

УДК 676.023.1

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ОТБЕЛКИ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА БУМАГИ

Ишкuvatova A.P., Ивановский С.К., Трифонова К.В.

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
Магнитогорск, e-mail: iar_1994@mail.ru*

В данной работе рассмотрен вопрос использования вторичного волокнистого сырья при производстве бумаги и картона. Изучено влияние процесса отбеливания на прочностные свойства бумаги, рассмотрены основные отбеливающие реагенты и их действие на волокна целлюлозы.

Ключевые слова: целлюлозно-бумажная промышленность, бумага, макулатурная масса, белизна, флотация, механический показатель, гофрированный картон, целлюлоза, отбеливание, прочностные свойства, полуфабрикат

INFLUENCE OF PROCESS OF THE BLEACHING ON STRENGTH PROPERTIES OF PAPER

Ishkuvatova A.R., Ivanovsky S.K., Trifonova K.V.

Magnitogorsk state technical University G.I. Nosov, Magnitogorsk, e-mail: iar_1994@mail.ru

In this work the question of use of secondary fibrous raw materials is considered by production of paper and a cardboard. Influence of process of a bleaching on strength properties of paper is studied, the main bleaching reagents and their action on cellulose fibers are considered.

Keywords: pulp and paper industry, paper, waste weight, whiteness, flotation, mechanical indicator, corrugated fibreboard, cellulose, bleaching, strength properties, semi-finished product

На современном этапе развития целлюлозно-бумажной промышленности использование макулатуры в качестве волокнистого сырья при производстве бумаги стабильно возрастает и становится повсеместным [2]. Кроме того, применение макулатуры позволяет снизить остроту вопросов охраны окружающей среды за счет сокращения использования лесных ресурсов и утилизации накапливающихся бумажно-картонных отходов [4].

По данным ФАО в 2010 году доля использования макулатурной массы в композиции бумаги и картона составила свыше 50% независимо от вида вырабатываемой продукции. Во всем мире макулатурная масса используется в производстве: газетной бумаги – 12%; контейнерного картона «тест-лайнер» и бумаги-основы для гофрирования – 29%; коробочного картона – 19% [2].

Крупнейшими переработчиками макулатуры в России являются ОАО «Санкт-Петербургский КПК» (входит в лесопромышленную группу ЗАО «Илим Палп Энтерпрайз», до 18% рынка), ЗАО «Набережно-Челнинский КБК» (10,5%), Алексинская КФ (12,1%), ООО «Ступинский КПК» (10%), ОАО «Картонтара» (Майкоп, 9%), перерабатывающие более 100 тыс. т макулатуры в год каждый [3].

Производители бумаги и картона используют макулатурную массу для снижения себестоимости готовой продукции. Однако, использование макулатурной массы ограничено ввиду потери качества (ухудше-

ния прочностных характеристик, наличия видимых включений на поверхности готовой продукции – парафина, битума, термоклея и частиц типографской краски) [7].

Важной операцией технологического процесса переработки макулатуры в высококачественный волокнистый полуфабрикат является отбеливание, которое осуществляется в том случае, когда предъявляются повышенные требования к бумагообразующим свойствам макулатурной массы (ММ) и, в первую очередь, к белизне полуфабриката.

Для отбеливания ММ используются химические реагенты, обеспечивающие сохранение лигнина: пероксид водорода, дитионит натрия, формамидин сульфоновой кислоты, и удаляющие лигнин: гипохлорит натрия, диоксид хлора, кислород, озон.

Отбеливание ММ, состоящей преимущественно из волокон целлюлозы, производится при использовании делигнифицирующих химических реагентов, которые вступают во взаимодействие с различными хромоформными структурами волокнистого полуфабриката.

В отличие от целлюлозы волокна механической древесной массы (МДМ) содержат лигнин, который находится в несконденсированном состоянии и имеет несколько хромоформных структур, придающих ему желтую окраску. Отбеливание ММ с содержанием МДМ обычно осуществляется способом, при котором не происходит удаление лигнина [5].

Задачей отбеливания целлюлозы является продолжить делигнификацию и, используя отбеливающие химикаты, удалить полностью лигнин, известный как остаточный лигнин, который остается в целлюлозе после варки и кислородной делигнификации и не может быть разрушен и растворен без существенного снижения выхода целлюлозы или прочностных свойств волокна.

При отбеливании свойства волокна изменяются в желаемом направлении.

Длина волокна не изменяется при отбеливании, но из-за потерь в выходе линейная плотность волокна снижается, то есть больше волокон умещается в единице массы белевой целлюлозы. Это оказывает благоприятное влияние на сопротивление раздиранию. Благодаря удалению лигнина волокно набухает более легко, и пластичность и гибкость волокна возрастают. Это усиливает образование связей между волокнами при формовании. С другой стороны, слишком высокие потери гемицеллюлоз ухудшают способность к адгезии в точках контакта, что, в конце концов, приводит к снижению прочности целлюлозы.

Прочность волокон снижается в результате разрушения целлюлозных цепей. Однако незначительное снижение вязкости не рассматривается как ухудшение прочностных показателей в результате действия противоречивых факторов, упомянутых выше. В результате отбеливания улучшается способность к размолу [6].

В настоящее время применяются щелочные и кислотные ступени отбеливания. При использовании только щелочных или только кислотных ступеней заданный уровень белизны не может быть достигнут, поэтому используются оба вида обработки.

