

о том, что связующие свойства нового синтезированного продукта выше, чем у природного связующего (казеина).

Таблица 2 – Показатели качества образцов мелованной бумаги, полученных по разработанной / существующей технологиям

Наименование показателя	Значение показателя для образцов мелованной бумаги		
	ДВ	ДО	ДЧ
Гладкость, с: фактическая регламентируемое значение	900 / 870 750–1500	940 / 900 800–1500	1020 / 980 850–1500:
Белизна, %: фактическая регламентируемое значение, не менее	85 / 84 84	86 / 85 84	88 / 87 86
Стойкость поверхности к выщипыванию, м/с: фактическая регламентируемое значение, не менее	2,0 / 2,0 1,8	2,2 / 2,0 2,0	2,4 / 2,2 2,2

Таким образом, новый продукт, синтезированный на основе карбамида, формальдегида и ε-аминокапроновой кислоты, может быть использован в составе меловальных паст в качестве связующего. Его эффективность не уступает природному связующему (казеину). Показано, что качество образцов мелованной бумаги марок ДВ, ДО и ДЧ повышается на 3–8% несмотря на то, что снижается содержание полученного нового синтетического связующего по сравнению с природным на 0,4–1,0 масс. ч.

УДК 62-784.43

Н.В. Щербак, доц., канд. техн. наук
n.sioeva@narfu.ru (САФУ, г. Архангельск, Россия)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХВОЙНОЙ БЕЛЕННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В КОМПОЗИЦИИ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ БУМАГИ

Потребность рынка в фильтровальных бумагах и картона для очистки воздуха ежегодно растет. В России объем производства фильтровальных бумаг для очистки воздуха, ограничен узким спектром выпускаемых марок и крайне невысокими объемами производства, не превышающим 5 % мирового производства. Композиция высокоэффективных и сверхэффективных фильтровальных материалов состоит преимущественно из стекловолокна, характеризующегося сравнительно невысокой (по сравнению с натуральными и синтетическими) стойкостью к многократным деформациям изгиба, смятия и истирания. Фильтровальные картонные для очистки воздуха, нового по-

коления должны обладать комплексом свойств, достижение которых возможно только при комбинировании в композиции микротонких стеклянных и растительных волокон. Для повышения стойкости к истиранию при сохранении высоких фильтрующих способностей российские производители использовали в композиции фильтровальных картонов мерсеризованную целлюлозу. Однако мерсеризованная целлюлоза имеет высокую себестоимость и не является распространенным видом волокнистого полуфабриката, поэтому:

Целью исследований было рассмотреть возможность использования в композиции фильтровального картона для очистки воздуха распространенных волокнистых полуфабрикатов, производимых в России.

Объекты и методы исследований. На основании имеющейся теоретической базы и информации из открытых источников в поисковых исследованиях использовали несколько видов целлюлоз (табл. 1). Геометрические размеры целлюлозных волокон изучали по общепринятой методике с применением анализатора волокна Fiber Tester.

Для изготовления образцов фильтровального картона использовали добавку микротонкого стекловолокна производства ОАО «Новгородский завод стекловолокна». Долю стекловолокна в композиции варьировали от 0 до 75 % с шагом 25. Масса лабораторных образцов составляла 260 ± 5 г/м².

Лабораторные образцы изготавливали и испытывали по стандартным методикам, регламентированным ГОСТами.

Эффективность фильтрации оценивали на тестере фильтров TSI 3160 в соответствии с ГОСТ Р ЕН 1822-3-2012. Тест проводится на плоском образце фильтровального материала площадью 78,5 см². Через образец пропускали полидисперсный аэрозоль, разделенный на фракции по размеру частиц 0,03; 0,05; 0,1; 0,2; 0,3 мкм. Измерение характеристик фильтра фиксировали в протоколе испытаний для каждого размера частиц отдельно, а также определяли точку наиболее проникающих частиц (MPPS – most penetration particle size). Скорость потока воздуха при испытании поддерживалась 5 л/мин.

