

676.038.2

В.С. Куров, Ю.А. Тихонов

Санкт-Петербургский государственный технологический университет
растительных полимеров

Куров Виктор Сергеевич родился в 1953 г., окончил в 1976 г. Ленинградский государственный технологический институт целлюлозно-бумажной промышленности, профессор, доктор технических наук, проректор по научной работе Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет более 160 печатных работ в области исследования нестационарных гидромеханических процессов и реологии водоволокнистых суспензий целлюлозно-бумажной промышленности. E-mail: vsurov@inbox.ru



Тихонов Юрий Александрович родился в 1952 г. в г. Архангельске, окончил в 1974 г. Ленинградский технологический институт целлюлозно-бумажной промышленности, кандидат технических наук, доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Имеет около 110 печатных работ в области оборудования целлюлозно-бумажного производства. Тел.: 8 911 271 55 61



ТУРБУЛЕНТНЫЙ РОТОР ПОВЫШАЕТ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОРТИРОВАНИЯ МАКУЛАТУРНОЙ МАССЫ

На основании анализа современных конструкций роторов сортировок предложен новый ротор, успешно прошедший промышленные испытания, позволяющий повысить эффективность сортирования загрязненной макулатурной массы, особенно наиболее тяжело удаляемой ее фракции - клейких легкодеформируемых частиц.

Ключевые слова: эффективность сортирования, турбулентные струи, отсасывающие импульсы, диспергирование массы.

Широко известно, что качество макулатурной массы постоянно ухудшается. Вторая по степени важности причина — высокая степень ее загрязненности. Вследствие этого, непрерывно совершенствуются как технологические схемы, так и отдельные аппараты для сортирования макулатурной массы. Наиболее тяжелая, нерешенная проблема - это отделение сора, представляющего собой легкодефор-мируемые, клейкие, большей частью плоские частицы, в литературе *stickies*, которые под действием гидродинамических усилий роторов сортирующего оборудования, деформируясь и разрушаясь, проникают через самые узкие щели и отверстия в ситах, вызывая в конечном итоге образование пятен, полос, дырок и даже обрывов полотна на машине, а также повышенный износ одежды машин. Повышение эффективности отделения *stickies* в сортировке возможно как за счет совершенствования конструкции сита, так и за счет изменения конструкции ротора. Профильные сита, в отличие от гладких сит, в целом, значительно повышают эффективность сортирования, однако в случае сортирования многих фракций *stickies* она может даже снизиться [3]. Кроме того, недостатки профильных сит - их высокая стоимость и более низкая износостойкость, приводящая к снижению времени эксплуатации сита вплоть до нескольких недель [4]. Поэтому многие фабрики используют дешевые гладкие сита, эксплуатирующиеся годами. С учетом этого,

© Куров В.С., Тихонов Ю.А., 2012

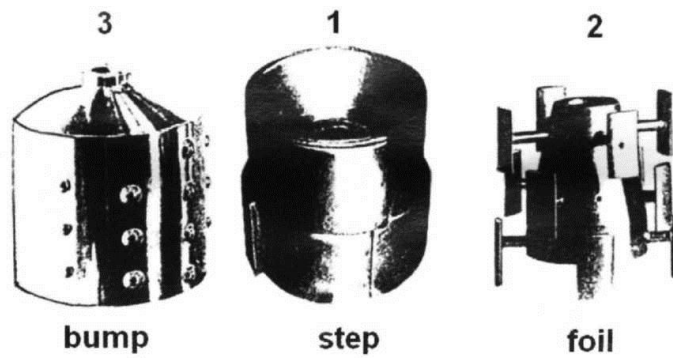


Рис. 1. Наиболее распространенные типы роторов: 1, 3 – для сортирования массы концентрацией 2,5–4%; 2 – для сортирования массы концентрацией 0,5–1,5%

большое значение имеет конструкция ротора, определяющая динамику течения массы на поверхности ситового барабана.

Ротор сортировки должен диспергировать сгустки волокон, чтобы обеспечить свободный проход волокон через сито и отделение сора от них, а также создать надлежащие отсасывающие импульсы, очищающие сито. При наличии в массе *stiekies* ротор не должен образовывать на поверхности сита значительных вдавливающих усилий, заставляющих легкодеформируемые частицы проникать через щели или отверстия сита; не должен создавать сдвиговых усилий, дробящих их на более мелкие фракции. Сравним с этой позиции изображенные на рис. 1 наиболее распространенные типы роторов, остальные роторы, в принципе, представляют собой их модификации.

