меньше, чем у ротора GHC, что приводит к экономии энергии примерно на 30%. При сравнении с моделями конкурентов и другими конструкциями предыдущих поколений можно добиться еще большей экономии, которая может достигнуть 50%, как показано на рисунке 4.

Минимальная скорость ротора зависит не только от его модели, но также и от скорости прохождения потока через щели. Скорость прохождения потока через щели рассчитывается как общий поток отсортированной массы, разделенный на открытую поверхность сита. На рисунке 5 показаны более высокие скорости прохождения потока через щели, для которых необходимы более высокие показатели минимальной скорости вращения ротора. Здесь видно, что увеличение примерно на 5 м/с привело к увеличению скорости прохождения потока через щели с 0,5 до 3,0 м/с. Очень важно использовать это соотношение в качестве руководства при первоначальном выборе скорости вращения ротора для конкретного применения на комбинате, а также при оценке влияния изменений скорости прохождения через щели, которые могут возникать при повышении тоннажа системы или

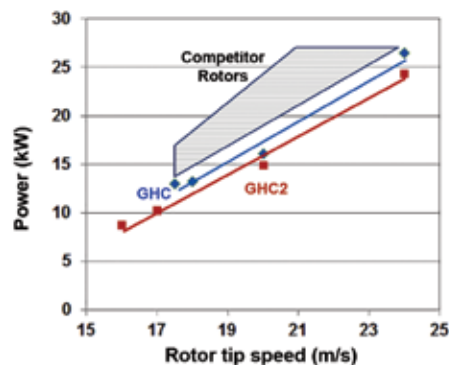


Рисунок 4: Ротор GHC2 продемонстрировал исключительную экономию энергии, которая стала результатом: 1) уменьшения мощности при заданной окружной скорости ротора («Экономия на входе») и 2) способности надежно работать при более низких окружных скоростях ротора («Экономия на замедлении»).

временных изменениях расхода (например, «снижение производительности»). На рисунке 5 также показана разница в минимальной скорости между роторами GHC и GHC2, составляющая примерно 2 м/с. Она была отмечена на рисунке 4 и остается неизменной в проверенном диапазоне скоростей прохождения через щели.

Еще одним важным выводом, полученным в процессе пилотных испытаний, стал тот факт, что коэффициент сгущения отходов (т. е. концентрация отходов, деленная на концентрацию подачи) для ротора GHC2 был примерно на 0,4 единицы меньше, чем для ротора GHC. Сниженный уровень сгущения отражает более эффективное удаление волоконных накоплений из отверстий сита. Уменьшенное сгущение связано с улучшенной проходимостью сортировки и особенно важно для работы сортировки при высокой концентрации подачи. Многообещающие результаты пилотных испытаний стали основой для запуска программы испытаний для различных комбинатов, как описано ниже.

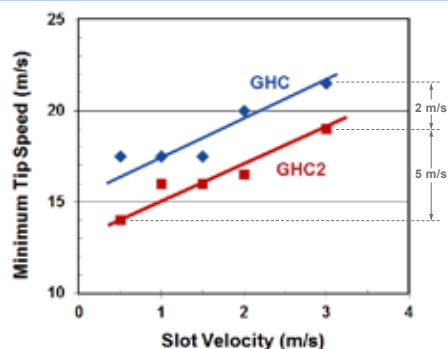


Рисунок 5: Минимальная окружная скорость ротора чувствительна к скорости прохождения потока через щели. Для более высоких скоростей прохождения потока через щели требуются более высокие скорости ротора. Для указанного типа ротора была определена ~5 м/с разница минимальной окружной скорости в диапазоне скоростей прохождения потока через щели от 0,5 до 3,0 м/с. У роторов GHC и GHC2 наблюдалась стабильная разница в минимальной окружной скорости — приблизительно 2 м/с.

Технология 1: Применения ротора GHC2™ с активным импульсом на целлюлозно-бумажном комбинате

Анализ применения на практике №1, ротор GHC2, отработанная картонная тара (макулатура)

Анализ применения на практике №1, ротор GHC2, отработанная картонная тара (макулатура)
Ротор GHC2 был установлен на вторичной сортировке Voith GR10 для тонкого сортирования на бразильском комбинате по переработке отработанной картонной тары (макулатуры). Ширина щели — 0,20 мм. Концентрация при подаче — 1,2%, технологическая схема установки показана на рисунке 6. Ранее сортировка работала с лопастным ротором производителя комплектного оборудования, с окружной скоростью 14,5 м/с. Установка ротора GHC2 привела к экономии «на входе» энергии 33%, т. е. экономия энергии была достигнута путем замены ротора — без изменения окружной скорости ротора.

