

УДК 676.16.024.4

**Ю.А. Тихонов, О.А. Терентьев, В.С. Куров, А.Н. Кириллов,
А.А. Гаузе, А.Г. Андреев, Ю.Г. Якимов, С.А. Рыбаков**

Куров Виктор Сергеевич родился в 1953 г., окончил в 1976 г. Ленинградский технологический институт целлюлозно-бумажной промышленности, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, академик РАЕН. Имеет около 100 научных трудов в области гидродинамики и реологии водно-волоконистых суспензий.



Терентьев Отто Алексеевич родился в 1934 г., окончил в 1958 г. Ленинградский политехнический институт, доктор технических наук, профессор, ректор С.-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, академик МИА, РАЕН, Академии высшей школы. Имеет 450 научных трудов в области гидродинамики и реологии водно-волоконистых суспензий.

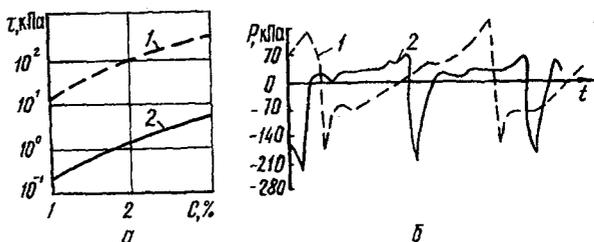


НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ РОТОРА СОРТИРОВОК С ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМИ ЛОПАСТЯМИ

Приведены результаты промышленных испытаний новой конструкции ротора сортировок с гидродинамическими лопастями, позволяющей использовать их преимущества в расширенном диапазоне концентраций при сортировании смешанной макулатурной массы.

Широко известен факт, что сортировки с гидродинамическими лопастями, по сравнению с другими типами сортировок, обеспечивают наиболее высокое качество сортирования массы. Благодаря хорошо обтекаемой форме гидродинамических лопастей возникают мощные отсасывающие импульсы, хорошо очищающие сито при сопутствующих минимальных вдавливающих и сдвиговых импульсах, которые отрицательно влияют на эффективность сортирования, вталкивания, деформируя и частично разрушая отделяемые включения, попавшие между очистным элементом ротора и ситом. Однако обтекаемая форма гидродинамических лопастей не способствует турбулизации потока, лопасть быстро теряет способность эффективно работать при повышении концентрации массы и разбивать более плотную сетку волокон вблизи поверхности ситового барабана. Поэтому при повышении концентрации массы лопасти заменяют на элементы с большим лобовым сопротивлением (бобышки, дельта-лопасти, ступенчатые и эксцентриковые роторы, которые вращаются с более высокими скоростями и эффективно разрушают густую сетку волокон; однако они создают повышенные вдавливающие и сдвиговые усилия между собой и ситом, что снижает

Рис. 1. Увеличение сдвиговых τ (а) и вдавливающих P (б) усилий, развиваемых ступенчатым ротором (1) и гидродинамической лопастью (2) (C – концентрация массы)



эффективность сортирования. Например, сдвиговые усилия на сите ступенчатого ротора, согласно [3], возрастают примерно в 100 раз по сравнению с усилиями, развиваемыми гидродинамической лопастью, а вдавливающие усилия [2] – в 2 раза, но при меньших значениях отсасывающих усилий (рис. 1).

Для сохранения или даже увеличения высокой эффективности сортирования, присущей гидродинамическим лопастям, с одновременным расширением рабочего диапазона концентраций нами предложена новая конструкция узлоловителя с полым ротором, изображенная на рис. 2.

В новой конструкции узлоловителя масса поступает через входной патрубок в полость ротора и распределяется по разгонным трубам. Вытекая из разгонных патрубков с большой скоростью, струи массы наталкиваются на тыльную сторону лопастей и растекаются в противоположных направлениях, образуя турбулентные струи перед лопастями и за ними.

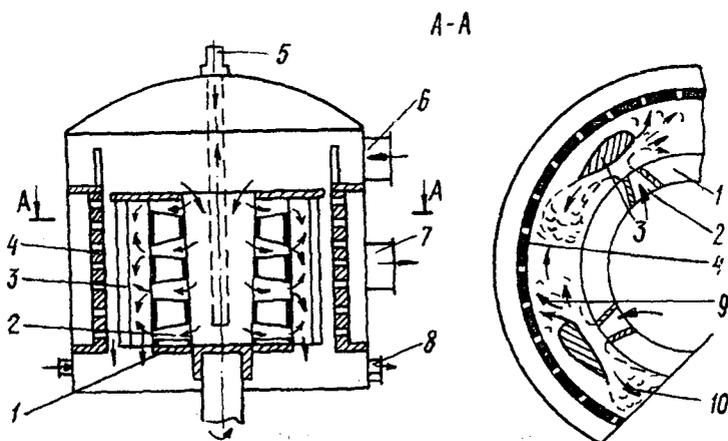


Рис. 2. Конструкция узлоловителя с полым ротором: 1 – полый ротор; 2 – разгонные патрубки; 3 – лопасти; 4 – ситовый барабан; 5 – труба для разбавления массы в нижней части сортировки или удаления легких включений; 6 – входной патрубок; 7 – выходной патрубок; 8 – патрубок отходов сортирования; 9 – турбулентная струя перед лопастью; 10 – турбулентный хвост за лопастью

Турбулентные струи, движущиеся перед лобовой частью лопастей, размывают образовавшийся на поверхности сита осадок, освобождая из него сортируемые включения и отрывая их от поверхности сита, что снижает лобовой вдавливающий импульс.

