

ния, позволяющие создавать устойчивую пену с мелкодисперсными пузырьками воздуха из оборотного маточного раствора без добавления к нему каких-либо дополнительных пенообразователей.

4. Разработана конструкция промышленного пеногенератора, позволяющего реализовать предложенный способ вторичного обогащения в пенном слое в промышленных условиях. Разработанный способ вторичного обогащения прост в реализации и не требует использования каких-либо дополнительных реагентов или дорогостоящего оборудования.

5. Проведенные в условиях действующего производства в ОАО «Беларуськалий» промышленные испытания показали, что разработанный способ вторичного обогащения в пенном слое флотационного концентрата сильвина с использованием пены маточного раствора и конструкция пеногенератора имеют достаточно высокие потенциальные возможности

и могут быть с успехом использованы для флотационного обогащения любых полезных ископаемых в горнорудной промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мещеряков, Н. Ф. Кондиционирующие и флотационные аппараты и машины / Н. Ф. Мещеряков. – М.: Недра, 1990. – 237 с.
2. Годэн, А. М. Флотация / А. М. Годэн; пер. с англ. Г. О. Ерчиковского. – М.: ГОНТИ, 1934. – 464 с.
3. Справочник по обогащению полезных ископаемых: доп. и переработ.; пер. с англ. / сост. группой авторов под ред. А. Ф. Таггарта; под общ. ред. С. И. Полькина. – М.: Metallurgizdat, 1952.
4. Вторичная концентрация минералов при флотации / В. И. Классен [и др.]; под общ. ред. Н. К. Вериги. – М.: ЦНИИцветмет, 1961. – 75 с.
5. Провести исследования и разработать способ повышения качества концентрата методом орошения минерализованной пены: отчет о НИР (заключ.) / Белор. национ. техн. ун-т; рук. Ю. П. Лебян. – Минск, 2007. – 506 с. – № ГР 20066235.

Поступила 28.02.2013

УДК 676.1.022

## СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА БУМАГИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОЙ УПАКОВКИ

*Докт. техн. наук КАРПУНИН И. И.*

*Белорусский национальный технический университет*

Работа посвящена изучению качественных показателей бумаги, полученной из древесной целлюлозы с введением целлюлозы из низкосортного короткого волокна льна, которое является отходом. При этом следует отметить, что полученная бумага должна обладать повышенной прочностью. Это имеет особое значение для производства высокопрочной упаковки.

В Республике Беларусь выращивается около 140–150 тыс. т льняной соломы. Лубоволокнистые растения (лен, конопля, кенаф и другие, содержащие луб) – это ценное сырье, пригодное для получения высококачественной бумаги и упаковки. Преимущество и особая ценность такого сырья перед древесиной в том, что оно содержит луб с очень прочной длиноволокнистой целлюлозой, а получаемое низкосортное

короткое волокно пригодно для производства ценных видов бумаг и высококачественной упаковки. Немаловажно, что в производстве такого волокнистого полуфабриката из низкосортного короткого волокна и низкокачественной льняной соломы исключается энергоемкая операция по приготовлению щепы. При этом лен возобновляется ежегодно, а для развития древесного растительного сырья требуются многие десятилетия.

Обычно для изготовления бумаги в качестве волокнистого полуфабриката применяют небеленую сульфатную хвойную целлюлозу. Однако для изготовления прочной упаковки используется указанного вида бумага. Существенным недостатком производства такой бумаги является применение древесины хвойных пород,

которую следует использовать для других целей, к тому же она дефицитна.

С учетом вышеизложенного особое значение должно иметь совершенствование технологии производства бумаги для получения качественной упаковки. При этом решается комплекс проблем, связанных с повышением гидрофобных и прочностных свойств полученной бумаги в сухом и влажном состояниях.

Полученные автором результаты [1–4] по содержанию целлюлозы и других компонентов в отходах льна свидетельствуют о том, что они являются ценным сырьем для производства бумаги, из которой можно изготовить качественную (прочную) упаковку. Ценным сырьем для получения волокнистых полуфабрикатов (целлюлозы и полуцеллюлозы) могут являться: бракованные солома льна и треста, отходы льнозаводов первичной переработки льна. К таким отходам относятся низкосортное короткое волокно, а также отходы котонина.

Лубяные культуры должны занять достойное место в экономике Республики Беларусь для производства волокнистого полуфабриката – целлюлозы, пригодной для выпуска высококачественной бумаги и упаковки. Для снижения стоимости бумаги из волокнистого полуфабриката лиственной породы древесины –

березы и осины (целлюлозы – применяли в ее композиции добавку целлюлозы, полученной сульфатной варкой низкосортного короткого волокна льна.

Для испытания в лабораторных условиях были изготовлены образцы бумаги, предназначенной для производства упаковки. Удельная масса бумаги в испытаниях составляла 70 г/м<sup>2</sup>. Для оценки качественных показателей ее испытывали на следующие показатели: разрывная длина, сопротивление продавливанию, число двойных перегибов, модуль Юнга. Результаты по испытанию на качественные показатели полученной бумаги представлены в табл. 1, по определению содержания целлюлозы и гемицеллюлоз в целевом продукте (согласно [5]) – в табл. 2.

Из результатов, приведенных в табл. 1, следует, что при повышении расхода (содержания в композиции) сульфатной целлюлозы, полученной из низкосортного короткого волокна, улучшаются качественные показатели бумаги: возрастают разрывная длина и число двойных перегибов. В то же время следует заметить, что модуль Юнга и жесткость при разрыве незначительно увеличиваются (модуль Юнга – от 3,245 до 3,428 ГПа и жесткость при разрыве – от 502,5 до 532,5 кН/м).