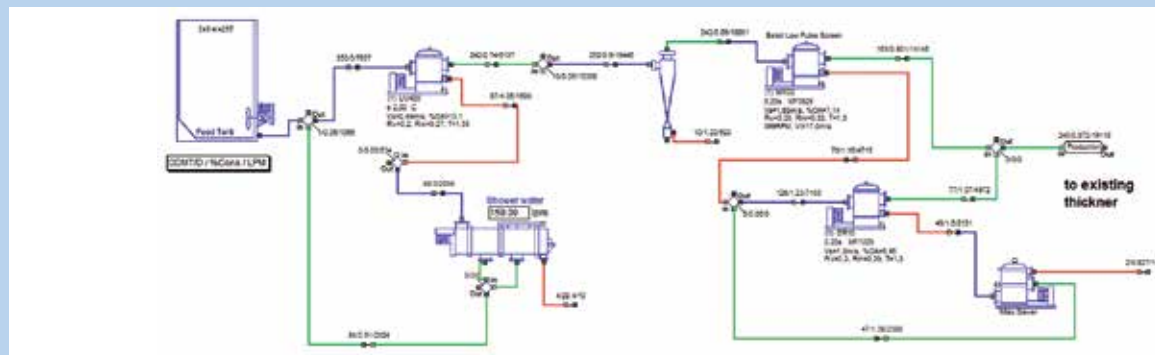


Рисунок 6: Технологическая схема бразильской установки по переработке отработанной картонной тары (макулатуры), где на вторичной сортировке для тонкого сортирования был установлен ротор GHC2, что обеспечило экономию электроэнергии 33% и снижение потери волокон на 47%.

Установка ротора GHC2 также привела к уменьшению коэффициента сгущения отходов, с 3,0 до 1,6. Уменьшение сгущения имеет два преимущества. Во-первых, сниженная концентрация отходов приводит к более стабильной работе сортировки, поскольку щели в отсеке для отходов зоны сортирования гораздо реже засоряются массой. Во-вторых, сниженная концентрация отходов обеспечивает меньший процент отбраковки хороших волокон. Даже если система имеет третичную сортировку для восстановления волокон, уменьшение потока волокна на третичной сортировке приведет к пропорциональному снижению общей потери волокна в системе. В данном случае, установка ротора GHC2 привела к снижению на 47% массы, отбракованной на вторичной сортировке.

Анализ применения на практике №2, ротор GHC2, крафт-бумага

Ротор GHC2 был установлен на комбинате по переработке белой крафт-бумаги в восточной Канаде на первичной сортировке Ingersoll-Rand модели 210 с концентрацией подачи 2,0%. Для проверки минимальной скорости ротора был установлен частотно-регулируемый привод. Благодаря возможности снижения скорости ротора приблизительно на 2 м/с, ротор GHC2 обеспечил экономию энергии 22% относительно ротора GHC, при оптимизации обоих роторов для минимальной скорости.

Комбинат также провел испытания производительности ротора GHC2 в сравнении с некоторыми роторами конкурентов при текущих показателях их скорости и получил следующие результаты:

- экономия электроэнергии 58% относительно ротора конкурента №1
- экономия электроэнергии 55% относительно ротора конкурента №2
- экономия электроэнергии 46% относительно ротора конкурента №3

Макулатурная масса на этом комбинате достаточно абразивная, и срок службы сита, как правило, не превышает одного года. Благодаря волнообразной форме износ сита удалось уменьшить. Как правило, сита в большей степени изнашиваются около отсека для отходов зоны сортирования. Но сита, работавшие с ротором GHC2, изнашиваются более равномерно сверху донизу — даже при работе на относительно высокой скорости 29 м/с. Кроме того, когда ротор GHC2 работает при более низкой скорости вращения, частота и энергия абразивных воздействий снижаются, что дополнительно уменьшает износ. Энергия воздействия абразивных частиц пропорциональна квадрату их скорости при столкновении и, в свою очередь, квадрату окружной скорости ротора.



Анализ применения на практике №3, ротор GHC2, облагороженная макулатурная масса

Третье исследование было проведено на комбинате по переработке облагороженной макулатурной массы в центральной Европе. В этом случае ротор GHC2 был установлен на первичной сортировке Voith MSS 10/06 для первичной макулатурной массы со щелью шириной 0,20 мм и скоростью прохождения потока через щель 0,6 м/с. Концентрация подачи — 3,4%, объемный процент отходов — 25%. Ротор производителя комплектного оборудования работал в параллельной первичной сортировке с сопоставимым ситом.



