



Ц

Pulp

еллюлоза

Б

Paper

умага

К

Board

артон

10 [2010]

- PAP FOR – Russia '2010. Предварительные итоги.
- Потенциал: Карелия; Светогорск; Сыктывкар....
- Обзор рынка: что происходит с ценами?
- За право стать Геростратом...
- Требуется надежный партнер!
- Статистика: октябрь и 10 месяцев 2010 г.
- Академическая наука предлагает...
- С точки зрения экономики.
- Новинки зарубежной технологии и оборудования.
- Репортажи с семинаров.
- Календарь выставок '2011.

Научные основы упрочнения бумаги при участии полимерполиционных наночастиц

С. Ю. Кожевников, инженер
ООО «СКИФ Спешиал Кемикалз»;
В. К. Дубовый, д. т. н.,
Санкт-Петербургский ГТУРП

Химическая технология бумаги – это химическая реакция между волокном, водой и функциональными химическими веществами, постоянно протекающая в основных процессах подготовки массы, и формирование заданного продукта на бумаго- или картоноделательной машине. Интегрированным результатом химической технологии является бумага или картон, а оценкой его научно-технического уровня служат свойства и качество продукта, экологические и экономические показатели производства [1].

Процессы подготовки бумажной массы и формирования стереоструктуры листа бумаги протекают с неизбежным участием малых частиц, размеры которых можно выразить через наноразмеры ($1 \text{ н} = 10^{-9} \text{ м}$). Это – микрофибриллы и фибриллы волокна (3–400 нм), частицы клея и наполнителя (1–10000 нм и более 10000), макромолекулы полимерных природных и синтетических связующих, фиксаторов, флокулянтов, анионных загрязнений и др. (1–1000 нм). Заметим, что элементы волокна, макромолекул полимеров и других инг-

редиентов по длине значительно превышают указанные размеры, но к «нано» относят все частицы, имеющие наноразмер хотя бы в одном измерении [2].

Таким образом, химия и технология бумаги со дня изобретения и до настоящего времени базируются на взаимодействии частиц наноразмеров, а, следовательно, по формальному признаку – размеру участвующих частиц, была и остается нанохимией и нанотехнологией. Однако, если исходить из главных признаков отнесения технологий к нанотехнологиям, то современная химия и технология бумаги имеет достаточный потенциал развития именно в области нанотехнологий.

Главные признаки нанотехнологии следующие:

- а) участие частиц с размерами хотя бы в одном измерении 1–100 нм;
- б) процессы с участием частиц 1–100 нм должны сопровождаться получением новых продуктов, приданием новых свойств или существенным улучшением имеющихся свойств (20–30 %).

Укажем, что в многочисленных литературных источниках фигурируют пределы частиц, значительно выходящие за требуемые 1–100 нм, как в меньшую, так и в большую сторону. Но, если эффект от участия этих частиц соответствует признаку «б», то процесс относят к нанотехнологии [3].

Основополагающим процессом химической технологии бумаги является связеобразование между волокнами. Механизм его очень сложный и еще недостаточно изучен. Но установлено [4], что движущей силой листообразования выступает естественное свойство целлюлозы – в водной среде самопроизвольно образовывать главный элемент структуры – систему сил межволоконной связи, скрепляющий волокна в единую пространственную капиллярно-пористую структуру – бумагу. В связеобразовании участвуют 4 вида сил – Ван-дер-Ваальса, водородные, трения, поверхностного натяжения. В балансе силы сцепления волокон, приоритетными являются водородные силы связи [1, 5]. Длина водородной связи характеризуется интервалом 0,26–0,28 нм, а возникают они при сближении гидроксил-ионов сопряженных поверхностей на расстояние 0,17–0,60 нм. Таким образом, общепризнанные водородные связи между волокнами являются главными элементами химии бумаги, а поскольку возникают и действуют на расстояниях близких к интервалу, указанному в признаке «а», то процесс связеобразования можно отнести к нанопроцессам химии бумаги.

