

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

ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ВОЛОКНИСТОЙ СУСПЕНЗИИ НА ЕЕ БУМАГООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА

Application of wastepaper dictates necessity to take into account influence of fractional structure on paperforming properties. The purpose of the work is studying of influence of fractional structure of cellulose and wastepaper suspensions on their paperforming properties. Results of researches testify to essential influence of grinding process on paperforming properties of cellulose and wastepaper suspensions. Influence of cellulose and wastepaper pulp grinding process on the sized in a mode of heteroadaptation of peptized particles paper and cardboard properties are determined. It is shown, that for improvement of quality sizing types of a paper and a cardboard (water repellency and durability) it is necessary to increase a share of large and average fraction. It is achieved by management of such major factors of grinding process as concentration and degree of a grinding.

Введение. Использование в композиции бумаги макулатурной массы, отличающейся неоднородным фракционным составом и нестабильными бумагообразующими свойствами, приводит к сложностям в технологическом процессе, которые сказываются на качестве готовой продукции. Также при изготовлении бумаги с повышенным содержанием в композиции макулатурной массы происходят потери мелковолоконистой фракции на сеточном столе бумагоделательной машины. При этом бумага характеризуется невысокими прочностными свойствами. Кроме того, макулатура обладает нестабильными проклеивающими свойствами. Из-за этого происходит колебание гидрофобных свойств бумаги, в частности впитываемости при одностороннем смачивании. Поэтому применение макулатурного сырья диктует необходимость учитывать влияние фракционного состава на бумагообразующие свойства.

К перспективным способам повышения бумагообразующих свойств макулатурного сырья относится управление процессом размола в конических и дисковых мельницах. Это связано с тем, что фракционный состав волокнистой суспензии зависит от ее степени помола, выраженной в градусах Шоппера – Риглера ($^{\circ}$ ШР). При этом на характер процесса размола существенное влияние оказывает концентрация волокнистой суспензии [1].

Цель работы – изучение влияния фракционного состава волокнистой суспензии на ее бумагообразующие свойства.

Отсутствие в литературе информации о влиянии фракционного состава волокнистого сырья (целлюлозы и макулатуры) на бумагообразующие свойства клееных видов бумаги, обуславливает актуальность настоящей работы с научной и практической точек зрения.

Основная часть. В качестве объектов исследования были выбраны образцы бумаги (70 г/м^2), отличающиеся фракционным составом волокнистой суспензии, они проклеивались в режиме гетероадагуляции пептизированных частиц [2].

Для изготовления образцов бумаги использовали целлюлозу сульфатную беленую из хвойной древесины (ГОСТ 9571-80Е) и макулатуру марки МС-1А (ГОСТ 10700-97). Исходные степени помола составляли 25 и 12 $^{\circ}$ ШР для макулатурной и целлюлозной суспензии соответственно.

Образцы бумаги изготавливали из целлюлозной и макулатурной суспензии, содержащей гидродисперсию модифицированной канифоли (ГМК) (1,5% от а. с. в.) и коагулянт (2,2% от а. с. в.). Для проклейки волокнистой суспензии в нейтральной среде (рН 6,5–7,2) применяли 2%-ную ГМК, полученную разбавлением водой пастообразной клеевой композиции ТМВС-2Н (ТУ РБ 00280198-017-95) [2, 3], содержащей (50 \pm 5)% сухих веществ и (45 \pm 5)% свободных смоляных кислот. Для наполнения образцов бумаги использовали 10%-ную суспензию каолина обогащенного (ГОСТ 21285). Расход наполнителя был постоянным и составлял 16% от а. с. в. В качестве коагулянта применяли 5%-ный раствор сульфата алюминия (ГОСТ 12966-85), содержащий 17% оксида алюминия.

Работу проводили в два этапа. На первом этапе изучали влияние степени помола волокнистой суспензии на фракционный состав целлюлозных и макулатурных волокон. Для этого в лабораторном роле проводили размол волокнистой суспензии, содержащей целлюлозные или макулатурные волокна, от 30 до 75 $^{\circ}$ ШР с шагом в 15 $^{\circ}$ ШР [4]. Концентрацию волокнистой суспензии повышали от 1,0 до 2,0% с интервалом в 0,5%. Измерение фракционного состава волокнистой суспензии проводили по стандартной методике [5]. При фракционировании применяли сита со следующими параметрами: сито № 1 – 30 нитей на дюйм (отверстие 0,595 мм), сито № 2 – 50 нитей на дюйм (0,297 мм), сито № 3 – 100 нитей на дюйм (0,149 мм).