Исследование показало следующие результаты:

- Потребление энергии ротора GHC2 на 14% меньше, чем ротора производителя комплектного оборудования при той же окружной скорости ротора 18 м/с.
- Весь производственный процесс комбината может обслуживаться одной сортировкой, оснащенной ротором GHC2, который работает с окружной скоростью 18 м/с. Это позволяет остановить вторую сортировку и дополнительно сэкономить 43% затрат на энергию, а также расходы на техническое обслуживание.

- Процент удаления липких частиц на сортировке, оснащенной ротором GHC2, увеличился на 8% относительно ротора производителя комплектного оборудования, при тех же номинальных условиях эксплуатации установки (включая эквивалентный процент отбракованной массы).

Другие применения GHC2

Ротор GHC2 применялся на различных видах массы, включая отработанную картонную тару (макулатуру), крафт-бумаги и облагороженную макулатурную массу, где использовались достаточно большие сортировки, например Ahlstrom F6 (диаметром около 1,5 м). Некоторые установки приведены в таблице 1.

По результатам исследований и пилотных испытаний были определены некоторые общие принципы, позволяющие понять, какие преимущества предоставляет ротор GHC2 для целлюлозно-бумажных комбинатов. Эти преимущества для двух возможных сценариев представлены в таблице 2: первый, где комбинат просто заменяет ротор GHC на ротор GHC2 с той же рабочей скоростью, и второй, где окружная скорость ротора снижена на 2 м/с, чтобы воспользоваться более эффективной работой ротора GHC2. Таким образом, можно, например, добиться 30% энергосбережения благодаря сниженной окружной скорости или существенно увеличить удаление сора при работе с меньшими щелями. Это лишь две из многих возможных стратегий, доступных при использовании ротора GHC2.

Таблица 1: Некоторые установки с использованием GHC2

Страна	Furnish	Положение	Screen Model	Основные преимущества
Канада	SWK	Первичная	IR 210	Экономия энергии 22%
Финляндия	HWK	Первичная	Ahlstrom M1600	Экономия энергии 33%
Финляндия	SWK	Вторичная	Ahlstrom M800	12 кПа, сокращение перепадов давления
Германия	DIP	Первичная	Voith MSS 10/06	Экономия энергии 43%
США	SWK	Первичная	IR 212	Улучшенная работоспособность
Канада	OCC	Первичная	KBC PS30	Увеличение производительности на 15%
Финляндия	SWK	Первичная	Ahlstrom F6R	Снижение потребления энергии на 20%; сокращение количества сора ¹
Финляндия	SWK	Вторичная	Ahlstrom F4	Снижение потребления энергии на 27%; сокращение количества сора ²
Финляндия	SWK	Третичная	Ahlstrom F2	Экономия энергии 9%

¹ Уменьшение ширины щели с 0,27 до 0,20 мм

² Уменьшение ширины щели с 0,30 до 0,20 мм

Таблица 2: Преимущества ротора GHC2 в сравнении с ротором GHC при двух возможных сценариях работы

	Прежняя окружная скорость	Окружная скорость меньше на 2 м/с
Энергопотребление		на 30% меньше
Коэффициент сгущения	на 0,4 меньше	на 0,2 меньше
Срок службы сита/ротора	одинаково	увеличение приблизительно на 20-30%
Перепад давления	Меньше на 7 кПа	одинаково
Максимальная скорость прохождения потока через щели	на 20% выше	на 10% выше
Максимальная консистенция подачи	на 0,5% выше	одинаково
Эффективность удаления сора ¹	одинаково	одинаково
Удаление сора (меньший размер щелей)	существенно выше	выше

при одинаковом проценте отбракованной массы

Технология 2: Ротор, устойчивый к воздействию волокнистых загрязнений (жгутов)

В сортировках, расположенных непосредственно перед бумагоделательной машиной, обычно используют лопастные (открытые) роторы. Это сводит к минимуму возможность пульсаций давления от сортировки при проходе в напорный ящик, которые в противном случае могут привести к изменениям базового веса. Некоторые комбинаты используют ту же сортировку для тонкого сортирования массы. Если масса сильно загрязнена сором и волокнистыми включениями (жгутами), могут возникнуть технологические проблемы. Традиционные лопастные роторы имеют несколько поверхностей, где могут накапливаться волокнистые вещества (жгуты), в том числе и на самих лопастях. На некоторых комбинатах накопление сора может быть значительным, как показано на рисунке 7, и загрязняющие вещества могут застревать между ротором и ситом, в результате чего работа сортировки прекратится.

