

УДК 676.024.61

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА РАЗМОЛА
ВОЛОКНИСТОЙ СУСПЕНЗИИ В УСЛОВИЯХ ЕЕ НАПОЛНЕНИЯ
СИНТЕТИЧЕСКИМИ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ
В СЛАБОЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ**

© Т.О. Щербакова, асп.

Н.В. Черная, д-р техн. наук, проф.

Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, 13а,
г. Минск, Республика Беларусь, 220006; e-mail: t_scherbakova@mail.ru

Размол волокнистых полуфабрикатов в целлюлозно-бумажной промышленности является одним из наиболее важных и энергоемких технологических процессов. Условия процесса размола определяют основные физико-механические показатели качества бумажной продукции. Целью работы являлось изучение особенностей процесса размола волокнистой суспензии, наполненной в слабощелочной среде высокодисперсными соединениями $BaSO_4$, $BaSO_3$, $CaSO_3$ и $CaSO_4$. Их получали в волокнистой суспензии путем последовательного введения 10 %-х суспензий первого компонента ($Ba(OH)_2$ или $Ca(OH)_2$), а затем соответствующих 10 %-х растворов второго компонента (Na_2SO_4 , Na_2SO_3 или Na_2CO_3), которые, равномерно распределяясь в межволоконном пространстве и проникая в люмены волокон, образуют высокодисперсные соединения. Они и позволяют сместить традиционный режим наполнения в режиме гомотоагуляции в более эффективный процесс гетероадагуляции при одновременном протекании процесса пенитрации. Кроме того, предлагаемые нами условия наполнения бумажной массы синтетическими высокодисперсными соединениями в слабощелочной среде способствуют не только получению однородных высокодисперсных частиц дисперсной фазы наполняющего вещества, но и увеличению от 60 до 99 % степени удержания наполнителя в структуре бумаги, сокращению времени фибриллирования и максимальному сохранению средней длины волокна (0,811 мм). Следствием этого являются улучшение показателей качества бумаги и снижение традиционных безвозвратных потерь наполнителя с регистровой водой на стадии формирования структуры бумаги на сеточном столе бумагоделательной машины. На основании полученных результатов исследований определены такие параметры процесса размола, при которых физико-механические показатели качества бумаги являются наилучшими при одновременном сокращении на 7...10 % затрат электроэнергии на размол.

Ключевые слова: высокодисперсные соединения, слабощелочная среда, размол, степень помола, продолжительность размола, средневзвешенная длина волокна, бумага, степень удержания наполнителя, разрывная длина, белизна.

В композиции бумаги широко применяют разнообразные природные наполнители (мел $CaCO_3$, бланфикс $BaSO_4$, гипс $CaSO_4$ и др.). Их использование позволяет не только заменить часть дорогостоящих первичных (целлюлозных) волокон, но и придать бумаге высокие печатные свойства. Традиционно суспензию природного наполнителя вводят в волокнистую суспензию,

приготовление которой основано на последовательном осуществлении стадий роспуска (процесс диспергирования) и размола (процесс внешнего и внутреннего фибриллирования). Качество бумаги во многом зависит от бумагообразующих свойств подготовленной волокнистой суспензии (дисперсной системы) и технологии применения традиционных наполнителей. Поскольку частицы дисперсной фазы природных наполнителей являются неоднородными и крупнодисперсными, то они не способны равномерно распределяться и прочно фиксироваться на поверхности волокон [5, 6]. Это приводит к протеканию процесса наполнения, как правило, в режиме гомокоагуляции, поэтому степень удержания наполнителя является невысокой и обычно не превышает 60 %. Этот факт способствует увеличению безвозвратных потерь частиц наполнителя со сточными водами (40 % и более), что нежелательно. Для комплексного решения этих проблем целесообразно, во-первых, заменить неоднородный и крупнодисперсный природный наполнитель на однородный и высокодисперсный синтетический, который, по нашему мнению, можно получать непосредственно в целлюлозной массе, последовательно вводя в нее суспензию (раствор) первого (гидроксида бария $Ba(OH)_2$ или кальция $Ca(OH)_2$) и второго (сульфат Na_2SO_4 , сульфит Na_2SO_3 или карбонат натрия Na_2CO_3) компонентов. В результате их взаимодействия образуется новое высокодисперсное соединение (сульфаты и сульфиты бария и кальция $BaSO_4$, $BaSO_3$, $CaSO_3$ и $CaSO_4$) и гидроксид натрия, создающий слабощелочную среду, которая, как известно [5], интенсифицирует процесс размола за счет ускорения набухания волокон. Поэтому выявление зависимости влияния новых синтетических высокодисперсных соединений, полученных непосредственно в целлюлозной массе, на процесс размола в созданной слабощелочной среде представляет научный и практический интерес.