Результаты исследований позволили установить влияние условий процесса размола (концентрация и степень помола) на фракционный состав целлюлозной (рис. 1) и макулатурной (рис. 2) суспензий.

Из рис. 1 и 2 видно, что при повышении на стадии размола концентрации волокнистой массы от 1,0 до 2,0% увеличивается содержание коротковолокнистой фракции, что объясняется рубкой волокон [1]. Резкое увеличение содержания мельштоффа при размолу макулатурной массы наблюдается в диапазоне от 30 до 40°ШР (при всех рассматриваемых концентрациях). Следует отметить, что макулатурная масса, размолотая до 45°ШР при концентрации 1,0%, обладает практически таким же фракционным составом, как и целлюлоза, размолотая до 60°ШР при концентрации 2,0%.

На втором этапе исследовали влияние фракционного состава волокнистой суспензии на бумагообразующие свойства проклеенной

макулатурной и целлюлозной масс и физико-механические показатели получаемых из них образцов бумаги. Для этого из 1,0, 1,5 и 2,0%-ной целлюлозной и макулатурной суспензий изготавливали образцы бумаги на листоотливном аппарате «Rapid-Ketten» (фирма «Ernst Naage», Германия).

Для проклейки волокнистой суспензии в нейтральной среде применяли высокосмоляную ГМК в виде ТМАС-2Н. Проклейку волокнистой суспензии проводили в режиме гетероадагуляции пептизированных частиц [3]. После обезвоживания образцы бумаги сначала сушили при 105°С в течение 4 мин, а затем для спекания и плавления частиц проклеивающих комплексов [6, 7] их термообработывали при 125°С в течение 1 мин.

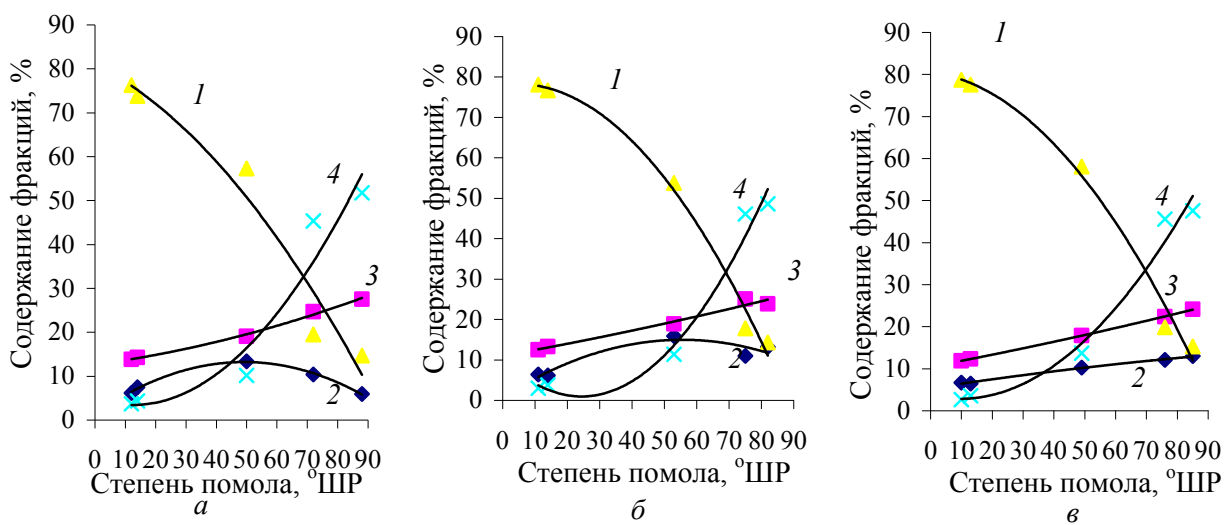


Рис. 1. Зависимости фракционного состава целлюлозных волокон (кривые 1–4) от степени помола (°ШР) и концентрации волокнистой суспензии (C): а – C = 1,0%; б – C = 1,5%; в – C = 2,0%; 1 – крупная фракция; 2 – средняя фракция; 3 – мелкая фракция; 4 – мельштофф

