

А. А. Драпеза, магистрант; А. В. Костюкевич, аспирант; П. А. Чубис, аспирант;
Н. В. Черная, профессор; Ж. В. Бондаренко, доцент

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА РАЗМОЛА БУМАЖНОЙ МАССЫ НА СВОЙСТВА КЛЕЕННЫХ ВИДОВ БУМАГИ И КАРТОНА

By production of a paper and a board the stock beating to concern to the most power-intensive production operations since consumes by 90% of overhead charge of energy. Therefore it is necessary to discover optimum relations of a product quality at minimum costs on milling.

The purpose of the article is determine of relations influence of freeness on strength and a hydrophobic properties of formation samples of sizing types of a paper and a board. During experiment it is obtained, that at usage in the capacity of sizing agent a hydro dispersions of modified colophony ТМНА-2N, it is possible to reduce freeness of pulps, without quality loss, thus light bills are diminished by 5–10%.

Введение. Одной из основных технологических стадий в бумажном и картонном производстве, от которой в значительной степени зависят многие свойства бумаги, является стадия размола бумажной массы. Лист бумаги, отлитый из неразмолотых волокнистых материалов, получается неудовлетворительным по своему строению, внешнему виду и физико-механическим свойствам. Он обладает неравномерным, облачным просветом, большой пористостью, пухлостью и малой прочностью. Это объясняется тем, что сравнительно длинные жесткие волокна сплетаются в хлопья и, оседая на сетке, дают неоднородный по структуре лист. Неразмолотые волокна обладают малой пластичностью, слабо развитой поверхностью и мало гидратированы, вследствие чего такие волокна слабо связываются в бумажном листе.

В процессе размола волокно подвергается режущему, раздавливающему и расчесывающему действию, в результате чего в водной среде волокнистая масса претерпевает значительные изменения как в структуре, так и в физико-химических свойствах. Установлено два вида явлений, одновременно протекающих при размоле: механическое воздействие размалывающей гарнитуры на растительные волокна с изменением их формы и размеров и коллоидно-химическое воздействие, суммарно проявляемое в виде гидратации волокон. Гидратация начинается с набухания гидрофильных растительных волокон, которое сопровождается фибрилляцией клеточных стенок и отщеплением тончайших фибрилл, а также увеличением вследствие этого наружной поверхности волокон с обнажением на поверхности гидроксильных групп. В то же время создаются условия, при которых в волокнах повышается способность связываться между собой с образованием прочной структуры листа.

Набухание волокон ускоряет процесс размола и, что весьма существенно, облегчает образование на поверхности волокон тонких

и тончайших фибрилл, способствующих в дальнейшем связыванию между собой. При смачивании целлюлозы водой контакт между ними происходит в первую очередь через гидроксильные группы на поверхности волокон. Затем вода проникает в межмицеллярные пространства и связывается с гидроксильными группами на поверхности мицелл, что и служит причиной набухания волокон. При набухании волокон связь между мицеллами и микрофибриллами ослабляется, что способствует ускорению размалывающего эффекта.

В процессе размола протекает как внешнее, так и внутреннее фибриллирование волокон. Внешняя фибрилляция сопровождается увеличением наружной поверхности волокон и ростом на этой поверхности числа гидроксильных групп, способных гидротироваться и образовывать межволоконные водородные связи. Удельная поверхность полностью набухших волокон примерно в 200 раз больше, чем сухих. При этом увеличивается водопроницаемость стенок волокон, облегчается доступ воды в межфибриллярные пространства. При внутренней фибрилляции волокон отщепление фибрилл не происходит, не уменьшается и прочность самих волокон, наблюдается лишь повышение гибкости и пластичности волокон вследствие набухания гемицеллюлоз. Следствием этого является изменение длины и толщины волокон, что оказывает существенное влияние на показатели качества массовых и специальных видов бумаги и картона. Бумажная масса при длительном размоле становится жирной на ощупь, она гораздо труднее отдает воду при обезвоживании на сетке бумагоделательной машины, а получаемый из нее лист бумаги отличается большой усадкой при сушке, плотностью и прочностью.

Процесс размола контролируют по вододерживающей способности волокон, которую определяют на аппарате СР-2 и характеризуют степенью помола, выраженной в градусах Шоппера – Риглера ($^{\circ}$ ШР), определяющей

способность бумажной массы пропускать через себя воду, а также степень обработки и измельчения волокон.

Однако в цепи технологических операций в производстве бумажно-картонных изделий размол бумажной массы относится к наиболее энергоемким процессам. На размол затрачивается до 90% общего расхода энергии. Поэтому целлюлозно-бумажные предприятия стремятся снизить затраты на размол. Существуют различные способы, начиная от подбора размалывающей гарнитуры до введения в размалывающее оборудование смачивателей-пассиваторов. Из-за уменьшения затрат на размол на практике стремятся всеми способами минимизировать степень помола волокнистых полуфабрикатов, но при этом не снизить качества выпускаемой продукции. Для достижения этой цели можно использовать проклеивающие материалы, которые придают бумаге и картону не только требуемую гидрофобность, но и являются связующим компонентом для удержания волокон между собой [1–3].