Цель работы – изучение бумагообразующих свойств волокнистой суспензии в условиях образования высокодисперсных соединений в созданной слабощелочной среде.

Работа выполнялась в четыре этапа: на первом этапе получали высокодисперсные соединения ($BaSO_4$, $BaSO_3$, $CaSO_3$ и $CaSO_4$) и определяли их физико-химические свойства; на втором этапе вводили 10 %-е суспензии первого компонента ($Ba(OH)_2$ или $Ca(OH)_2$) для равномерного распределения его молекул в межволоконном пространстве и проникновения в люмены волокон; на третьем этапе в 1 %-ю распушенную волокнистую суспензию вводили 10 %-й раствор второго компонента (Na_2SO_4 , Na_2SO_3 или Na_2CO_3) и проводили фибриллирование волокон (стадия размола); при этом протекали химические реакции между двумя введенными компонентами с образованием высокодисперсных соединений; на четвертом этапе изготавливали образцы бумаги, у которых определяли оптические и физико-механические показатели качества, оценивали эффективность процесса наполнения синтетическими высокодисперсными соединениями.

Методы исследования

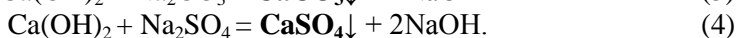
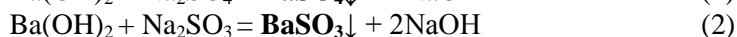
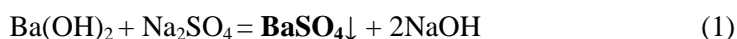
Объектами исследования являлись бумажные массы, содержащие целлюлозные волокна; первый ($\text{Ba}(\text{OH})_2$ или $\text{Ca}(\text{OH})_2$) и второй (Na_2SO_4 , Na_2SO_3 или Na_2CO_3) компоненты, взаимодействующие между собой с образованием высокодисперсных соединений (BaSO_4 , BaSO_3 , CaSO_3 и CaSO_4); наполненные в слабощелочной среде бумажные массы и изготовленные из них образцы бумаги.

В качестве волокнистого сырья использовали целлюлозу сульфатную беленую из лиственных пород древесины (ГОСТ 28172–89). Для получения синтетических высокодисперсных соединений применяли $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (ГОСТ 4107–78) и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (ГОСТ 9262–77), Na_2SO_4 (ГОСТ 21458–75), Na_2SO_3 (ГОСТ 5644–75) и Na_2CO_3 (ГОСТ 2156–76).

На первом этапе получали высокодисперсные соединения (BaSO_4 , BaSO_3 , CaSO_3 и CaSO_4) по стехиометрическим соотношениям компонентов и определяли показатели физико-химических свойств.

На втором этапе проводили роспуск волокнистого сырья в дезинтеграторе БМ-3 в соответствии с прилагаемой инструкцией (стадия диспергирования) при одновременном введении 10 %-х суспензий первого компонента ($\text{Ba}(\text{OH})_2$ или $\text{Ca}(\text{OH})_2$) в количестве, обеспечивающем получение в дальнейшем целевых продуктов – высокодисперсных соединений (BaSO_4 , BaSO_3 , CaSO_3 и CaSO_4) с расходом 10 % от а. с. в.

