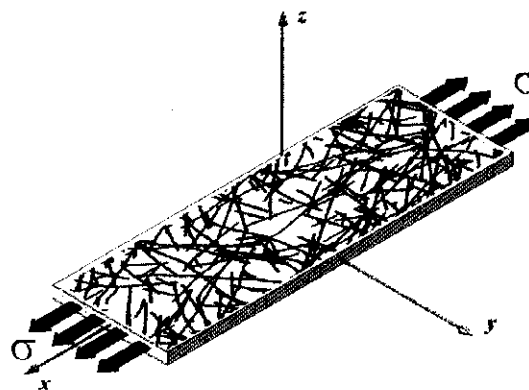


ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ



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

Архангельск
2015



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

ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ



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

9–11 сентября 2015 г.

Архангельск
2015



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ МАКУЛАТУРЫ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Е.В. Дьякова¹, Д.А. Дулькин², Д.Н. Жирнов³,

¹Северный (Арктический) федеральный университет, Архангельск, Россия

²ООО «УК «ОБФ», Москва, Россия

³ООО «Сухонский КБК», Сокол, Россия

В статье представлены практические результаты применения методики оценки эффективности производства для стадии фракционирования макулатурной массы.

DEVELOPMENT OF THE WASTE PAPER TECHNOLOGY BASED ON THE EVALUATION OF THE KEY PERFORMANCE INDICATORS

E.V. Dyakova¹, D.A. Dulkan², D.N. Zhirnov³

¹Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russia

²LLC «Consolidated Paper Mill», Moscow, Russia

³LLC «Suhonsky BPM», Sokol, Russia

This article is about the practical results of method application of evaluation of equipment effectiveness of productive fractionator.

При производстве тарного картона из макулатуры следует осуществлять фракционирование с последующим раздельным размолем длинно- и коротковолокнистой фракции (ДВФ и КВФ) [1, 2, 3]. Эти операции позволяют снизить удельный расход электроэнергии и максимально восстановить бумагообразующие свойства вторичного волокна, которые, как известно, ухудшаются в результате многократного рециклинга [2, 6, 7].

Одной из базовых характеристик бумагообразующих свойств является длина волокна, которая неизбежно снижается в силу указанного многократного рециклинга, а также в результате увеличения доли макулатурного картона в балансе вторичного сырья [2, 5, 7]. Следовательно, в условиях постоянно меняющихся свойств сырья, эффективность процесса фракционирования макулатурной массы может постепенно снижаться из-за того, что установленные параметры фракционирования (диаметр отверстий сита, тип ротора) перестают быть оптимальными.

Для подбора и регулирования оптимальных параметров процессов массоподготовки авторами была предложена методика оценки функционирования каждой единицы технологического оборудования с использовани-

ем ключевых показателей эффективности КПЭ. Она была апробирована при оценке основной операции массоподготовки – размола [4].

С целью определения КПЭ узла фракционирования проведен эксперимент с использованием в качестве эталонного оборудования лабораторного 4-х ступенчатого классификатора системы Bauer McNett. Классификатор имеет четыре сетчатых сита с различным размером отверстий (16 меш – 1,2 мм, 30 меш – 0,6 мм, 50 меш – 0,3 мм, 100 меш – 0,15 мм). В результате фракционирования определяли процентное содержание каждой фракции, остающейся на соответствующем сите. Все полученные фракции дополнительно анализировали с помощью установки Fiber Tester. Результаты эксперимента приведены в табл. 1, 2 и на рис. 1, 2.

Таблица 1. Сравнение основных характеристик фракционного состава макулатурной массы при промышленном и лабораторном фракционировании

Номер сита, меш (мм)	Доля фракций, %	Средняя длина волокна, мм
Промышленный фракционер		
ДВФ (1,4)	57,0	1,49
КВФ	43,0	1,18
Лабораторный фракционер		
16 (1,2)	20,1	2,74
30 (0,6)	24,1	1,48
50 (0,3)	12,7	0,89
100 (0,15)	14,3	0,74
Промой	28,8	-

Отметим, что на момент отбора проб массы из технологического потока, соотношение ДВФ и КВФ после промышленного фракционатора составляло 57 % и 43 % соответственно. Однако содержание ДВФ по результатам лабораторного фракционирования составило лишь 20 %.

Кроме того, данные табл. 1 указывают на значительное присутствие в массе «мельштофа» т.е. волокна, которое прошло через все сита. Фактически данная фракция накапливается в оборотной воде и частично выводится из потока с продукцией при использовании средств удержания. Также она вызывает увеличение времени водоотдачи массы и создает так называемую «кажущуюся» степень помола в напорном ящике.

Данные рис. 1 наглядно показывают отсутствие значимых отличий между ДВФ и КВФ после промышленного фракционатора. При этом характер распределения волокон по классам длины практически идентичен распределению волокон в исходной массе.