Таблица 1

Результаты испытаний полученных образцов бумаги

№ композиции	Количество в композиции бумаги, %			Разрывная длина, %	Сопротивление продавливанию, %	Число двойных перегибов	Жесткость при разрыве, кН/м	Модуль Юнга, ГПа
	сульфатной целлюлозы из ели	сульфатной целлюлозы из осины	сульфатной целлюлозы из низкосортного короткого волокна льна					
1	0	30	70	9950	4,7	1810	652	3,889
2	0	50	50	9040	4,0	1520	650	3,856
3	0	70	30	8175	3,6	1310	632	3,878
4	0	100	0	7015	3,1	1120	626	3,844
5	100	0	0	8870	4,2	1430	640	3,836
6	50	0	50	9810	4,6	1745	656	3,842
7	0	0	100	11120	5,4	2030	667	3,955

Таблица 2

Содержание целлюлозы и гемицеллюлоз в целевом продукте

Целевой продукт из растительного сырья	Содержание в целевом продукте углеводной части, %	
	целлюлозы	пентозанов (манноза, арабиноза, ксилоза)
Целлюлоза сульфатной варки осины	80,5	19,5
Целлюлоза сульфатной варки ели	84,1	15,9
Целлюлоза сульфатной варки низкосортного короткого волокна льна	95,2	4,8

**Примечание.** Варку растительного сырья проводили в одинаковых условиях.

Это указывает на то, что полученную бумагу для производства упаковки можно изготавливать с добавлением в композицию сульфатной небеленой целлюлозы, полученной из низкосортного короткого волокна льна, что существенно не отражается на эластичности бумаги, предназначенной для изготовления упаковки. При этом значительно возрастают прочностные показатели бумаги (разрывная длина, сопротивление продавливанию и число двойных перегибов).

Из результатов, представленных в табл. 2, следует, что содержание целлюлозы в целевом продукте влияет на качественные показатели получаемой бумаги. То есть при увеличении количества целлюлозы в целевом продукте повы-

## ВЫВОД

Улучшение качества целевого продукта можно объяснить возрастанием его физико-механических показателей, что связано с изменением количества входящих в него компонентов и особенностью целевого продукта, полученного из низкосортного волокна льна. С увеличением содержания целлюлозы и снижением содержания гемицеллюлоз возрастают физико-механические показатели целевого продукта, что важно для получения высококачественной упаковки. При этом для размолы целлюлозы важно содержание в ней определенного количества гемицеллюлоз.

Таблица 3

**Влияние содержания гемицеллюлоз в целлюлозе на ее качественные (физико-механические) показатели и размол**

№ опыта	Содержание гемицеллюлоз в волокнистом полуфабрикате, %	Размол, °ШР	Разрывная длина, м	Число двойных перегибов	Сопротивление продавливанию, кг/см <sup>2</sup>	Время размолы, мин
1	4,6	60	9010	1990	3,5	230
2	6,2	61	8820	1960	4,4	200
3	7,5	60	8750	1940	4,6	195
4	10,6	60	7930	1620	3,1	175
5	12,4	59	7090	1510	2,3	160
6	15,2	60	6780	1290	2,0	155

**Примечание.** Давление в ролле при размолы 3 кг/см<sup>2</sup>. Для исследования отбирали образцы волокнистых полуфабрикатов с примерно одинаковым содержанием лигнина. Определение содержания гемицеллюлоз в целлюлозе проводили согласно [5].

шаются его физико-механические показатели, что имеет особое значение для производства качественной упаковки. При этом уменьшение содержания пентозанов в целевом продукте также способствует повышению его качественных (физико-механических) показателей.

В [6, 7] имеются данные о том, что снижение содержания гемицеллюлоз в целлюлозе затрудняет ее размол и ведет к возрастанию времени работы оборудования для размолы. Оказалось, что наличие гемицеллюлоз способствует мокрому размолу целлюлозы. Полученные автором результаты (табл. 3) показывают, что для обеспечения размолы волокнистого полуфабриката (целлюлозы) и ее достаточно высокого качества (физико-механических показателей) необходимо присутствие гемицеллюлоз в целлюлозе в определенном количестве, при котором не ухудшается размол целлюлозы и в то же время сохраняются указанные качественные показатели.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Карпунин, И. И. Исследование отходов первичной переработки льна для производства высококачественной бумаги и упаковки / И. И. Карпунин // Весці НАН Беларусі. – 2011. – № 1. – С. 120–123.
2. Карпунин, И. И. Влияние стадий роста и погодных условий роста на переработку и химический состав льна / И. И. Карпунин, П. П. Казакевич. – Минск, 2007. – 82 с.
3. Карпунин, И. И. Отходы переработки льна – ценное сырье для производства бумаги и картона / И. И. Карпунин // Целлюлоза, бумага, картон. – 2007. – № 7. – С. 40–43.
4. Карпунин, И. И. Технологические режимы переработки растительного сырья для производства упаковки / И. И. Карпунин, В. В. Кузьмич, Т. Ф. Балабанова // Вестник БНТУ. – 2011. – № 3. – С. 41–42.
5. Оболенская, А. В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы / А. В. Оболенская, З. П. Ельницкая, А. А. Леонович. – М., 1991. – 320 с.
6. Иванов, С. Н. Технология бумаги / С. Н. Иванов. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 696 с.

Поступила 02.05.2012