На третьем этапе в такую волокнистую суспензию сначала добавляли 10 %-е растворы второго компонента (Na_2SO_3 , Na_2SO_4 или Na_2CO_3), а затем продолжали осуществлять фибриллирование волокон (стадия размола) в лабораторном ролле согласно прилагаемой инструкции. Последовательное введение двух компонентов способствовало образованию частиц высокодисперсных соединений по следующим реакциям (жирным шрифтом выделены высокодисперсные соединения):



Процесс размола контролировали путем определения по стандартным методикам степени помола на аппарате Шоппер–Риглера СР-2 через каждые 3 мин (на протяжении 51 мин) и средневзвешенной длины волокна на аппарате Иванова.

На четвертом этапе изготавливали образцы бумаги массой 2,51 г (поверхностная плотность 80 г/м²) на листоотливном аппарате «Rapid-Ketten» (фирма «Ernst Naage», Германия). Белизну образцов определяли на спектрофотометре «Колир» (Украина) по СИЕД 65/10, разрывную длину – на горизонтальной разрывной машине «Tensiletester» (фирма «Lorentzen and Wetten», Швеция) по ISO 1924-2.

Результаты исследования и их обсуждение

Свойства высокодисперсных соединений (образцы 1 – 4), образовавшиеся в результате протекания реакций (1) – (4), представлены в табл. 1.

Таблица 1

Свойства полученных высокодисперсных соединений

Номер образца соединения	рН 10 %-й суспензии	Средний размер частиц, мкм	Практический выход соединения, %
1	11,45	0,52...0,60	77,20
2	11,50	1,05...1,27	80,61
3	13,60	1,83...2,25	82,62
4	12,32	0,52...0,60	89,68

Как видно из табл. 1, полученные на первом этапе работы высокодисперсные соединения (без волокнистой суспензии) являются достаточно однородными и высокодисперсными (их размер находится в диапазоне 0,52...2,25 мкм), что способствует, по нашему мнению, смещению процесса наполнения из традиционного режима гомотоагуляции, в котором неоднородные и крупнодисперсные частицы наполнителя не способны равномерно распределяться и прочно фиксироваться на поверхности волокон, в более эффективный режим гетероадагуляции, при котором обеспечивается равномерное распределение частиц используемых высокодисперсных соединений не только на поверхности волокон, но и в их люменах. Это, вероятно, способствует увеличению степени удержания наполняющего вещества в структуре бумаги, а также сокращению безвозвратных потерь компонентов наполненной бумажной массы.

Из приготовленных композиционных составов наполненных бумажных масс (1–4), содержащих волокна целлюлозы сульфатной беленой из лиственных пород древесины и частицы высокодисперсных соединений (образцы 1–4, полученные по реакциям (1)–(4)) в количестве 10 % от а. с. в., изготавливали образцы бумаги и определяли их основные показатели качества. Для сравнения использовали исходную волокнистую суспензию (ИВС).

На рис. 1 представлены значения рН суспензий высокодисперсных соединений (образцы 1–4), наполненных бумажных масс (образцы 1–4) и ИВС.

При получении высокодисперсных соединений по реакциям (1) – (4) образуется гидроксид натрия, что и создает слабощелочную среду в дисперсной системе. Слабощелочная среда (рН 8,70...10,14) может вызвать интенсификацию процесса пенообразования в подсеточной воде бумагоделательной машины (БДМ). Для устранения этого производственного недостатка