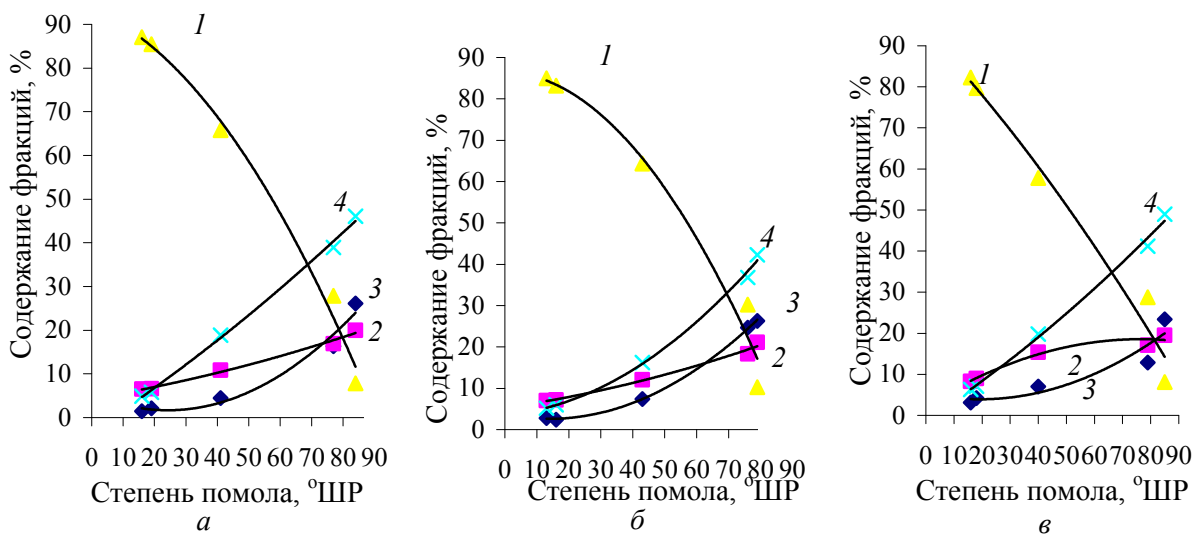


Рис. 2. Зависимости фракционного состава макулатурных волокон (кривые 1–4) от степени помола (°ШР) и концентрации волокнистой суспензии (C): а – C = 1,0%; б – C = 1,5%; в – C = 2,0%; 1 – крупная фракция; 2 – средняя фракция; 3 – мелкая фракция; 4 – мельштофф

Испытания образцов бумаги проводили на комплексе приборов фирмы «Lorentzen & Wettre» (Швеция) путем определения прочности образцов бумаги по ISO 1924-2 (разрывная длина, разрушающее усилие в сухом и во влажном состояниях) и гидрофобности по ГОСТ 12606-82Е (впитываемость при одностороннем смачивании). Кроме

того, по стандартной методике [5] определяли степень удержания волокна в структуре образцов бумаги.

Физико-механические показатели образцов бумаги (70 г/м^2) в зависимости от степени помола и концентрации волокнистой суспензии приведены в таблице.

Таблица

Физико-механические показатели образцов бумаги в зависимости от степени помола и концентрации волокнистой суспензии

Показатель	Степень помола, °ШР			
	30	45	60	75
Целлюлозная суспензия ($C = 1,0\%$)				
Разрушающее усилие в сухом состоянии, Н	4,2	6,5	8,4	7,4
Разрушающее усилие во влажном состоянии, Н	1,5	2,3	3,0	2,6
Разрывная длина, м	4010	6200	8000	7030
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м^2	19	14	10	12
Степень удержания волокна, %	99	98	99	98
Целлюлозная суспензия ($C = 1,5\%$)				
Разрушающее усилие в сухом состоянии, Н	4,4	6,3	8,3	6,7
Разрушающее усилие во влажном состоянии, Н	1,6	2,2	2,9	2,4
Разрывная длина, м	4110	6000	7900	6400
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м^2	20	15	12	13
Степень удержания волокна, %	99	99	98	98
Целлюлозная суспензия ($C = 2,0\%$)				
Разрушающее усилие в сухом состоянии, Н	4,2	5,8	8,1	6,1
Разрушающее усилие во влажном состоянии, Н	1,5	2,1	2,8	2,1
Разрывная длина, м	3930	5540	7700	5770
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м^2	19	17	14	15
Степень удержания волокна, %	98	98	98	98
Макулатурная суспензия ($C = 1,0\%$)				
Разрушающее усилие в сухом состоянии, Н	3,5	3,9	3,7	2,8
Разрушающее усилие во влажном состоянии, Н	1,2	1,4	1,3	1,0
Разрывная длина, м	3380	3800	3500	2730
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м^2	25	21	17	19
Степень удержания волокна, %	98	98	99	98
Макулатурная суспензия ($C = 1,5\%$)				
Разрушающее усилие в сухом состоянии, Н	2,5	3,2	3,3	2,7
Разрушающее усилие во влажном состоянии, Н	0,9	1,2	1,2	0,9
Разрывная длина, м	2420	3020	3200	2540
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м^2	24	19	17	16
Степень удержания волокна, %	98	98	99	98
Макулатурная суспензия ($C = 2,0\%$)				
Разрушающее усилие в сухом состоянии, Н	2,3	2,8	2,5	2,1
Разрушающее усилие во влажном состоянии, Н	0,8	1,0	0,9	0,8
Разрывная длина, м	2230	2640	2400	1990
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м^2	23	21	18	19
Степень удержания волокна, %	97	97	96	96