Результаты и их описание. Исследование свойств целлюлозных волокон представлено в таблице 2 и на рисунках 1,2. Для сравнения анализировали и свойства мерсеризованной целлюлозы, традиционно используемой в производстве фильтровальных бумаг.

Полученные значения по длине и ширине исследуемых целлюлозных полуфабрикатов из хвойных пород древесины, отвечают теоретическим представлениям. У образцов небеленых хвойных целлюлоз (СЦБК и ВЦ) ширина волокна выше на 17 %, по сравнению с бе-

леными видами (АЦБК и УИл), что обусловлено меньшей деструкцией волокна в связи с отсутствием отбелки.

Таблица 1 – Технические характеристики волокнистых полуфабрикатов

Показатели	Значение			
	АЦБК	УИл	СЦБК	ВЦ
Обозначение	АО	УИл	СЦБК	ВЦ
Производитель	АО «Архангельский ЦБК»	Группа «Илим», филиал «Усть-Илимский ЦБК»	ПАО «Сокольский ЦБК»	ОАО «Выборгская целлюлоза»
Варка	сульфатная, СА	сульфатная, СА	бисульфитная, БСИ	сульфитная, СИ
Марка	ХБ-2	ХБ-2	модифицированная	-
Вид волокна	хвойное беленое	хвойное беленое	хвойное небеленое	хвойное небеленое
Жесткость, ед каппа	13-18	15-20	115 °Бе	35-45
Непровар, %	≤2	≤2	≤1,3	≤1,5
Степень помола, °ШР	12-15	12-15	14-16	14-16

Таблица 2 – Измерение исходных геометрических размеров целлюлозных хвойных волокон

Целлюлоза	Средняя длина, мм	Средняя ширина, мкм	Содержание мелочи, % (длина менее 0,2 мм)	Фактор формы, %
АЦБК	2,31	27,2	2,1	85
УИл	2,55	28,6	1,0	82
СЦБК	2,81	34,0	2,3	86
ВЦ	2,70	34,0	2,2	80
Мерсеризованная	2,40	27,7	0,5	60

Длина хвойной целлюлозы производства АЦБК несколько ниже по сравнению с аналогом, производства УИл. Данный факт можно объяснить качеством древесной щепы, в соответствии с ГОСТ 15815-83 в щепе из хвойных пород древесины, допускается присутствие щепы лиственных пород до 10 %. В пробах товарной хвойной беленой целлюлозы АЦБК обнаружено содержание лиственной целлюлозы в количестве 5-8 %. В пробе хвойной целлюлозы УИл примесь лиственной целлюлозы не обнаружена, что обусловлено преобладанием хвойных лесов на арендованных предприятием территориях лесопользования.

Волокнистые полуфабрикаты АЦБК и УИл, сопоставимы по характеристикам жесткости, исходной степени помола и т.п., см. таблицу 1. Выявленные отличия в морфологии волокон обусловлены ис-

пользованием в производстве щепы разных пород, так на АЦБК преимущественно используется сосна, а на УИл – ель.