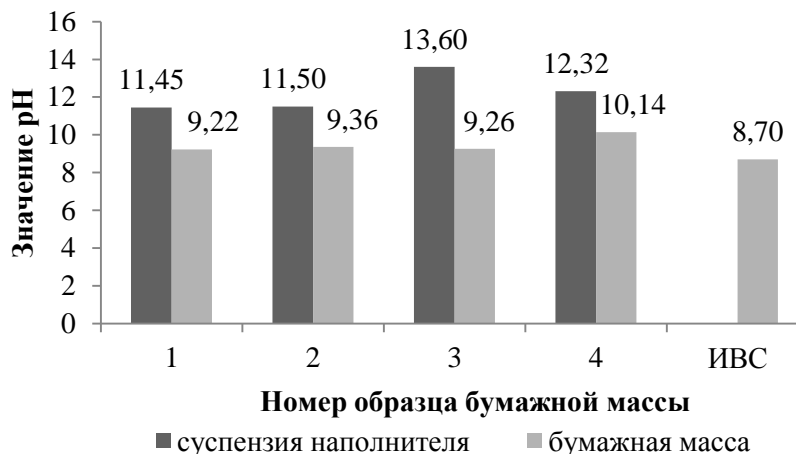


Рис. 1. Изменение pH суспензий высокодисперсных соединений (образцы 1–4), наполненных бумажных масс (образцы 1–4) и ИВС

целесообразно снижать pH бумажной массы перед ее обезвоживанием на сеточном столе БДМ от 8,70...10,14 до 6,80...7,00 путем введения в смесительный насос электролита, например 10 %-го раствора сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, или технического глинозема, имеющего pH 2,70 и содержащего определенное количество (R_i , %) положительно заряженных форм гидроксо соединений алюминия: $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$ ($R_1 = 95\%$) и $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})^{2+}$ ($R_2 = 5\%$) [2, 4]. Известно, что способность соединений трехвалентного алюминия подвергаться гидролизу в зависимости от pH дисперсионной среды (табл. 2) позволяет получать в дисперсных системах, к числу которых относятся наполненные волокнистые суспензии, другие формы гидроксо соединений алюминия: $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3$ и $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_4^-$.

По данным авторов [2, 4], при pH 6,80...7,00 в наполненной волокнистой суспензии присутствуют гидроксо соединения алюминия в следующих формах: $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2^+$ ($R_3 = 20\%$) и $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3$ ($R_4 = 80\%$). Положительно заряженная форма гидроксо соединения алюминия $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2^+$ нейтрализует едкий натр, предотвращая пенообразование. Получающийся $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3$

Таблица 2

Распределение форм гидроксо соединений алюминия в зависимости от pH дисперсионной среды

Форма гидроксо соединений алюминия	Содержание форм гидроксо соединений алюминия, %, при pH дисперсионной среды						
	1,95	2,70	3,75	4,30	5,30	6,80	9,10
$\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$	100	95	88	85	10	–	–
$\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})^{2+}$	–	5	12	10	40	–	–
$\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2^+$	–	–	–	5	40	20	–
$\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3$	–	–	–	–	10	80	60
$\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_4^-$	–	–	–	–	–	–	40

адсорбируется на поверхности волокон за счет электростатического взаимодействия с отрицательно заряженными их центрами (гидроксильными группами). Следовательно, предлагаемый технологический режим, основанный на снижении pH наполненной бумажной массы от 8,70...10,14 до 6,80...7,00 за счет введения в смесительный насос строго определенных количеств 10 %-го раствора $Al_2(SO_4)_3$, позволяет не только предотвратить пенообразование, но и уменьшить содержание натриевых солей в удаляемой регистровой воде.

В слабощелочной среде ускоряется процесс набухания целлюлозных волокон и сокращается время, за которое достигается необходимая степень помола. Зависимости изменения степени помола и средневзвешенной длины волокна наполненных бумажных масс (образцы 1–4) от продолжительности их размола представлены на рис. 2.