По данным работ [4, 6], контакты между волокнами в присутствии воды относятся к коагуляционному типу, характерная особенность ко-

торых – наличие прослойки воды между сопряженными поверхностями волокон. Толщина прослоек воды оценивается интервалом 0,8-1,0 нм. Очевидно, что в данных прослойках воды имеют место все явления химической природы, связанные с процессом связеобразования. Влияние на протекающие явления и процесс в целом ведет к качественному и количественному изменению баланса системы сил межволоконной связи.

По мнению авторов, влияние на протекающие явления в межволоконных коагуляционных контактах, может осуществляться различными методами и приводить к ожидаемым результатам. Один из таких методов – влияние химических полифункциональных синтетических полимеров. Макромолекулы полимеров имеют размеры 1-1000 нм, и, как наночастицы, могут эффективно влиять на свойства межволоконных коагуляционных контактов. Именно этот метод исследуется нами, а результаты служат основой разрабатываемой нанотехнологии упрочнения бумаги.

Научная концепция нанотехнологии упрочнения бумаги следующая:

1. Электроотрицательный заряд поверхности волокон бумажной массы, создает в межволоконных коагуляционных контактах электростатический барьер полноты использования потенциала поверхностных гидроксильных групп для образования водородной связи; следствие – потеря доли удельной силы связи в структуре бумаги.

2. Понижение электростатического барьера сближению гидроксильных групп в межволоконных коагуляционных контактах за счет введения в них полифункциональных синтетических полимеров повышает полноту использования гидроксильных групп для образования водородных связей и обеспечивает прирост силы связей участием полимера в процессах связеобразования.

Исследование влияния химических продуктов СКИФ на основные показатели качества бумаги из макулатуры МС-5Б					
Показатели	Варианты комбинированной обработки волокна:				
	числитель – значение показателя, знаменатель – прирост, %				
	100% макулатура	1	2	3	4
Абсолютное сопротивление продавливанию, кПа	372	425/14	461/24	420/13	498/34
Удельное сопротивление разрыву, кН/м	5,26	6,73/28	7,84/49	6,94/32	7,01/33
Разрушающее усилие при сжатии кольца, Н	185	220/19	243/31	215/16	261/41
Сопротивление торцевому сжатию гофрированного образца бумаги, кН/м	1,79	1,93/8	2,15/20	2,05/15	2,50/37
Поверхностная впитываемость воды, Кобб30, г/м ²	248	16	15	16	14

3. Введение полифункционального полимера в межволоконные коагуляционные контакты из-за наличия собственной гидратной оболочки и адсорбции его обеими сопряженными поверхностями контактов увеличивает толщину гидратной прослойки в контактах, т.е. увеличивает расстояние между контактирующими поверхностями; по разным данным, монадсорбированный слой полимера на поверхности волокна может иметь толщину в пределах 5-20 нм; следствие – к силам водородной связи добавляются силы адгезии полимера – удельная сила связи в структуре бумаги возрастает.

4. Полислоевая адсорбция полифункционального полимера увеличивает расстояние между поверхностями коагуляционных контактов до размеров, практически исключающих возможность сближения гидроксильных групп на расстоянии образования водородной связи; следствие – сила межволоконной связи мало зависит от числа гидроксильных групп в межволоконных коагуляционных контактах; сила связи между волокнами создается электростатическим взаимодействием ад-

сорбционных слоев полимера на поверхности волокна; эта сила превышает силу водородной связи и повышает прочность бумаги.

5. Полифункциональные высокомолекулярные вещества выполняют функцию электростатического полиионного клея; полиионные клеи содержат функциональные группы различной химической природы, создаются целенаправленным синтезом и применяются по специальной схеме.