Таблица 2. Структурно-морфологические характеристики волокон в исходной массе и отдельных фракциях при промышленном и лабораторном фракционировании

Номер сита, меш (мм)	Средняя длина волокон, мм	Средняя ширина волокон, мкм	Средний фактор формы, %	Доля мелочи, %	Грубость, мкг/м	Средняя длина сегмента, мм
Исходная масса	1,33	26,8	90,7	7,4	129,6	1,24
Промышленный фракционер						
ДВФ (1,4)	1,49	27,6	90,5	6,6	155,1	1,37
КВФ	1,18	26,4	91,0	8,2	129,7	1,09
Лабораторный классификатор						
16 (1,2)	2,74	32,3	88,8	0,5	234,2	2,37
30 (0,6)	1,48	28,2	91,1	1,1	148,4	1,29
50 (0,3)	0,89	24,5	91,8	2,6	122,2	0,78
100 (0,15)	0,74	24,2	91,8	4,1	107,4	0,68

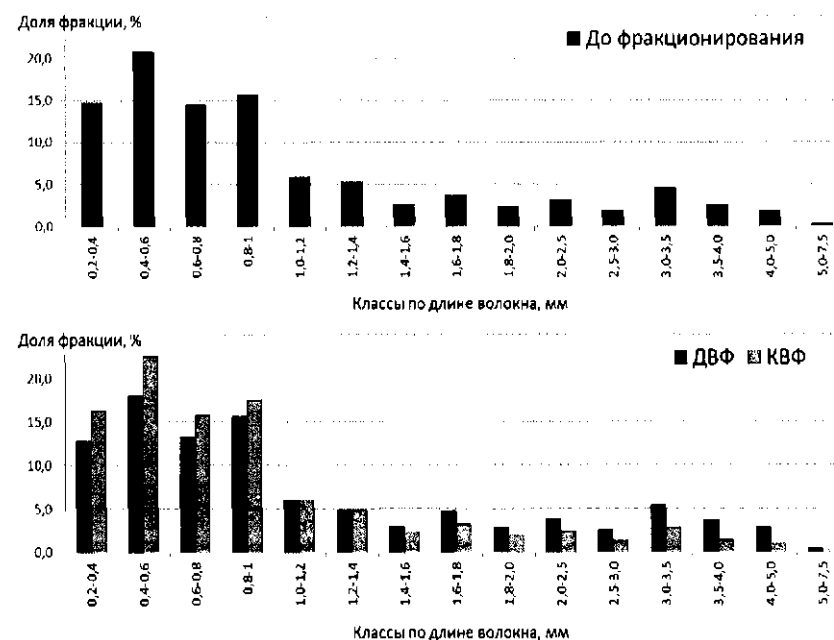


Рис. 1. Сравнение фракционного состава ДВФ и КВФ, полученных на промышленном фракционаторе



Кроме того, распределение волокон по классам длины демонстрирует, что в исходной макулатурной массе доля волокон с длиной более 1,2 мм (условно длинное волокно) составляет 28 % от общего объема пробы, доля волокна с длиной менее 1,2 мм (условно короткое волокно) – 72 % соответственно.

В общем объеме ДВФ, отобранной в производственных условиях, значительная доля фракции (66 %) представляет собой волокно с длиной менее 1,2 мм. Это та часть короткого волокна, которая вызывает перерасход электроэнергии на размол, не оказывая при этом существенного влияния на повышение показателей прочности готовой продукции.

В свою очередь, КВФ, отбираемая на промышленном фракционаторе, содержит 22 % волокон с длиной более 1,2 мм – доля волокон, которая при дополнительной обработке (например, фибриллирующем размоле) способна повысить потенциал прочности и жесткости картона.

С позиций сопоставления промышленного и лабораторного фракционирования в качестве длинноволокнистой фракции от лабораторного классификатора использовали остаток на сите с отверстиями 16 меш (1,2 мм). Коротковолокнистая фракция формировалась при объединении остатков на ситах 30, 50, и 100 меш. Сравнение фракционного состава ДВФ и КВФ, полученной на лабораторном фракционаторе, представлено на рисунке 2.

Лабораторный фракционатор, в отличие от промышленного, показывает хорошую селективность разделения фракций по длине волокна. В ДВФ содержится 86 % условно длинного волокна и 14 % условно короткого волокна, при средней длине волокна в данной фракции 2,74 мм. В свою очередь, в КВФ при средней длине волокна 1,12 мм содержание условно короткого волокна составляет 80 %, условно длинного волокна – 20 %, что сопоставимо с данными для КВФ, полученной на промышленном фракционаторе.