Проклейка осуществляется двумя способами – проклейка в массе и поверхностная проклейка. Доминирующее положение занимает проклейка в массе, основанная на последовательном введении в водно-волокнистую суспензию проклеивающей эмульсии (дисперсии) и раствора коагулянта. Главным проклеивающим средством является канифоль и композиции, полученные на основе модифицированной канифоли. При этом процесс проклейки бумажной массы может протекать в режимах гомокоагуляции [1, 3] или гетероадагуляции [2].

При проклейке бумажной массы в режиме гомокоагуляции образуются разновеликие и крупнодисперсные проклеивающие комплексы (коагуляты), не способные равномерно распределяться и прочно фиксироваться на поверхности волокон. Это снижает гидрофобность и прочность бумаги и картона. Для устранения этих недостатков необходимо, как правило, увеличивать степень фибриллирования волокон и, следовательно, степень помола бумажной массы. Однако это повышает энергетические затраты на процесс размола и, как правило, увеличивает себестоимость готовой продукции [4].

При проклейке бумажной массы в режиме гетероадагуляции роль проклеивающих комплексов выполняют мелкодисперсные и положительно заряженные пептизированные частицы [2], полученные в результате дезагрегирования коагулятов в присутствии строго определенного количества гексаакваалюминиевых ионов $Al(H_2O)_6^{3+}$. Последние вводятся в дисперсную систему с раствором электролита, роль которого выполняет сульфат алю-

миния. Влияние соединений алюминия на осаждение клеевых частиц и закрепление последних на поверхности волокон сказывается в воздействии на электрокинетический потенциал частиц дисперсной фазы канифольного клея и координатную способность гидроксокомплексов алюминия. Поэтому такие проклеивающие комплексы способны равномерно распределяться и прочно фиксироваться на поверхности волокон при максимальном сохранении межволоконных сил связей. Изготовленные виды бумаги и картона обладают требуемой гидрофобностью и достаточно высокой прочностью, что позволит уменьшить степень помола бумажной массы и, следовательно, энергетические затраты на процесс размола [5].

Поэтому изучение влияния степени помола бумажной массы, проклеенной в режиме гетероадагуляции, на свойства клееных видов бумаги и картона представляет научный и практический интерес.

Цель работы – установление зависимостей влияния степени помола бумажной массы, проклеенной в режиме гетероадагуляции, на прочность и гидрофобность бумаги и картона.

Основная часть. Для достижения поставленной цели изготовлены образцы бумаги массой 60 г/м^2 . В качестве волокнистого сырья применяли сульфатную беленую целлюлозу из лиственных пород древесины (ГОСТ 28172-89). Степень помола волокнистой суспензии изменяли от 30 до 45°ШР.

Проклейка осуществлялась с помощью разработанной на кафедре химической переработки древесины проклеивающего материала ТМВС-2Н (ТУ РБ 00280198-017-95), полученного путем модификации смоляных кислот канифоли моноэфирами малеинового ангидрида с высшими алифатическими *n*-спиртами фракции C_{12} – C_{18} . Из пастообразной клеевой композиции, содержащей $(50 \pm 5)\%$ сухих веществ и $(45 \pm 5)\%$ свободных смоляных кислот, получали путем разбавления водой 2%-ный рабочий раствор. Расход гидродисперсии модифицированной канифоли (ГМК) составлял 0,6% от абсолютно сухого волокна (а. с. в). Процесс проклейки бумажной массы протекал в режиме гетероадагуляции пептизированных частиц [6].

В качестве электролита применяли 5%-ный раствор сульфата алюминия (ГОСТ 12966-85), содержащий гексаакваалюминиевые ионы $Al(H_2O)_6^{3+}$. Расход электролита составлял 3% от а. с. в. Для наполнения бумажной массы использовали карбонат кальция (ТУ 14-20510-95). Расход наполнителя составлял 10% от а. с. в. [7].

Образцы бумаги изготавливали на листотливном аппарате «Rapid-Ketten» (фирма

Ernst Naage, Германия). Прочность образцов бумаги оценивали разрывной длиной, разрушающим усилием в сухом состоянии, сопротивлением разрыву, усилием, относительной деформацией при разрыве и жесткостью; эти показатели определяли по ISO1924-2 на разрывной машине фирмы Lorentzen&Wettr (Швеция). Гидрофобность оценивали путем определения впитываемости при одностороннем смачивании на аппарате Кобба.

Результаты испытаний образцов бумаги приведены на рис. 1–8.