Турбулентные струи, движущиеся в сторону, противоположную движению лопастей, образуют турбулентные хвосты за ними, препятствующие образованию сетки волокон, что очень важно для прохождения волокон через сито. (Ранее нами [4] экспериментально изучена высокоинтенсивная турбулизация массы концентрацией до 3 % при ударе струй о преграду в напорных ящиках повышенной концентрации и показана эффективность этого метода для диспергации массы). Таким образом, узлоловитель получает возможность более эффективно работать в расширенном диапазоне концентрации массы без прироста вдавливающих и сдвиговых усилий.

Труба, вставленная в крышку сортировки с возможностью вертикального перемещения, может служить как для разбавления отходов в нижней части сортировки, так и для удаления легких включений, концентрирующихся вблизи оси вращающейся части ротора.

На рис. 3 приведены схемы течения массы в обычной сортировке и сортировке с полым ротором. В обычной сортировке весь поступающий поток включений подвергается воздействию элементов ротора на всем пути движения вдоль оси ситового барабана. При использовании полого ротора включения с потоком массы поступают к ситу порциями и вероятность их попадания между ситом и лопастями ротора снижается, что повышает эффективность сортирования.

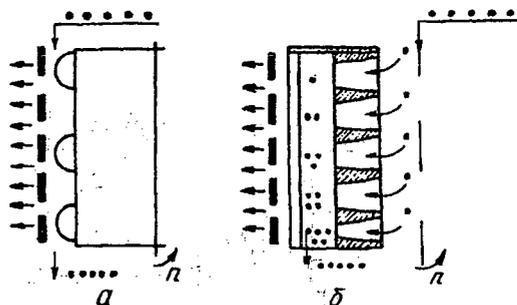


Рис. 3. Схема движения включений между ситом и ротором обычной сортировки (а) и сортировки с полым ротором (б)

Промышленная модель ротора была установлена на предприятии АОЗТ «Завод Картонтоль» для сортирования макулатурной массы МС6+МС7+МС11, содержащей сульфатную небеленую целлюлозу с включениями, состоящими из кусочков проклеенного картона, скотча, пенопласта и полиэтилена. Она прошла успешные испытания в качестве сортировки для грубого сортирования на сите с отверстиями диаметром 2,8 мм [1]. В дальнейшем было решено продолжить испытания на более мелком сите толщиной 2 мм из меди. Изготовленный ситовый барабан с упрощенной зенкованной формой отверстий диаметром 1,4 мм (коэффициент перфорации 0,08) был установлен на модели с окружной скоростью лопастей 11,3 м/с, соответствующей типичной скорости лопастей узлоловителя.

Параметр	Значение параметра			
	Вход м³/ч	Выход	Отходы	Разбавляющая вода
Концентрация, %	2,10	1,8	4,3	
Расход, м³/ч	58,4	62,0	2,4	6,3
Давление, атм	0,65	0,25	0,90	0,95

Примечание: Процент отходов рассчитывали по формуле

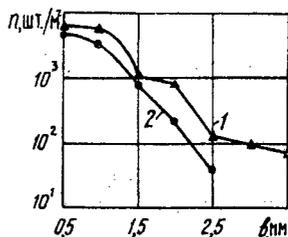
$$RR = \left(\frac{C_{\text{ВЫХ}}}{C_{\text{ВХОД}}} \cdot \frac{Q_{\text{ВЫХ}}}{Q_{\text{ВХОД}}} \right) \cdot 100 = 8,5\%$$
 (C – концентрация массы, Q – расход); потребляемая мощность 18,5 кВт.

Исследования проводили при концентрации макулатурной массы на входе 1,3 и 2,1 % (массу перед этим сортировали на сортировке с бобышками СНС-05).

При испытаниях массы с концентрацией 1,3 % расход составил 200 м³/час, что соответствовало производительности по волокну 62,5 т/сут. Перепад давления – 0,35 атм.

Отсортированную на модели массу с концентрацией 2,1 % после разбавления оборотной водой направляли на машину для изготовления коробочного картона со средней массой 1 м² 210 г. Производительность машины 28,5 т/сут.

Рис. 4. Сорность картона, полученного из массы, отсортированной на СНС-05 (1) и модели с подъем ротором (2) (b – размер включений)



Результаты испытаний модели (при концентрации массы 2,1 %) приведены в таблице, сравнение сорности картона из массы, отсортированной на машине СНС-05 и опытной модели, – на рис. 4.

Таким образом, предлагаемая конструкция сортировки значительно эффективнее известной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повышение эффективности сортирования путем расширения возможностей сортировок с лопастями / Ю.А. Тихонов, О.А. Терентьев, М.Н. Исачев и др. Целлюлоза, бумага, картон. – 1998. – № 7–8. – С. 41–43.
2. Chi J. Yu. et. al. Fundamental study of screening hudsonalics // Tappi Journal. – 1994. – № 9. – P. 125–131.