Анализ зависимостей, представленных на рис. 2, свидетельствует о том, что проведение процесса размола в слабощелочной среде не только сокращает продолжительность фибриллирования с 21 до 15...18 мин при достижении

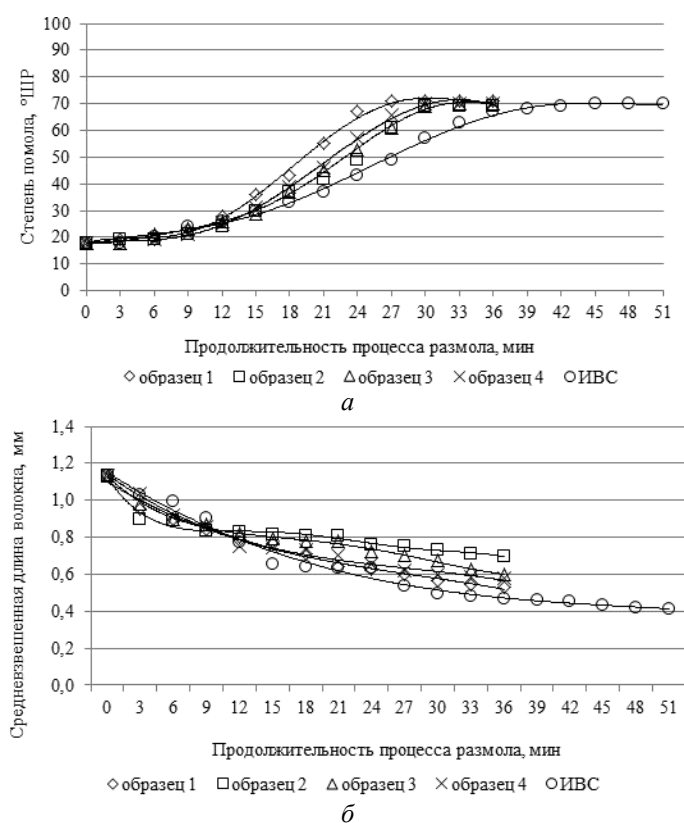


Рис. 2. Изменения степени помола (а) и средневзвешенной длины волокна (б) наполненных бумажных масс (образцы 1–4) и суспензии ИВС при увеличении продолжительности процесса размола от 0 до 51 мин

степени помола (37 ± 1)°ШР, но и способствует максимальному сохранению средневзвешенной длины волокна (0,811 мм), что на 0,174 мм выше, чем у размолотых до той же степени помола целлюлозных волокон, находящихся в ИВС.

Этот положительный эффект можно объяснить, с одной стороны, ускорением процесса набухания волокон в слабощелочной среде [1, 3, 7], с другой – сокращением продолжительности механического воздействия на волокна при их размоле и замедлением (или предотвращением) их укорочения («рубки»). Это способствует максимальному сохранению их первоначальной длины.

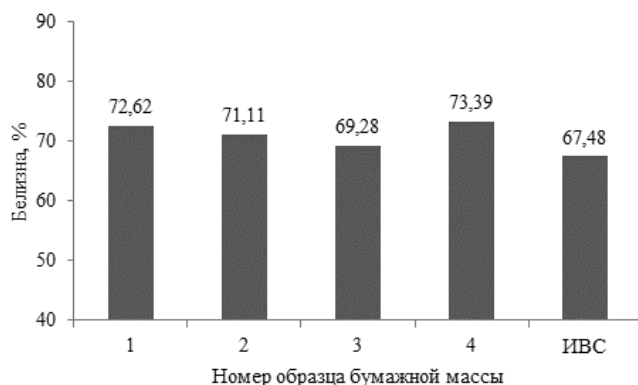
Предлагаемый метод размола волокнистой суспензии в слабощелочной среде (рН 8,70...10,14) сопровождается одновременным образованием высокодисперсных соединений в виде $BaSO_4$ (образец 1), $BaSO_3$ (образец 2), $CaCO_3$ (образец 3), $CaSO_4$ (образец 4), размер частиц которых, как видно из табл. 1, находится в диапазоне 0,52...0,60 мкм (образец 1), 1,05...1,27 мкм (образец 2), 1,83...2,25 мкм (образец 3) и 0,52...0,60 мкм (образец 4). Полученные частицы имеют высокую белизну, что позволяет использовать их в качестве наполнителей в целях повышения белизны бумаги. В созданных условиях, когда в волокнистую суспензию вводится сначала первый компонент ($Ba(OH)_2$ или $Ca(OH)_2$) на стадии диспергирования, а затем второй компонент (Na_2SO_4 , Na_2SO_3 или Na_2CO_3) на стадии фибриллирования, мелкодисперсные частицы наполнителя ($BaSO_4$, $BaSO_3$, $CaSO_3$ и $CaSO_4$) образуются в бумажной массе, равномерно распределяясь не только на поверхности волокон за счет электростатического взаимодействия, но и в люменах волокон. Поэтому в наполненной бумажной массе (в межволоконном пространстве) может присутствовать остаточное (минимальное) количество форм гидроксосоединений алюминия $Al(H_2O)_4(OH)_2^+$ и $Al(H_2O)_3(OH)_3$ в случае, если для снижения рН массы от слабощелочной среды до нейтральной в дисперсную систему введено (в смесительный насос) избыточное количество электролита, имеющего рН 6,80...7,00 и содержащего $Al(H_2O)_6^{3+}$ ($R_1 = 95\%$) и $Al(H_2O)_5(OH)^{2+}$ ($R_2 = 5\%$).