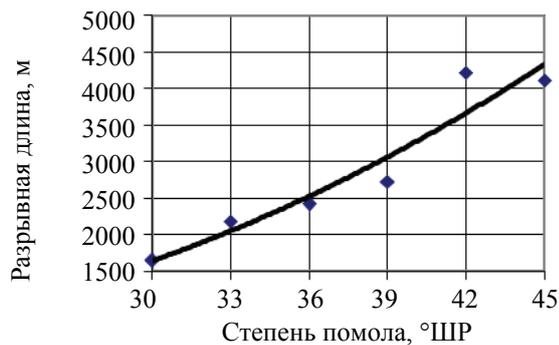


Рис. 1. Разрывная длина образцов бумаги в зависимости от степени помола волокнистой суспензии

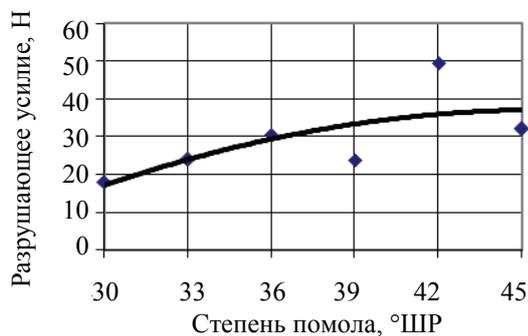


Рис. 2. Разрушающее усилие в сухом состоянии образцов бумаги в зависимости от степени помола волокнистой суспензии

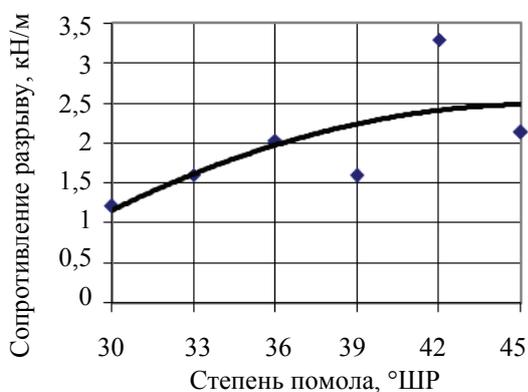


Рис. 3. Сопротивление разрыву образцов бумаги в зависимости от степени помола волокнистой суспензии

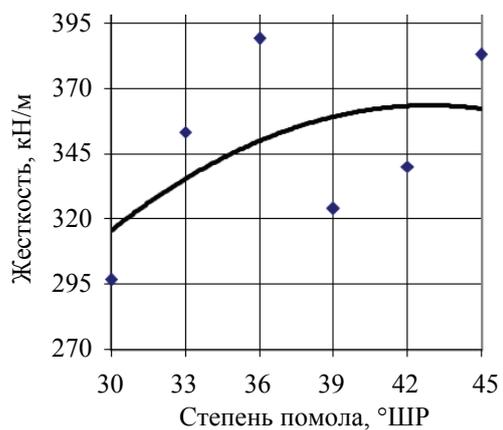


Рис. 4. Жесткость образцов бумаги в зависимости от степени помола волокнистой суспензии

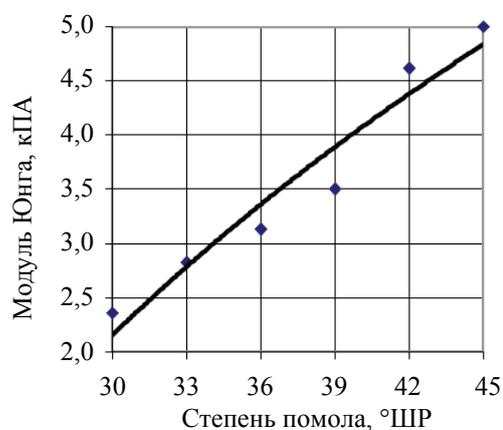


Рис. 5. Модуль Юнга образцов бумаги в зависимости от степени помола волокнистой суспензии

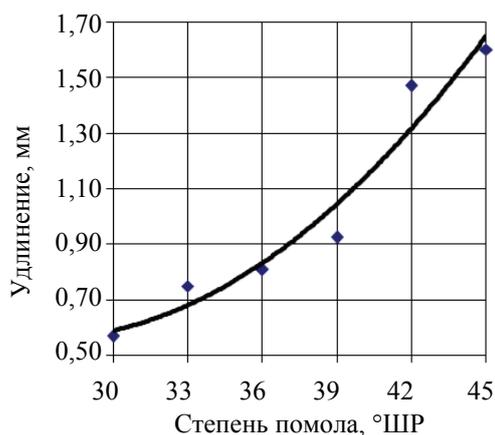


Рис. 6. Удлинение образцов бумаги в зависимости от степени помола волокнистой суспензии