Ротор был разработан специально для таких сложных применений. Его ключевые особенности представлены на рисунке 8. Этот ротор относится к лопастному типу, что позволяет свести к минимуму любые пульсации давления, которые могут передаваться далее по направлению потока. Толстое поперечное сечение лопасти обеспечивает эффективные пульсации и турбулентность, что позволяет удалять скопившиеся волокна из отверстий сортировки. Лопасты расположены в шахматном порядке, чтобы распределить нагрузку на сите и создать некоторую активность жидкости,

«Прокачивающие» функции этого ротора являются уникальными и особенно важны для обеспечения хорошей работы ротора при обработке сильно загрязненной массы. Сама лопасть наклонена относительно оси ротора таким образом, чтобы любые волокнистые вещества (жгуты), которые вступают в контакт с краем лопасти, проходили вдоль нее и удалялись, а не накапливались на ней. Крепления (опоры) лопастей установлены под углом 105 градусов



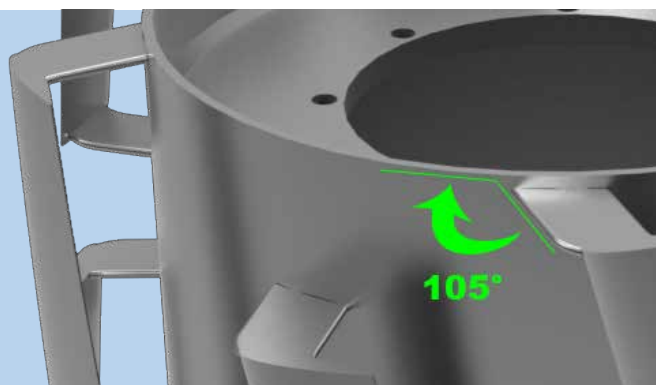
Рисунок 8: Новый ротор лопастного типа (слева) оборудован прокачивающими лопастями и креплениями (справа), чтобы исключить любые места, где могут накапливаться жгуты или другой сор.



Рисунок 7: Волокнистые загрязнения (жгуты) могут накапливаться на лопастях ротора и образовывать более крупные сгустки, которые могут застрять между ситом и ротором.

относительно сердечника ротора, как показано на рисунке 8. Жгуты, вступающие в контакт с креплениями лопастей, также будут двигаться вдоль крепления и удаляться. Таким образом, не остается ни одного места ротора, где могли бы накапливаться жгуты.

Точный зазор между ротором и ситом обеспечивается системой двойных креплений лопасти ротора. Импульс обратной промывки, создаваемый лопастным ротором, значительно уменьшается из-за чрезмерно большого зазора [4]. Измерения зазора в промышленной сортировке (рисунок 9) показывают, что новый ротор, показанный на рисунке 8, имеет зазоры между ротором и ситом в диапазоне от 2,5 до 3,5 мм. Для сравнения, измеренные зазоры ротора старого типа производителя комплектного оборудования составили от 1,5 до 7,0 мм. Такие большие зазоры могут приводить к значительному уменьшению эффекта обратной промывки. Существуют отдельные сообщения о засорении сит в участках, которые соответствуют расположению этих больших зазоров. В свою очередь, слишком маленькие зазоры создают очень высокий импульс и могут проталкивать деформируемые загрязнения через отверстия, тем самым уменьшая эффективность удаления сора.



Технология 2:

Анализ применения ротора, устойчивого к воздействию волокнистых загрязнений (жгутов), на практике

Новый лопастный ротор был установлен на первичной напорной сортировке Metso TL450 на европейском комбинате по переработке отработанной картонной тары (макулатуры). Концентрация подачи — 1,3%, размер щелей сита — 0,15 мм. Ранее сортировка работала с винтовым лопастным ротором производителя комплектного оборудования, но в течение нескольких лет она периодически засорялась и в ней наблюдался высокий перепад давления между подачей и отсортированной массой. Установка нового лопастного ротора, показанного на рисунке 8, позволила устранить проблемы с образованием жгутов и засорением. Перепад давления уменьшился. Теперь комбинат может эксплуатировать сортировку надежно и без сбоев. Кроме того комбинат сообщил о повышении чистоты покровного слоя.