На рис. 2 показано, что сдвиговые усилия при использовании *step*-ротора возрастают в 100 раз, а вдавливающие усилия в 2 раза по сравнению с *foil*-ротором при одинаковой скорости роторов и на 2 порядка превышают начальный предел прочности для *stiekies*. На рис. 3, согласно [3], показано существенное снижение эффективности сортирования при увеличении окружной скорости роторов. Если учесть, что 13 м/с – характерная скорость для *foil*-ротора, а 22 м/с – минимальная скорость, на которой работает *bump*-ротор, то рис. 3 иллюстрирует тот факт, что при одинаковых условиях эффективность сортирования *foil*-ротора значительно выше по сравнению с *bump*-ротором. Таким образом, из рис. 2, 3 следует, что

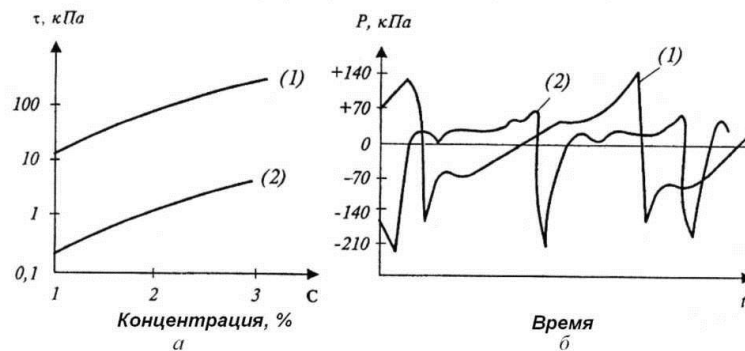


Рис. 2. Сравнение сдвиговых τ (а), согласно [5], и вдавливающих усилий $+P$ (б), согласно [1], развиваемых *step*-ротором (1) и *foil*-ротором (2)

foil-ротор создает наиболее благоприятные условия для сортировки массы, содержащей stiekies при окружной скорости не выше 14 м/с, образуя при этом мощные отсасывающие импульсы, эффективно очищающие сито. Однако, обтекаемая форма лопастей foil-ротора не обеспечивает необходимого уровня турбулизации потока, например, по сравнению с bump-ротором (рис. 4) и не в состоянии обеспечить диспергацию массы средней концентрации 3–4%, при которой в технологической схеме удаляется большая часть stiekies.

Для разрешения этого противоречия на рис. 5 изображена конструкция нового foil-ротора, в ко-

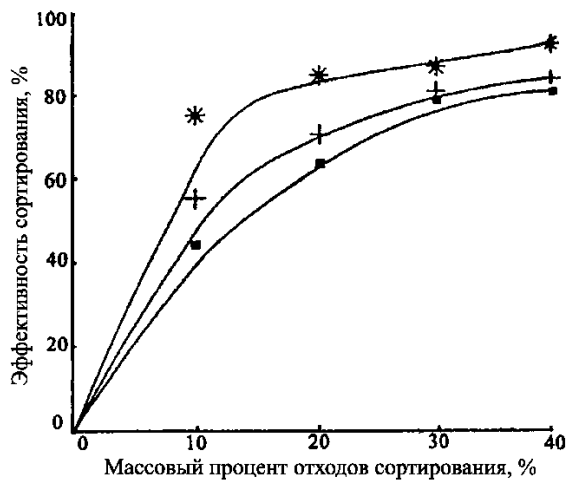


Рис. 3. Снижение эффективности сортирования при увеличении скорости вращения ротора: * – 13,5 м/с; + – 18,0 м/с; ■ – 22,0 м/с

