

О. А. Мисюров, соискатель; С. В. Карпова ассист., м.т.н.;
Н. В. Черная проф., д.т.н.; Т. В. Чернышева с.н.с.;
студ. С. А. Дашкевич

(кафедра химической переработки древесины, БГТУ)

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ СУСПЕНЗИЙ ИЗ ПЕРВИЧНЫХ И ВТОРИЧНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ И ПРИМЕНЕНИЯ ИХ В ТЕХНОЛОГИИ БУМАГИ И КАРТОНА

Расширению ассортимента бумаги и картона, отличающихся физико-механическими свойствами и областью применения, способствует использование первичных и вторичных волокнистых полуфабрикатов и различных композиций, составленных на их основе. Для получения волокнистых суспензий из первичных и вторичных полуфабрикатов традиционно применяют стадию размола. Для этого используют различные виды размалывающего оборудования, отличающегося конструктивными элементами и видом гарнитуры и способного работать при концентрациях волокнистых суспензий 1–6% и регулируемом удельном давлении. При этом эффективность стадии размола волокнистых суспензий существенно зависит от ее продолжительности. Известно [1], что этот важный технологический фактор влияет на степень помола получаемой суспензии и, следовательно, водоудерживающую способность волокон, которую условно выражают в градусах Шоппер-Риглера (°ШР). Стадия размола сопровождается протеканием в волокнистых суспензиях трех основных процессов [1]: 1) набухание; 2) фибриллирование (внешнее и внутреннее); 3) укорочение («рубка»). «Раскрытые» гидроксильные группы волокон способствуют образованию межволоконных связей в структуре бумаги и картона и, следовательно, характеризуют бумагообразующие свойства волокнистых суспензий. Последние представляют собой дисперсные системы, в которых дисперсной фазой являются волокна, а дисперсионной средой – вода.

Первичными волокнистыми полуфабрикатами являются разнообразные виды целлюлозы [2, 3], полученные путем химической переработки хвойных и лиственных пород древесины по сульфитным и щелочным способам. Однако эффективность переработки конкретного вида целлюлозы в технологии бумаги и картона существенно зависит от степени фибриллирования волокон и, следовательно, «раскрытия» на их поверхности отрицательно заряженных активных центров (гидроксильных групп). В то же время в научной и технической лите-

ратуре отсутствует информация об обумагообразующих свойствах волокнистых суспензий, полученных из целлюлозы сульфатной беленой хвойной, выпускаемой на новом целлюлозном заводе ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат». Отсутствие этой информации не позволяет расширить область ее применения на предприятиях Республики Беларусь (включая технологию полиграфического картона и бумаги (легкомелованной газетной и текстурной), производство которых ориентировано на филиал «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» ОАО «Управляющая компания холдинга «Белорусские обои» и РУП «Завод газетной бумаги» соответственно) и за рубежом.

Вторичные волокнистые полуфабрикаты объединяют разнообразные виды макулатуры, подразделяющиеся согласно ГОСТ 10700-89 на 13 марок (МС-1, МС-2, ..., МС-13) и перерабатываемые на многих целлюлозно-бумажных предприятиях [4, 5]. Их бумагообразующие свойства уменьшаются в ряду МС-1 > МС-2 ... > МС-13. В Республике Беларусь бумагу и картон производят преимущественно из макулатуры марок МС-5 ... МС-13 и реже из МС-1 и МС-2 из-за ограниченных объемов их сбора. Увеличение циклов переработки вторичных полуфабрикатов снижает их бумагообразующие свойства. Однако эффективность применения макулатуры марок МС-5 ... МС-13 можно повысить, по нашему мнению, за счет использования нереализованных возможностей стадии размола путем управления процессом фибриллирования и предотвращения нежелательного процесса укорочения («рубки») волокон.

Отсутствие в научной и технической литературе информации об особенностях получения волокнистых суспензий из первичных и вторичных полуфабрикатов и применения их в технологии бумаги и картона обуславливает актуальность настоящей работы с научной и практической точек зрения.