Из таблицы видно, что гидрофобность и прочность образцов бумаги, изготовленных из целлюлозной суспензии, на 30–40% превышают аналогичные показатели качества по сравнению с макулатурной суспензией. Это можно объяснить повышенным содержанием в макулатурной суспензии мельштоффа и мелковолокнистой фракции. Так, например, при одинаковой степени помола (45°ШР) в целлюлозной суспензии (рис. 1) присутствуют крупная, средняя, мелкая фракции и мельштофф в количестве 50, 15, 20 и 7% соответственно, в то время как в макулатурной суспензии – 55, 10, 5 и 25% соответственно. Получено, что снижение степени помола целлюлозной суспензии от 45 до 30°ШР сопровождается увеличением содержания крупной фракции от 50 до 75% и снижением содержания средней фракции, мелкой фракции и мельштоффа от 15 до 8%, от 20 до 15% и от 7 до 4% соответственно. Аналогичная тенденция наблюдается при размоле макулатурной суспензии. Отличие состоит в ее фракционном составе; в макулатурной суспензии (45°ШР) присутствуют крупная, средняя, мелкая фракция и мельштофф в количестве 47, 13, 5 и 20% соответственно.

Экспериментальными данными установлено, что повышение степени помола макулатурной суспензии от 45 до 75°ШР приводит к снижению содержания крупной фракции от 55 до 20%, тогда как содержание средней фракции, мелкой фракции и мельштоффа возрастает от 10 до 18%, от 5 до 23% и от 25 до 40% соответственно.

Результаты исследований свидетельствуют о существенном влиянии размола на бумагообразующие свойства целлюлозной и макулатурной суспензии. Из таблицы видно, что увеличение степени помола волокнистой суспензии от 30 до 75°ШР при одновременном повышении ее концентрации от 1,0 до 2,0% приводит сперва к повышению прочности и гидрофобности образцов бумаги на 18% (30–50°ШР), а затем к снижению этих показателей на 6% (50–75°ШР).

Заклучение. Таким образом, установлены зависимости влияния условий процесса размола целлюлозной и макулатурной масс на свойства образцов бумаги, проклеенных в режиме гетероадагуляции пептизированных частиц. Показано, что для повышения качества (гидрофобность и прочность) клееных видов бумаги необходимо увеличивать долю крупной и средней фракции. Это достигается управлением такими основными факторами процесса размола, как концентрация и степень помола.

Литература

1. Фляте, Д. М. Свойства бумаги / Д. М. Фляте. – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 456 с.
2. Черная, Н. В. Технология канифольной проклейки бумаги и картона в нейтральной среде в режиме гетероадагуляции / Н. В. Черная // *Материалы. Технологии. Инструменты.* – 2005. – Т. 10, № 4. – С. 67–71.
3. Черная, Н. В. Влияние канифольной проклейки на качество бумаги и картона / Н. В. Черная // *Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук.* – 2006. – № 1. – С. 111–115.
4. Черная, Н. В. Проклеивающие свойства продуктов модификации талловой и живичной канифоли / Н. В. Черная // *Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. хім. навук.* – 2003. – № 2. – С. 88–90.
5. Лабораторный практикум по целлюлозно-бумажному производству: учеб. пособие для ВУЗов / С. Ф. Примаков [и др.]. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 168 с.
6. Способ получения клеевой композиции для проклейки бумаги и картона: пат. 2820 Респ. Беларусь, МКИ D 21 Н 11/00, 17/62, D 21 Н 21/16 // С 09 J 193/04, С 09 F 1/4 / А. И. Ламоткин [и др.]; заявитель и патентообладатель БГТУ. – Заявл. 22.08.1997; опубл. 31.12.1998.
7. Бумажная масса: пат. 2816 Респ. Беларусь, МКИ D 21 Н 11/00, 17/62, С 09 J 193/04. / А. И. Ламоткин [и др.]; заявитель и патентообладатель БГТУ. – Заявл. 22.08.1997; опубл. 31.12.1998.