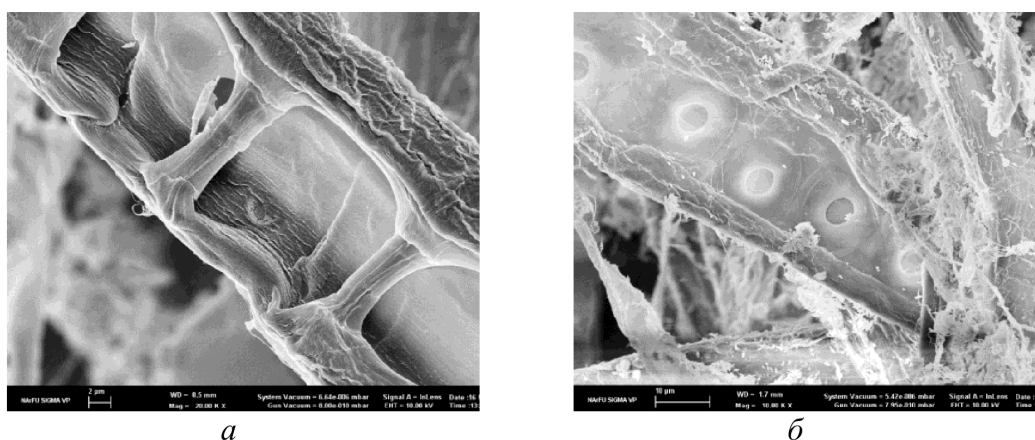


Рисунок 1 – Микрофотографии целлюлозы производства
(а) АО «Архангельский ЦБК»;
(б) Группа «Илим», филиал «Усть-Илимский ЦБК»

Анализ волокон на Fiber Tester выявил одно из ключевых отличий мерсеризованной целлюлозы от традиционных волокнистых полуфабрикатов – Фактор формы (отношение проекции длины волокна к его истинной длине, выраженное %). Фактор формы мерсеризованной целлюлозы составляет 60 %, т.е. волокна очень гибкие, сильно изогнутые, рисунок 2а, при этом проба не содержит мелкого волокна. Фактор формы всех остальных исследуемых целлюлоз СА, СИ и БСИ выше 80 %, т.е. волокна сильно выпрямленные, без извитостей. Наглядно, разница представлена на микрофотографиях, рисунок 2.

Таким образом, способность к формированию листа из мерсеризованной и др. целлюлоз будут сильно отличаться. Полученные результаты позволили скорректировать содержание хвойных СА, СИ и БСИ целлюлоз при моделировании композиции по волокну фильтровального картона. На первом этапе изготавливали лабораторные образцы картона, из целлюлоз СЦБК и АЦБК размолотых до 22 ШР, проклеенных в массе, рисунок 3. Повышение доли целлюлозы СЦБК приводит к снижению сопротивления потоку воздуха, т.е. повышению производительности фильтра. Обратная картина наблюдается при использовании целлюлозы АЦБК, повышение доли которой ведет к резкому, негативному увеличению сопротивления потоку воздуха. Выявленная разница объясняется различиями в свойствах этих полуфабрикатов. При сульфитной (модифицированной, бисульфитной) варке, в поверхностных слоях клеточной стенки целлюлозного волокна остается большее количество гемицеллюлоз, волокна становятся более мягкие,

гибкие. Сульфитная целлюлоза традиционно использовалась в мировой ЦБП для получения фильтровальных и впитывающих видов бумаг. Эффективность очистки воздуха при этом меняется не линейно, максимум обнаружен при 50 %-ом содержании целлюлоз, в обоих случаях.