Цель исследования – разработка способа повышения бумагообразующих свойств целлюлозных и макулатурных суспензий, отличающихся концентрацией и исходной степенью помола, на основе установления зависимости влияния продолжительности стадии размола на степень помола, среднюю длину волокон и скорость процесса фибриллирования.

Предмет исследования – процессы набухания, фибриллирования и укорочения («рубки») волокон, протекающие при размоле первичных и вторичных полуфабрикатов.

Объекты исследования – волокнистые суспензии, содержащие первичные (целлюлозные) и вторичные (макулатурные) волокна, и полученные из них образцы бумаги.

Волокнистые суспензии получали из первичного (целлюлозы сульфатной беленой хвойной, производитель ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат») и вторичного (макулатуры марки МС-7) полуфабриката. Для этого сначала проводили процесс их диспергирования с использованием дезинтегратора марки БМ-3 (стадия роспуска), а затем процессы набухания, фибриллирования и укорочения волокон с применением лабораторного ролла (стадия размола), в котором концентрация волокнистой суспензии составляла 1 и 6%. Продолжительность стадии размола увеличивали от 5 до 80 мин. Степень помола волокнистых суспензий и среднюю длину волокон определяли по стандартным методикам на аппарате СР-2 и приборе Иванова соответственно. Образцы бумаги (80 г/м²) изготавливали на листоотливном аппарате «Rapid-Ketten» (фирма «Ernst Haage», Германия), моделирующем работу современной бумагоделательной (картоноделательной) машины. Прочность образцов бумаги характеризовали разрывной длиной, которую определяли на испытательной машине Testometric (Великобритания). Результаты исследования представлены в таблице.

Из таблицы видно, что при увеличении продолжительности стадии размола от 5 до 80 мин, когда волокнистая суспензия имеет концентрацию 1 и 6%, наблюдаются три области.

В первой области происходит процесс набухания волокон. Об этом свидетельствует сохранение исходной степени помола (15°ШР и 25°ШР для целлюлозной и макулатурной суспензий соответственно), средней длины волокон, составляющей 2,5 мм для целлюлозы и 1,7 мм для макулатуры, и разрывной длины образцов бумаги, равной 3500 м для целлюлозы и 2100 м для макулатуры.

Во второй области протекает процесс фибриллирования волокон, сопровождающийся «раскрытием» отрицательно заряженных активных центров (гидроксильных групп) и участием их в образовании межволоконных связей. Подтверждением этого является увеличение степени помола волокнистых суспензий от 15 (для целлюлозной суспензии) и 25 (для макулатурной суспензии) до 75°ШР и повышение разрывной длины в 1,75–1,85 раза (от 3500 до 6100 м для целлюлозы и от 2100 до 3900 м для макулатуры). При этом максимально сохраняется первоначальная длина волокон, мм: 2,5 для целлюлозных и 1,7 для макулатурных.

Таблица - Влияние условий стадии размола на свойства волокнистых суспензий (целлюлозных / макулатурных) и прочность полученных из них образцов бумаги

Условия стадии размола		Свойства волокнистых суспензий		Прочность Образцов бумаги
Концентрация суспензий, %	Продолжительность, мин	Степень помола, °ШР	Средняя длина волокон, мм	Разрывная длина, м
1	0	15 / 25	2,5 / 1,7	3500 / 2100
	5	15 / 25	2,5 / 1,7	3500 / 2100
	10	15 / 25	2,5 / 1,7	3500 / 2150
	15	15 / 30	2,5 / 1,7	3550 / 2500
	25	30 / 45	2,5 / 1,7	4150 / 3000
	35	40 / 62	2,5 / 1,7	5000 / 3600
	45	53 / 75	2,5 / 1,7	5750 / 3900
	55	70 / 75	2,5 / 1,5	6100 / 3750
	65	75 / 75	2,3 / 1,3	5820 / 3100
	80	75 / 75	2,0 / 1,0	5050 / 2500
6	0	15 / 25	2,5 / 1,7	3500 / 2100
	5	15 / 25	2,5 / 1,7	3500 / 2150
	10	17 / 35	2,5 / 1,7	3560 / 2500
	15	20 / 50	2,5 / 1,7	4000 / 2850
	25	35 / 75	2,5 / 1,7	4850 / 3900
	35	50 / 75	2,5 / 1,4	5780 / 3850
	45	67 / 75	2,5 / 1,2	6100 / 3350
	55	75 / 75	2,1 / 1,0	5820 / 2750
	65	75 / 75	1,9 / 0,8	5450 / 2300
	80	75 / 75	1,7 / 0,6	5030 / 2000