Изложенная концепция является научной основой разрабатываемой нанотехнологии бумаги. Проведен ряд лабораторных исследований по установлению эффективности моно – и полислоевой адсорбции синтетической полиакриламидной катионно-анионной смолы «Ультрарез DS» (производитель ООО «СКИФ Спешиал Кемикалз, Россия»). Она представляет собой сополимер акриламида и катионного мономера, содержит в макромолекулярной цепи 3 разнохарактерные функциональные группы. Работы проводились с волокном из макулатуры, как наиболее проблемным с точки зрения прочностных характеристик.

В таблице представлены данные одной из серий лабораторных исследований. Анализ приведенных в таблице экспериментальных данных позволяет констатировать существенный прирост всех показателей механической прочности, а в вариантах 2 и 4 получены показатели, пока далеко не достижимые по стандартным современным схемам применения различных химических упрочняющих веществ (крахмалов, смол, комплексов химикатов). Достигнутое увеличение показателей механической прочности в пределах 33-41% можно считать удовлетворяющим главным признакам нанотехнологии (по пунктам «а» и «б»).

Однако следует указать, что это данные лабораторных исследований,

которые, очевидно, будут различаться с результатами промышленных испытаний. Работы по подготовке промышленных испытаний ведутся, и, заметим, осуществление промышленного варианта технологии связано с определенной модернизацией массоподготовки. Но, результаты, при их получении в производственных условиях, с лихвой и быстро окупают затраты.

Список литературы.

1. **Фляте Д. М.** Свойства бумаги [Текст] / Д. М. Фляте. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 680 с.

2. **Кожевников С. Ю.** Химия и технологии СКИФ для бумаги [Текст] / Кожевников С. Ю. Ковернинский И. Н. Изд-во: Сайменского университета прикладных наук, Иматра, Финляндия, 2010. – 91 с.

3. **Фазилова С. А.** Структурные исследования полисахаридов и нанопозиций на их основе [Текст] / С. А. Фазилова, С. М. Югай, С. Ш. Рашидова // Химия растительного сырья, 2010. – № 1. – С.13-19.

4. **Рейзиньш Р. Э.** Структурообразование в суспензиях целлюлозных волокон [Текст] / Рейзиньш Р. Э. – Рига: Зинатне, 1987. – 208 с.

5. **Комаров В. И.** Механика деформирования целлюлозных тароупаковочных материалов [Текст] / Комаров В. И., Гурьев А. В., Елькин В. П. – Архангельск: Изд-во Арханг. Гос. Техн. ун-та, 2002. – 171 с.

6. **Ребиндер П. А.** Физико-химическая механика дисперсных структур [Текст] / Ребиндер П. А. – М.: Наука, 1966. – 158 с.

Улучшенное покрытие валов

На опытной БМ научно-исследовательского центра **Technology Center** компании **Voith Paper** в городе Heidenheim (Германия) успешно проведены испытания отсасывающего прессового вала с покрытием **SolarMax** из полиуретана. Выполненное с глубокими и широкими продольными канавками это покрытие SolarMax обеспечивает эффективное обезвоживание бумажного полотна. Сухость бумаги после прессовой части БМ увеличена на 1,5%.

Рекомендованы оптимальные конструкции прессовых сукон и линейные давления прессования, которые обеспечивают уменьшение влажности бумажного полотна, износа, продолжительный срок службы прессовых сукон, сокращение расхода энергии и затрат на производство бумаги.

Press release. 29.10.10.

Помогла математика

Лаборатория **технологического института в городе Roorkee** (Saharanpur, Индия) исследовала особенности технологии и оборудования для каландрирования бумаги.

Опытные выработки газетной, суперкаландрированной, мелованной и немелованной печатной бумаги проведены на БМ, оснащенной мягким каландром, и на линии с суперкаландром. Максимальная рабочая скорость БМ – 915 м/мин, линейное давление между валами каландра – 438 кН/м, температура – 177°C.

С помощью математической модели определены режим теплопередачи при нагреве бумажного полотна, оптимальные условия каландрирования и конструкции оборудования, которые обеспечивают высокую гладкость, плотность и отличные печатные свойства бумаги.

Professional Papermaking. 2010. № 1. 57 – 61.