Ключевые показатели эффективности при фракционировании (КПЭ) применительно к ДВФ и КВФ рассчитывали следующим образом:

$$КПЭ_{ДВФ} = \frac{L_{\text{произв}}}{L_{\text{лаб}}} \cdot 100 = 54,5 \%$$

$$КПЭ_{КВФ} = \frac{L_{\text{лаб}}}{L_{\text{произв}}} \cdot 100 = 95,5 \%$$



где КПЭ_{ДВФ} и КПЭ_{КВФ} – ключевой показатель эффективности при фракционировании; $L_{\text{произв}}$ – длина волокна ДВФ/КВФ, полученных в производственных условиях; $L_{\text{лаб}}$ – длина волокна ДВФ/КВФ, полученных при лабораторном моделировании процесса фракционирования.

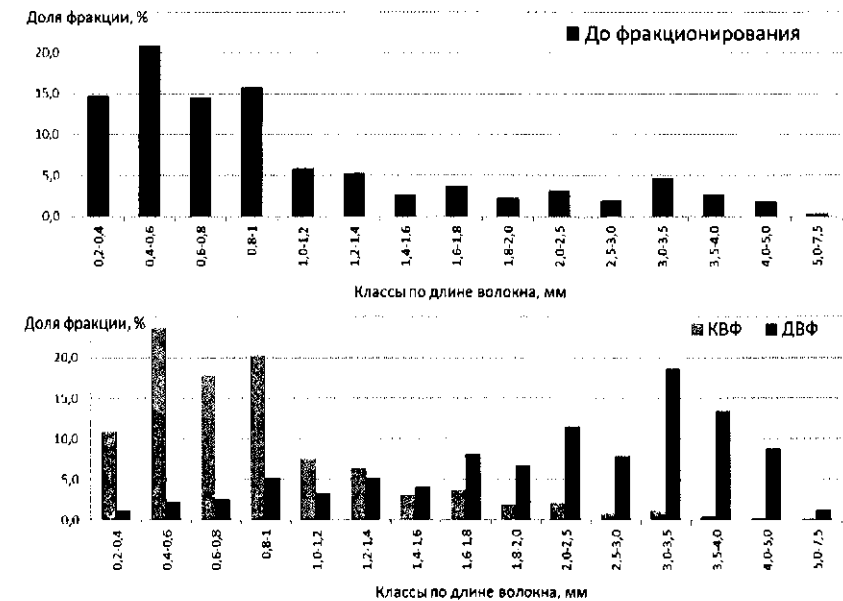


Рис. 2. Сравнение фракционного состава ДВФ и КВФ, полученных на лабораторном фракционаторе

КПЭ фракционирования по длинноволокнистой фракции является крайне низким (54,5 %), что является следствием слишком большого отбора данной фракции (57 % от общего объема пробы), в то время как фактическое количество условно длинного волокна в макулатурной массе не превышает 28 %. КПЭ по коротковолокнистой фракции является достаточно высоким (95,5 %), что обусловлено низким количеством КВФ, отделяемой в технологическом потоке. Для обеспечения более качественного разделения необходимо увеличить отбор коротковолокнистой фракции и осуществить подбор более эффективного ротора и сита, возможно, с уменьшением диаметра отверстий перфорации. Альтернативным вариантом повышения эффективности узла фракционирования может служить



повторное фракционирование коротковолокнистой фракции с целью улавливания дополнительного количества (до 22 % от объема потока) условно длинного волокна.

Список литературы

1. Дулькин Д.А., Коверницкий И.Н., Комаров В.И., Спиридонов В.А. Мировые тенденции в развитии техники и технологии переработки макулатуры. Архангельск, 2002. 108 с.
2. Дулькин Д. А., Спиридонов В. А., Комаров В. И. Современное состояние и перспективы использования вторичного волокна из макулатуры в мировой и отечественной индустрии бумаги. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2007. 1118 с.
3. Дулькин Д.А., Южанинова Л.А., Миронова В.Г., Блинушова О.И. Интенсификация процессов разволокнения макулатуры и последующего размола полученной массы // Лесн. журн. 2005. №1–2. С.172–177. (Изв. высш. учеб. заведений)
4. Жирнов Д.Н., Дулькин Д.А., Дьякова Е.В., Канарский А.В. Оценка эффективности работы оборудования бумажной фабрики. // Вестник казанского технологического университета. 2015. Т.18. №4. с. 130–133.
5. Жирнова И.М., Блинушова О.И., Дулькин Д.А., Севастьянова Ю.В. Основные тенденции изменения качества макулатуры марки МС-5Б. / Матер. и докл. 16-й Междуна. науч.-технич. конфер. // М.: ФГБОН ВПО МГУЛ, 2015. С.61–66.
6. Смолин А.С. Современные направления использования вторичного волокна. / В сб. «Работа целлюлозно-бумажных предприятий в современных условиях». Матер. и докл. 16-й Междуна. науч.-технич. конфер. М.: ФГБОН ВПО МГУЛ, 2015. С. 21–27.
7. Фляте Д.М. Технология бумаги. Учебник для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1988. 440 с.