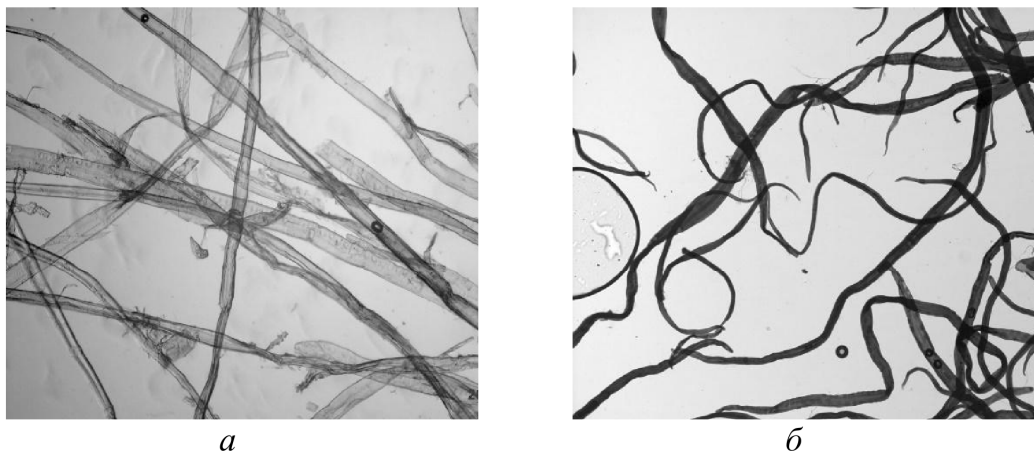


Рисунок 2 – Микрофотографии целлюлоз, на примере: (а) СЦБК; (б) мерсеризованной

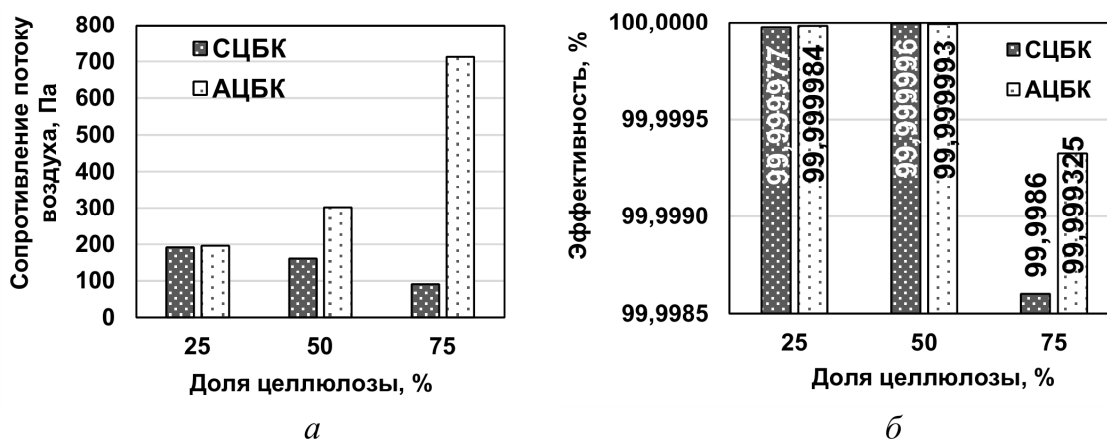


Рисунок 3 – Влияние добавки хвойной целлюлозы на (а) сопротивление потоку воздуха и (б) эффективность очистки воздуха

Основываясь на полученных результатах и учитывая разницу в морфологии, были опробованы другие виды хвойных целлюлоз. Для снижения сопротивления потоку воздуха, целлюлоза предварительно не размалывалась, проклейка в массе не применялась, рисунок 4. Наилучшие результаты по совокупности свойств, обнаружили образцы из бисульфитной СЦБК и сульфитной ВЦ. Эффективность очистки воздуха для этих образцов, также оказалась выше на порядок, 99,999 для образцов с содержанием СЦБК и ВЦ; 99,99 – АЦБК и УИл. Отметим,

что в результате хранения образцы без проклейки распушились, эффективность упала на порядок, за три месяца.

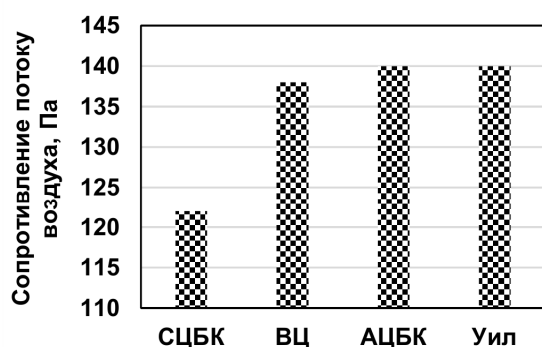


Рисунок 4 – Влияние вида целлюлозы на сопротивление потоку воздуха образцов картона