Рисунок 9: Двухсторонняя опора лопасти в новом роторе EPX™ позволила добиться более равномерного зазора между ротором и ситом, чем у модели ротора конкурентов с односторонней опорой. Более равномерный зазор обеспечивает более стабильный и эффективный импульс ротора и улучшенную работоспособность сортировки



Выводы

Две новых конструкции ротора, в которых использованы инновационные возможности, являются примерами использования передовых технологий для улучшения работы сортировки. Ротор со сплошным сердечником и волнообразной направляющей кромкой предназначен для универсального использования. Он может использоваться для снижения мощности, повышения эффективности удаления загрязнений и увеличения производительности. Лопастной ротор имеет особенности конструкции, которые препятствуют скоплению жгутов и другого сора и, следовательно, обеспечивают хорошую работоспособность при обработке сильно загрязненной массы, для которой необходимы роторы лопастного типа. Это оборудование сочетает теоретические знания наших специалистов и практический опыт работы в целлюлозно-бумажной промышленности, и является важным этапом развития технологии и совершенствования систем сортирования макулатурной массы.



REFERENCES

1. Karvinen, R., and Halonen, L., "The effect of various factors on pressure pulsation of a screen," *Paperi ja puu* 66(7):80–83 (1984)
2. Feng, M., Gonzalez, J., Olson, J.A., Ollivier-Gooch, C., and Gooding, R.W., "Numerical simulation and experimental measurement of pressure pulses produced by a pulp screen foil rotor," *J. Fluids Eng.* 127(2):347-357 (2005)
3. Martinez, D.M., Gooding, R.W., and Roberts, N., "A force balance model of pulp screen capacity," *Tappi J.* 82(4):181–187 (1999)
4. Pinon, V., Gooding, R.W., and Olson, J.A., "Measurements of pressure pulses from a solid core screen rotor," *Tappi J.* 2(10):9–12 (2003)
5. Salem, H.J., Gooding, R.W., Martinez, D.M., and Olson, J.A., "Some fundamental aspects of pulp screen capacity," *Proc. 15th Fundamental Research Symposium, Cambridge, England* (2013)
6. Gooding, R.W., "The passage of fibres through slots in pulp screening," M.A.Sc. thesis. The University of British Columbia, Canada (1986)
7. Gooding, R.W., and Kerekes, R.J., "Consistency changes caused by pulp screening," *Tappi J.* 75(10) :109-118 (1992)
8. Konola, A., Poikolainen, I., Kovasin, K., Karppinen, J., and Gooding, R., "Reduced power consumption in softwood kraft screening at Botnia Aankoski", *Paperi ja puu* 91(3):27-32 (2009)
9. Luukkonen, A., Delfel, S., Olson, J.A., Ollivier-Gooch, C., and Pflueger, C., "A computational fluid dynamic simulation of the pressure pulses produced by a solid core pulp screen rotor," *Appita J.* 61:6 (2008)

Ученые за работой:

Сортировки, отлично делающие свою работу



Для теоретической науки есть место:
но только не на целлюлозно-бумажном комбинате.

Именно поэтому мы ориентируемся на то, что называем **прикладной наукой** – сочетание теоретических знаний и реального опыта, направленное на достижение измеримых результатов работы целлюлозно-бумажного комбината. Каких результатов? Повышение производительности, эффективности сортирования, удаление липких частиц, снижение потребления энергии, повышение уровня восстановления волокна и увеличение срока службы компонентов.

AFT поставляет комплексные системы сортирования и лучшие в мире компоненты (ситы и роторы).

Однако мы не просто производим оборудование. Мы начинаем с научных основ — знаний физики, гидродинамики макулатурной массы, механических сил, допусков щелей и зазоров ротора. Это дает нам прочную основу, на которой базируются наши конструкции, и дополняет обширный опыт работы в течение более 110 лет.

Реальные проверенные решения самых сложных проблем вашего комбината, связанных с сортированием. Это именно то, что вы ждете от AFT — поставщика с самым богатым опытом решения большинства задач, связанных с сортированием в целлюлозно-бумажной промышленности.

www.aikawagroup.com

Varkaus FINLAND
Tel: +358 207 429 200
Fax: +358 207 429 280

Sherbrooke CANADA
Tel: +1 819 562 4754
Fax: +1 819 562 6064

Incheon KOREA
Tel: +82 32 814 2825
Fax: +82 32 815 2825

United States
Tel: +1 800 223 0060
Fax: +1 819 562 6064

Brazil
Tel: +55 19 3024 0700
Fax: +55 19 3024 0300

Jiaxing City CHINA
Tel: +86 573 8391 3279
Fax: +86 573 8391 3298

e-mail
sales@aikawagroup.com