Как видно из представленных графиков, увеличение степени помола бумажной массы от 30 до 45°ШР приводит к повышению разрывной длины с 1650 до 4100 м, разрушающего усилия в сухом состоянии – с 18,1 до 39,0 Н, сопротивления разрыву – с 1,21 до 2,51 кН/м, модуля Юнга – с 2,4 до

5,0 кПа, жесткости – с 297 до 374 кН/м, удлинения – с 0,57 до 1,6 мм и относительной деформации при разрыве – с 0,57 до 1,75%. Увеличение прочности образцов бумаги можно объяснить максимальным сохранением межволоконных сил связей за счет протекания процесса проклейки в режиме гетероадагуляции пептизированных частиц. Показатели прочности полученных в ходе исследований образцов картона на 30–40% выше, чем аналогичные показатели качества для образцов бумаги.

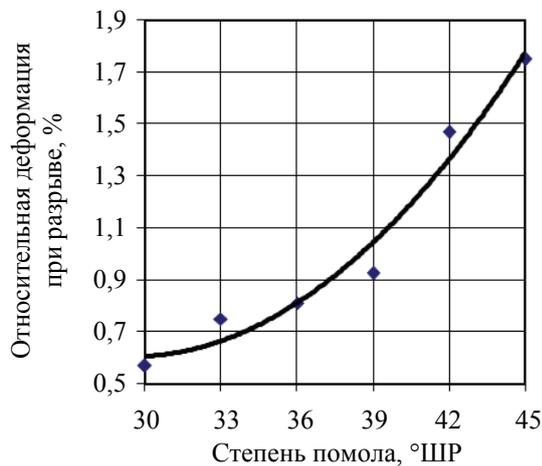


Рис. 7. Относительная деформация при разрыве образцов бумаги в зависимости от степени помола волокнистой суспензии

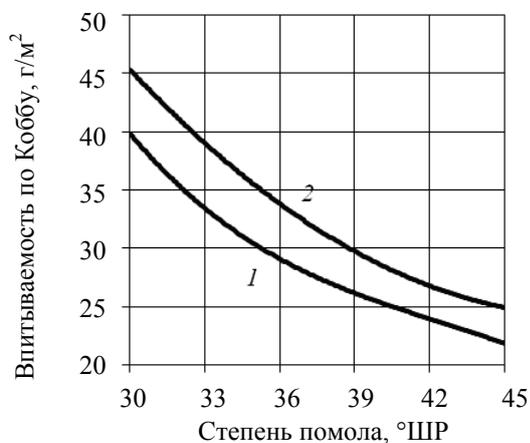


Рис. 8. Впитываемость по Коббу образцов бумаги в зависимости от степени помола волокнистой суспензии:
1 – режим гетероадагуляции;
2 – режим гомокоагуляции

Экспериментальные данные показали также, что гидрофобность образцов бумаги повышается с увеличением степени помола массы от 30 до 45°ШР. Об этом свидетельствует снижение впитываемости образцов бумаги при одностороннем смачивании на протяжении 30 с от 40 до 22 г/м².

Гидрофобность и прочность образцов бумаги и картона, проклеенных в режиме гомокоагуляции, были на 10–20% ниже по сравнению с аналогичными показателями качества анализируемых образцов бумаги, проклеенных в режиме гетероадагуляции.

Закключение. Анализ экспериментальных данных по влиянию степени помола бумажной массы на прочность и гидрофобность бумаги и картона показал, что применение для проклейки массы режима гетероадагуляции, вероятнее всего, позволяет максимально сохранить межволоконные силы связей в структуре бумаги и картона и за счет этого уменьшить степень помола бумажной массы на 8–13°ШР. Это имеет важное практическое значение, так как появляется возможность производить клееные виды бумаги и картона по энергосберегающей технологии.

Литература

- Иванов, С. Н. Технология бумаги / С. Н. Иванов. – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 695 с.
- Черная, Н. В. Проклейка бумаги и картона в кислой и нейтральной средах / Н. В. Черная, А. И. Ламоткин. – Минск: БГТУ, 2003. – 345 с.
- Фляте, Д. М. Свойства бумаги / Д. М. Фляте. – М.: Лесная пром-сть, 1976. – 648 с.
- Справочник бумажника: в 3 т. – М.: Лесная пром-сть, 1965. – Т. 2. – 854 с.
- Фляте, Д. М. Технология бумаги / Д. М. Фляте. – М.: Лесная пром-сть, 1988. – 440 с.
- Манохин, А. Г. Химия и технология древесины, целлюлозы и бумаги / А. Г. Манохин // Сб. тр. ЛТИ ЦБП. – 1974. – Вып. 2. – С. 35–41.
- Горські, Г. М. Тэхналогія паперы і кардону / Г. М. Горські. – Мінск: БДТУ, 2003. – 244 с.