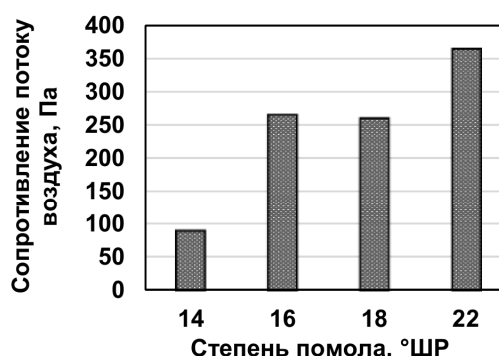


Рисунок 5 – Влияние степени помола целлюлозы СЦБК на сопротивление потоку воздуха образцов картона

Анализ влияния степени помола показал: увеличение степени помола целлюлозы закономерно приводит к ухудшению производительности исследуемых образцов. Сопротивление потоку воздуха растет, рисунок 5, на примере бисульфитной целлюлозы СЦБК. Эффективность очистки при этом остается на одном уровне, в данном диапазоне изменения степени помола. Аналогичные картины были получены при размоле других видов целлюлоз.

Установлено, что для получения образцов картона с заданным уровнем фильтрующих характеристик, размол целлюлозы не применим, допустимо рафинирование (слабое механическое воздействие без повышения степени помола и без укорочения волокна) с целью гидратации (набухания) целлюлозы. Степень помола не должна повышаться более чем на 2 °ШР от исходной.

Проведенные исследования позволили оценить возможность использования разных видов хвойных целлюлоз в композиции фильтровального картона. В ходе исследований были разработаны как двух-, так и трехкомпонентные составы по волокну, позволяющие получить баланс между низким сопротивлением потоку воздуха и хорошей эффективностью. Показана возможность получения фильтровальных картонов с пониженным содержанием дорого стекловолокна, мерсеризованная целлюлоза может быть полностью заменена сульфитными и бисульфитными видами полуфабриката. Повысить плотность листа при этом, возможно добавкой, размолотой хвойной белой целлюлозы. В виду ограниченного объема данной публикации, более подробно

результаты исследований будут представлены в следующих работах автора.

Все исследования проведены на оборудовании ИТЦ «Современные технологии переработки биоресурсов Севера».

УДК 676.017.2

А.Н. Романова, аспирант, Я.В. Казаков, доц., д-р техн. наук
А.В. Малков, доц., канд. хим. наук
j.kazakov@narfu.ru, (САФУ, г. Архангельск, Россия)

СРАВНЕНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ТОП-ЛАЙНЕРА ИЗ ПЕРВИЧНОГО И ВТОРИЧНОГО ВОЛОКНА

Современные тенденции развития целлюлозно-бумажной отрасли во многом связаны с рециклингом бумаги и картона и возрастанием доли вторичного волокна в композиции бумаги, картона и изделий из них. Неоднородность структуры картона, как из первичного, так и из вторичного волокна, обуславливается анизотропией, волокнистой природой материала и существующей технологией его изготовления и является одной из характерных его особенностей.

Неоднородность структуры бумаги и картона при механическом нагружении неизбежно ведет к появлению вариации в величинах местной деформации в испытуемом образце. Наблюдаемые при этом эффекты существенно зависят от анизотропии структуры, во многом определяющей механические свойства исследуемого материала [1]. Таким образом, учет макроструктурной неоднородности, анизотропии и количественная оценка неоднородности деформаций позволяют более надёжно прогнозировать поведение целлюлозно-бумажного материала при его эксплуатации [3].

Для количественной оценки распределения локальных растягивающих, сжимающих и сдвиговых деформаций, возникающих в структуре картона при приложении растягивающей нагрузки, нами была разработана специальная методика. Согласно методике производится подготовка образцов к испытанию, нанесение на них сетки точек с заданным шагом, фотофиксация процесса растяжения образцов и обработка полученных изображений и массива данных с помощью программного обеспечения [2].

При анализе фотоснимков определяются координаты точек (узлов) до момента приложения растягивающей нагрузки и их смещения в процессе растяжения. Используя методы и формулы метода конечных элементов (МКЭ) для изопараметрических треугольных элемен-