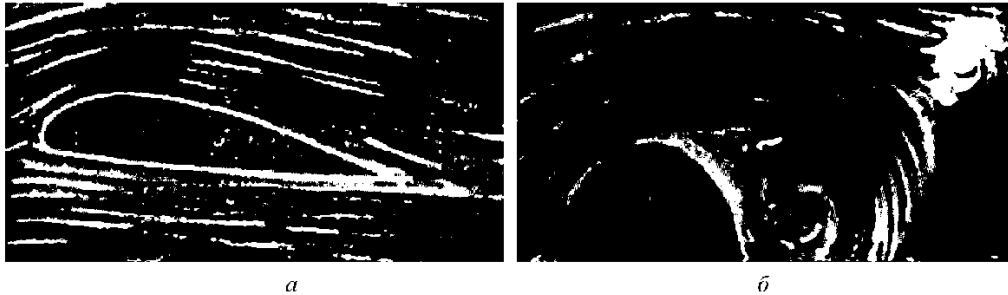


Рис. 4. Сравнение турбулизации потока лопастью foil-ротора (а) и бобышкой bump-ротора (б)

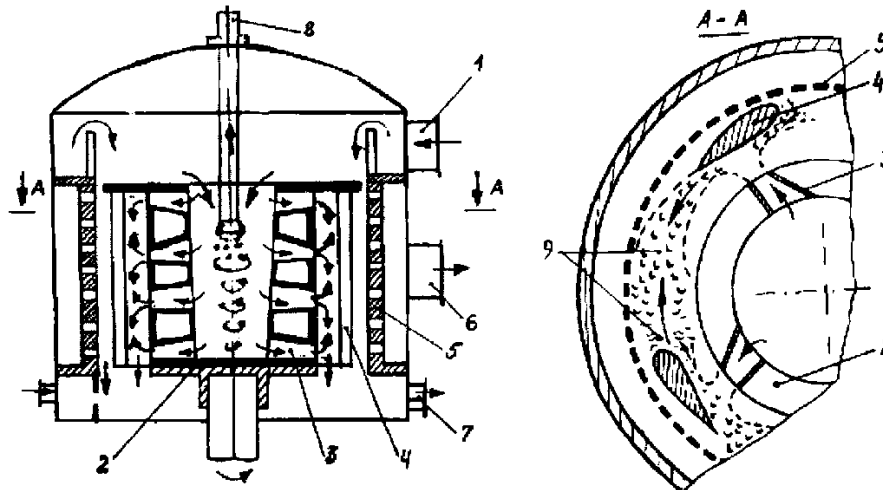


Рис. 5. Схема сортировки с новым ротором: 1 – входной патрубком; 2 – полый ротор; 3 – разгонные патрубки; 4 – лопасти; 5 – ситовой барабан; 6 – выходной патрубком; 7 – патрубком отходов; 8 – труба для отделения легких отходов; 9 – турбулентные потоки перед и за лопастью

торой масса поступает не как обычно – непосредственно к ситам, а большей частью сначала в полость ротора, где распределяется по разгонным патрубкам. Вытекая из разгонных патрубков, струи массы наталкиваются на тыльную сторону лопастей и растекаются в противоположных направлениях, образуя турбулентные струи перед лопастями и за ними.

Турбулентные струи, движущиеся перед лопастями, диспергируют массу перед входом ее в узкий зазор между лопастью и ситом, повышая ее текучесть и, как следствие, уменьшая сдвиговые напряжения, разрушающие *stiekies*. Струи, которые движутся в обратную сторону – противоположную движению лопастей – образуют за ними турбулентные хвосты, диспергируя флоккулы потока, облегчая прохождение волокон через сито. За счет этого эффекта foil-ротор получает возможность работать без прироста скорости вращения в диапазоне концентрации 3–4%.

Кроме того, перед втеканием массы во вращающиеся патрубки в полости ротора образуется центральный вихрь, в котором концентрируются фракции *stiekies*, имеющие меньший удельный вес, чем волокно, и удаляющиеся через трубу для удаления легких отходов. Таким образом, к ситам поступает уже предварительно очищенная масса, что повышает эффективность сортирования *stiekies* на ситовом барабане.

Промышленная модель новой сортировки была установлена в АОЗТ «Завод Картонтоль» для сортировки смешанной макулатурной массы МС5/3, содержащей включения в виде кусочков проклеенного картона, скотча, пенопласта и полиэтилена. Модель в течение полугода прошла испытания при сортировании отходов от сортировки СНС-05 на сите с отверстиями 2,2 мм. Кроме того, были проведены кратковременные испытания на более мел-