В третьей области происходит укорочение («рубка») волокон. При этом степень помола волокнистых суспензий, достигнув максимальных значений при степени помола 75°ШР, не изменяется, а средняя длина целлюлозных и макулатурных волокон заметно уменьшается. Этот показатель изменяется от 2,5 до 1,7–2,0 мм для целлюлозных и от 1,7 до 0,6–1,0 мм для макулатурных волокон. Укорочение целлюлозных волокон в 1,25–1,47 раза приводит к ухудшению их бумагообразующих свойств на 18%, что вызывает снижение разрывной длины образцов бумаги от 6100 до 5030–5050 м. Для макулатурных волокон укорочение в 1,70–2,83 раза приводит к уменьшению разрывной длины от 3900 до 2000–2500 м, что свидетельствует об ухудшении их бумагообразующих свойств на 36–49%.

Таким образом, получение волокнистых суспензий из первичных (целлюлозы) и вторичных (макулатуры) полуфабрикатов с улуч-

шенными бумагообразующими свойствами основано на протекании процесса фибриллирования и предотвращении процесса укорочения («рубки») волокон. Сохранение первоначальной длины волокон (целлюлозных – 2,5 мм; макулатурных – 1,7 мм) обеспечивается за счет управления процессом их фибриллирования. Повышение степени помола целлюлозной и макулатурной суспензий от 15 и 25°ШР соответственно до 75°ШР, при которой завершается процесс фибриллирования и начинается «рубка» волокон, способствует повышению разрывной длины образцов бумаги в 1,75–1,85 раза по сравнению с неразмолотыми волокнами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черная, Н.В. Технология производства бумаги и картона : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Химическая технология переработки древесины» / Н.В. Черная, В.Л. Колесников, Н.В. Жолнерович. – Минск : БГТУ, 2013. – 435 с.

2. Черная, Н.В. Технология производства сульфитной целлюлозы : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Химическая технология переработки древесины» / Н.В. Черная. – Минск : БГТУ, 2012. – 351 с.

3. Черная, Н.В. Технология производства щелочной целлюлозы. В 2 ч. Ч. 1 : учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Химическая технология переработки древесины» / Н.В. Черная, Н.В. Жолнерович. – Минск : БГТУ, 2015. Ч. 1. – 268 с.; Ч. 2. – 205 с.

4. Черная, Н.В. Сбор вторичного сырья и его переработка в целлюлозно-бумажной промышленности по ресурсосберегающим и импортозамещающим технологиям / Н.В. Черная, И.И. Карпунин, В.В. Кузьмич // Научно-технический прогресс в жилищно-коммунальном хозяйстве : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 3–4 октября 2019 г.: в 3 ч. – Минск : БГТУ. – Ч. 1. – С. 280–289.

5. Черная, Н.В. Современные технологии переработки вторичных материальных ресурсов на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности Республики Беларусь и за рубежом / Н.В. Черная, И.И. Карпунин, В.В. Кузьмич // Научно-технический прогресс в жилищно-коммунальном хозяйстве : сб. тр. : в 2 ч. / Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси. – Минск : БГТУ, 2020. – Ч. 1. – С. 258–269.