Волокна после внешнего и внутреннего фибриллирования обладают улучшенными бумагообразующими свойствами. Об этом свидетельствуют высокие значения разрывной длины у исследуемых образцов бумаги (рис. 3 а). При этом присутствующие в их структуре высокодисперсные соединения ($BaSO_4$, $BaSO_3$, $CaSO_3$ и $CaSO_4$) играют роль наполнителей, о чем свидетельствует повышение белизны (рис. 3 б) от 67,48 до 73,39 %. В качестве флокулянта использовали полиэтиленимин с расходом 0,05 % от а. с. в.

Повышение белизны образцов бумаги на 5,91 % объясняется, на наш взгляд, увеличением степени удержания от 58...62 до 90 % и более впервые полученных нами в волокнистой суспензии высокодисперсных соединений. Размер частиц дисперсной фазы находится в диапазоне 0,52...2,25 мкм,



a



б

Рис. 3. Разрывная длина (*a*) и белизна (*б*) образцов бумаги в зависимости от состава бумажных масс (образцы 1–4) и вида присутствующих в них высокодисперсных соединений: 1 – BaSO₄; 2 – BaSO₃; 3 – CaSO₃; 4 – CaSO₄

в то время как традиционные (природные) наполнители имеют размер 0,50...5,00 мкм. Это объясняется равномерным распределением и прочной фиксацией высокодисперсных частиц получаемых соединений на поверхности волокон в режиме гетероадагуляции и в их люменах в режиме пенитрации [7].

Таким образом, содержание взвешенных веществ в подсеточной воде, удаленной из наполненной синтетическими соединениями бумажной массы, содержащей первичные (целлюлозные) волокна не превышает 38 г/дм³, что в 2,5–3,0 раза ниже по сравнению с бумажной массой, наполненной традиционными природными наполнителями. Это можно объяснить повышением степени удержания частиц наполнителя в структуре бумаги от 60 % по традиционной

Таблица 3

**Степень удержания высокодисперсных соединений
в структуре образцов бумаги массой 2,51 г и потери компонентов
бумажной массы с регистровой водой**

Номер образца бумажной массы	Степень удержания, %	Компонентный состав, г			
		образца бумаги		регистровой воды	
		Волокно	Высоко-дисперсное соединение	Волокно	Высоко-дисперсное соединение
1 (BaSO ₄)	99,92	2,211	0,244	0,072	0,007
2 (BaSO ₃)	99,92	2,213	0,245	0,046	0,007
3 (CaCO ₃)	99,85	2,177	0,248	0,083	0,003
4 (CaSO ₄)	99,84	2,198	0,246	0,061	0,005
ИВС	–	2,502	–	0,008	–

технологии наполнения до 99 % по разработанной нами технологии наполнения. Поэтому применение синтетических высокодисперсных наполнителей не потребует дополнительных затрат на очистку воды.