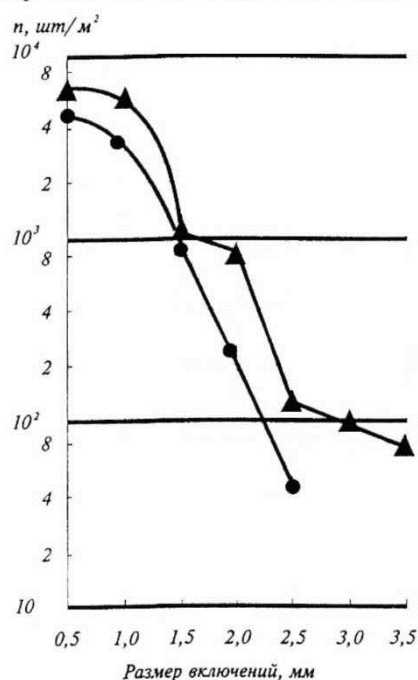


Рис. 6. Сравнение сорности картона после сортирования на сортировке СНС-05 и на модели: ▲ — СНС-05, ● — модель

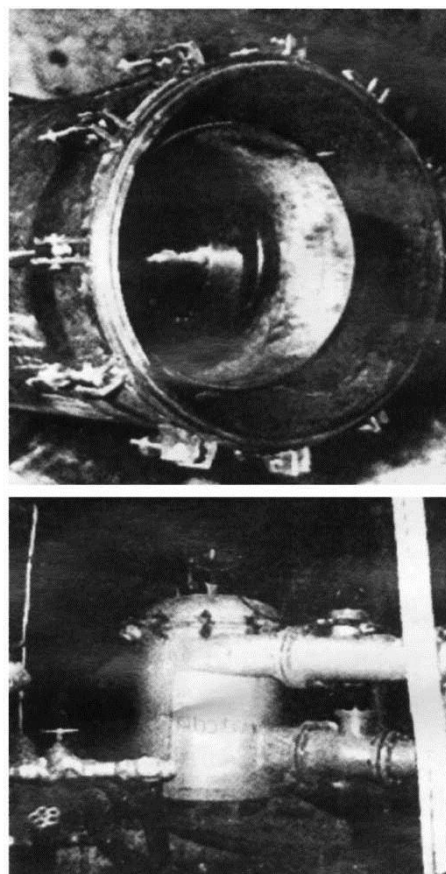


Рис. 7. Фотография модели

ком сите толщиной 2 мм из меди, которое можно было изготовить силами завода. Изготовленный ситовой барабан с упрощенной зенкованной формой отверстий диаметром 1,4 мм и коэффициентом перфорации 8% был установлен на модели с окружной скоростью лопастей 11,3 м/с, соответствующей типичной скорости узлоловителя. При кратковременных испытаниях остаток массы из бассейна проходил через модель при концентрации 3,3% и после разбавления оборотной водой подавался на машину для изготовления картона 210 г/м². На рис. 6 приведены данные испытаний по сорности картона, а на рис. 7 - фотография модели.

Выводы

При испытаниях разработанной промышленной модели, проведенных в жестких условиях, - загрязненная макулатурная масса, предельно малый диаметр отверстий сита, низкие значения окружной скорости ротора - получены положительные результаты, подтверждающие перспективность данного направления исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Chi J. Yu, Bruce R. Crossley and Luigi Silvery.* Fundamental study of screening hydraulics. Tappi Journal. 1994. N 9. P. 125-131.
2. *Griener B.* Macro stiekies removal - the screening challenge for complete systems. Paper Technology. 2002. N 5. P. 39-44.
3. *Heise O.* Screening foreign material and stickies. Tappi Journal. 1992. № 2. P. 78-81.
4. *Ommundsen D.* Wedgewire screens win growing acceptance. Euroscreen, Inc. 1995. P. 20.
5. *Schweiss P., Rienecker R., Ressondek P., Dr.Schabel S.* Screening - a tool for stiekies removal. Together, paper technology journal Voth Sulzer. 1997. № 4. P. 22-29.

Поступила 31.05.11

V.S. Kurov, J.A. Tikhonov

Saint-Petersburg State Technological Institute of Vegetative Polymers

Turbulent rotor to increase effectiveness of mackle paper mass sorting

Backed by analysis of the modern sorting rotors models, a novel rotor has been suggested. The rotor developed, that successfully passed industrial tests, allows improvement of polluted mackle paper pulp sorting. Removal of glutinous easy-deformable parcels is significantly eased.

Key words: sorting effectiveness, turbulent fluid jets, suction impulses, pulp disintegration.