Щелочная обработка целлюлозы в присутствии окислительных реагентов благоприятно влияет на конечную белизну целлюлозы и позволяет лучше сохранить вязкость и механическую прочность целлюлозы, что особенно важно при отбеливании сульфатной целлюлозы. При отбеливании сульфитной целлюлозы наибольшее применение нашел гипохлорит натрия. Окислительное действие гипохлоритного раствора на лигнин связывается преимущественно с присутствием НСЮ , являющейся сильным окислителем. Окисление углеводов гипохлоритом сопровождается образованием карбонильных и карбоксильных групп, ухудшающих химическую устойчивость их, что выражается в понижении вязкости, содержания альфа-целлюлозы и механической прочности. Температуру при гипохлоритной отбеливании обычно поддерживают 30–35 °С. Повышение температуры до 45 °С сокращает продолжи-

тельность отбеливания примерно в 2,5 раза, но при этом ухудшается белизна целлюлозы, падают вязкость, степень полимеризации и механическая прочность.

Диоксид хлора как окислитель отличается высокой избирательностью и реагирует, главным образом, с лигнином, не затрагивая целлюлозу. Окислительный потенциал ClO_2 более низкий, чем гипохлорита, в широкой зоне значений рН, поэтому отбеливание ClO_2 можно проводить и в щелочной среде, и в кислой (рН = 3–5), отвечающей естественному рН растворов ClO_2 [8]. Без вреда для свойств целлюлозы может применяться повышение температуры до 60–80 °С, что благоприятно влияет на белизну и сокращает продолжительность отбеливания. При отбеливании в кислой среде ClO_2 оказывает очень слабое окислительное действие на гемицеллюлозы и целлюлозу, переводя спиртовые группы в карбонильные, а альдегидные – в карбоксильные. Разрыва гликозидных связей почти не происходит, вязкость и степень полимеризации целлюлозы уменьшаются очень незначительно, а механическая прочность белевой целлюлозы сохраняется на уровне небелевой [6].

Пероксид водорода применяется на предприятиях на последних ступенях добеливания, после стадий отбеливания гипохлоритом и диоксидом, для дополнительного повышения белизны (на 2–3 °С) и стабильности белизны при сохранении механических показателей целлюлозы.

В современных схемах отбеливания озон может применяться как делигнифицирующий реагент. Тяжелые металлы (железо, марганец, медь, кобальт и др.) ускоряют разложение озона (как и H_2O_2), что приводит к резкому падению механических свойств целлюлозы и значительному увеличению расхода отбеливающих реагентов. Поэтому при разработке современных схем отбеливания вводится ступень с хелатирующими (комплексообразующими) реагентами для удаления ионов тяжелых металлов [10].

Отбеливание ММ дитионитом натрия или FAS позволяет дополнительно повысить степень и стабильность белизны ММ. После отбеливания восстановительными реагентами осуществляется дополнительный размол ММ для обработки грубых волокон термомеханической массы (ТММ), что способствует уменьшению содержания грубой длиноволокнистой фракции. Обработка волокон ТММ способствует улучшению бумагообразующих свойств ММ, используемой для производства SC и LWC.

Диспергаторы фирмы Andritz позволяют выполнять дополнительные функции в процессе переработки макулатуры: используются для смешивания отбеливающих

реагентов с ММ перед заключительной ступенью переработки макулатуры – отбелке; повышают показатели механической прочности волокна и обеспечивают обеззараживание массы от микроорганизмов [9].

Для повышения степени белизны макулатурной массы при сохранении механических показателей разработан способ облагораживания печатной макулатуры, включающий роспуск макулатурной массы в присутствии H_2O_2 , $NaOH$, $NaSiO_3$, флотацию с использованием в качестве поверхностно-активного вещества сульфатного мыла и отбелку формамидин сульфидной кислотой. В результате использования данного способа достигается высокая степень белизны макулатурной массы при сохранении механической прочности [1].

Таким образом, наблюдающееся в настоящее время увеличение доли использования макулатурной массы в композиции бумаги требует от производителей особого контроля прочностных характеристик. В связи с этим, представляется целесообразным применение реагентов, которые позволят минимизировать деструкцию волокнистой структуры бумаги при сохранении высокого уровня ее белизны.

Список литературы

1. Акулов Б.В., Ковтун Т.Н., Хакимова Ф.Х., Носкова О.А. Способ облагораживания печатной макулатуры // Патент России № 2435892 опубл. 10.12.2011.
2. Ванчаков М.В., Кулешов А.В., Коновалова Г.Н. Технология и оборудование для переработки макулатуры // Учеб. пособие. – 2-е изд-е, испр. И доп. – СПбГТУРП. СПб., 2011. Ч. I. – 99 с.
3. Воробьева В. Второй шанс старой бумаги: инструкция по созданию бизнеса по переработке макулатуры // Экопрогресс. Журнал об экологии и переработке. – 2012. – № 9. – С. 13–15.
4. Иванов А.Н. Современные тенденции в процессах массоподготовки // Сборник трудов международной научно-практической конференции. – СПбГТУРП. – СПб., 2013. – 34 с.
5. Ковалева О. Ресурсосберегающая технология переработки макулатуры. Часть 12. Отбелка макулатурной массы: основные положения // Леспротинформ. – 2008. – № 3 (52) – С. 126-132.
6. Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Исследование влияния химического состава углеводородной части различных видов целлюлозных волокон на физико-механические свойства бумаг для гофрирования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – № 8. – С. 52–55.
7. Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Ершова О.В. Исследование влияния качества исходного сырья на прочностные свойства картонных втулок // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1; URL: www.science-education.ru/115-12226 (дата обращения: 04.11.2014).
8. Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Химические превращения кислородсодержащих ионов хлора растворов при разных значениях диапазона pH // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 2-2. – С. 43-46.
9. Пузырев С.С. Ресурсосберегающая технология переработки макулатуры. Часть 2 // Леспротинформ. – 2006. – № 5. – С. 21-25.
10. Хакимова Ф.Х., Ковтун Т.Н. Отбелка целлюлозы – Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 182 с.