Установлено, что повышенная степень удержания высокодисперсных соединений в структуре бумаги (табл. 3) позволяет минимизировать их потери на стадии обезвоживания наполненной бумажной массы и формирования структуры полотна на сеточном столе БДМ. Это имеет важное практическое значение в технологии бумаги, когда в ее структуре должен присутствовать наполнитель, потери которого должны быть минимальными.

Выводы

1. Полученные высокодисперсные синтетические наполнители BaSO₄, BaSO₃, CaCO₃ и CaSO₄, размер частиц дисперсной фазы которых не превышает 2,25 мкм, способны образовываться не только в межволоконном пространстве, равномерно распределяться монослоем и прочно фиксироваться на поверхности волокон, но и образовываться в люменах волокон, заполняя их внутреннее пространство. Поэтому процесс наполнения бумажной массы протекает в режимах гетероадагуляции и пенитрации. Это позволяет увеличить степень удержания наполнителя в структуре бумаги от 58...62 % (наполнение природными крупнодисперсными соединениями в традиционном режиме гомотоадагуляции) до 99,84...99,92 % (наполнение синтетическими высокодисперсными соединениями в более эффективных режимах гетероадагуляции и пенитрации).

2. Особенность получения высокодисперсных синтетических наполнителей заключается в том, что при химическом взаимодействии первого (Ba(OH)₂ или Ca(OH)₂ – вводится на стадии роспуска волокнистого сырья) и второго (Na₂SO₄, Na₂SO₃ или Na₂CO₃ – вводится на стадии размолва волокнистой суспензии) компонентов образуется гидроксид натрия NaOH, создающий в бумажной массе слабощелочную среду (pH 9,22...10,14). В этих условиях ускоряется процесс набухания волокон, что позволяет предотвратить их ук-

рочение и максимально сохранить первоначальную длину (0,811 мм). Это имеет важное значение при получении высоковолокнистых видов бумаги, к которым предъявляют высокие требования по прочности и белизне.

3. Образцы бумаги, полученные с использованием новых высокодисперсных соединений, обладают высокими показателями оптических и физико-механических свойств: белизна повышается на 8,8 % (от 67,48 до 73,39 %) и разрывная длина превышает 7480 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаров В.И., Буров А.В., Оболенская А.В. Химия древесины и синтетических полимеров. СПб.: СПбЛТА, 1999. 628 с.
2. Копылович М.Н., Радион Е.В., Баев А.К. Распределение различных форм алюминия (III) и меди (II) в растворах и схема процесса гетероядерного гидроксокомплексообразования // Координ. химия. 1995. Т. 21, № 1. С. 66–71.
3. Махотина Л.Г. Современные тенденции в технологии бумаги для печати // Целлюлоза. Бумага. Картон. 2008. № 3. С. 52–55.
4. Назаренко В.А., Антонович В.Н., Невская Е.М. Гидролиз ионов металлов в разбавленных растворах. М.: Атомиздат, 1979. 192 с.
5. Технология целлюлозно-бумажного производства: в 3 т. СПб: Политехника, 2002–2006. Т. 2: Производство бумаги и картона. Ч. 2: Основные виды и свойства бумаги, картона, фибры и древесных плит. 499 с.
6. Фляте Д.М. Технология бумаги. М.: Лесн. пром-сть, 1988. 440 с.
7. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учеб. для вузов. М.: Химия, 1988. 464 с.

Поступила 12.12.14

UDC 676.024.61

The Features of Fiber Suspension Beating Process under the Conditions of Its Filling by Synthetic Superfine Compounds in Weakly Alkaline Medium

T.O. Shcherbakova, Postgraduate Student

N.V. Chernaya, Doctor of Engineering, Professor

Belarusian State Technological University, str. Sverdlova, 13a, Minsk, 220006, Republic Belarus; e-mail: t_scherbakova@mail.ru

The beating process of fibrous raw material is one of the most important and energy-consuming technological processes in the pulp and paper industry. The conditions of beating process determine the basic physical and mechanical quality of paper products. The purpose of the work was to study the features of beating process of fiber suspension, filled in a weakly alkaline medium by highly dispersed compounds BaSO₄, BaSO₃, CaSO₃ and CaSO₄. They were obtained in the fiber suspension by sequential adding of 10 % suspensions of the first component (Ba(OH)₂ or Ca(OH)₂), and of 10 % solutions of the second component (Na₂SO₄, Na₂SO₃ or Na₂CO₃). Uniformly distributed in the inter-fiber space these solutions penetrate into the fiber lumens and form superfine compounds BaSO₄, BaSO₃, CaSO₃ and CaSO₄, that allow to change the traditional mode of homocoagulation filling into the more

effective mode of heteroadagulation while penetration. We propose the conditions of the paper mass filling by the synthetic superfine compounds in a weakly alkaline medium that allow to obtain a uniform highly dispersed particles of the internal phase of the filling substance, but also increase the retention rate of filler in the paper structure from 60 % up to 99 %, reduce the fibrillation period and save the fiber length (0,811 mm). As a result the authors got the improved indicators of paper quality and reduced the traditionally non-recoverable losses of fillers with water register at the stage of paper structure formation on a wire table of a paper machine. Based on the results of the research the parameters of the beating process are identified for the best physical and mechanical properties of paper quality while energy usage reducing by 7–10 %.

Keywords: superfine compounds, weakly alkaline medium, beating, beating rate, beating period, weighted average fiber length, paper, retention rate of filler, breaking length, whiteness.

REFERENCES

1. Azarov V.I., Burov A.V., Obolenskaya A.V. *Khimiya drevesiny i sinteticheskikh polimerov* [Wood Chemistry and Synthetic Polymers]. Saint Petersburg, 1999. 628 p.
2. Kopylovich M.N., Radion E.V., Baev A.K. Raspredelenie razlichnykh form aluminiya (III) i medi (II) v rastvorakh i skhema protsessa geteroyadernogo gidroksokompleksoobrazovaniya [Distribution of Various Forms of Aluminum (III) and Copper (II) in Solutions and the Process Scheme of Heteronuclear Hydro and Complex Formation]. *Coordination Chemistry*, 1995, vol. 21, no. 1, pp. 66–71.
3. Makhotina L.G. Sovremennye tendentsii v tekhnologii bumagi dlya pechati [Current Trends in the Printing Paper Technology]. *Pulp. Paper. Board*, 2008, no. 3, pp. 52–55.
4. Nazarenko V.A., Antonovich V.N., Nevskaya E.M. *Gidroliz ionov metallov v razbavlennykh ionov metallov v razbavlennykh rastvorakh* [Hydrolysis of Metal Ions in the Dilute Solutions]. Moscow, 1979. 192 p.
5. *Tekhnologiya tsellyulozno-bumazhnogo proizvodstva. T. 2: Proizvodstvo bumagi i kartona. Ch. 2: Osnovnye vidy i svoystva bumagi, kartona, fibry i drevesnykh plit* [Technology of Pulp and Paper Production. Vol. 2. Paper and Cardboard Production. Part 2. Basic Types and Properties of Paper, Cardboard, Fiber and Wood-Based Panels]. Saint Petersburg, 2006. 499 p.
6. Flyate D.M. *Tekhnologiya bumagi* [Paper Technology]. Moscow, 1988. 440 p.
7. Frolov Yu.G. *Kurs kolloidnoy khimii. Poverkhnostnye yavleniya i dispersnye sistemy* [Colloid Chemistry Course. Surface Phenomena and Disperse Systems]. Moscow, 1988. 464 p.

Received on December 12, 2014