

УДК 676.22.017

Т. О. Щербакова, аспирант (БГТУ);**Н. В. Жолнерович**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);**Н. В. Черная**, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой (БГТУ);**П. В. Муравейко**, студент (БГТУ)**СВОЙСТВА БУМАГИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСХОДА
СИНТЕТИЧЕСКОГО НАПОЛНИТЕЛЯ**

Показано, что замена природного наполнителя (сульфата бария) с размером частиц 1,50–2,00 мкм на синтетический с размером частиц 0,50–0,57 мкм позволяет придать бумаге требуемую белизну и разрывную длину при максимальном сохранении прочности бумажного листа. Установлено, что снижение размера частиц наполнителя от 1,50–2,00 до 0,50–0,57 мкм позволяет повысить степень удержания их в структуре бумаги за счет протекания процесса наполнения в условиях гетероадагуляции при одновременном протекании процесса пенитрации, что положительно отражается на ее печатных свойствах.

It is shown that the replacement of natural filler (barium sulfate) with particle size of the synthetic 1.50–2.00 microns with a particle size 0.50–0.57 microns allows us to give the correct paper whiteness and breaking length but to maximize the strength of the paper sheet. Found that decreasing the size of the filler particles from 1.50–2.00 to 0.50–0.57 microns can help improve their retention in the structure of the paper through the course of the process of filling in heteroadagulation while the process of penetration, which has a positive effect on its printability.

Введение. В композиции бумаги и картона широко применяются разнообразные природные наполнители. К их числу относятся бланфикс, каолин, мел, гипс [1] и др. Их использование позволяет не только заменить часть дорогостоящего волокнистого сырья (беленой целлюлозы), но и придать бумаге и покровным слоям полиграфического картона повышенную белизну и зольность. Однако для традиционно используемых природных наполнителей характерно присутствие неоднородных и крупнодисперсных частиц, что уменьшает степень их удержания в структуре бумажного полотна и снижает эффект процесса наполнения из-за неравномерного распределения и непрочной фиксации частиц на поверхности волокон. Одной из основных причин этого является протекание процесса наполнения в условиях гомокоагуляции.

Поэтому замена крупнодисперсных природных наполнителей на высокодисперсные синтетические позволит, на наш взгляд, сместить процесс наполнения из традиционного режима гомокоагуляции в более эффективный режим гетероадагуляции, сопровождающийся равномерным распределением и прочной фиксацией частиц наполнителя на поверхности волокон.

К перспективным способам замены сульфата бария (природного наполнителя) относится способ, основанный на получении высокодисперсного синтетического наполнителя путем химического взаимодействия двух (например, хлорида бария и сульфата натрия) или трех соединений с образованием мелкодисперсных частиц дисперсной фазы. В тоже время известно [1], что перевод процесса наполнения от режима гомокоагуляции в режим гетероадагуляции обеспе-

чивает повышенную степень удержания наполнителя в структуре бумаги и способствует повышению белизны готовой продукции при максимальном сохранении ее прочности.

Поэтому проведение исследований по получению синтетического наполнителя и применению его в композиции бумаги и покровных слоев полиграфического вида картона представляют научный и практический интерес.

Цель настоящей работы – разработка технологического режима получения синтетического наполнителя на основе хлорида бария и сульфата натрия и изучение влияния дисперсности полученного сульфата бария на степень удержания его в структуре бумаги, ее белизну и разрывную длину.

Основная часть. Работа проводилась в два этапа: на первом – разработка технологического режима получения синтетического наполнителя; на втором – разработка технологического режима его применения в волокнистой суспензии для обеспечения протекания процесса наполнения в режиме гетероадагуляции. Научный и практический интерес представляет протекание процесса пенитрации за счет образования частиц дисперсной фазы синтетического наполнителя в люменах волокон [2].

Средний размер частиц наполнителя определяли по стандартной методике путем изучения скорости их осаждения в соответствии с законом Стокса [1]:

$$r = K\sqrt{v}, \quad (1)$$

где r – средний размер частиц, мкм; K – постоянная величина, равная 0,537; v – скорость движения частицы, м/с.

Степень удержания наполнителя в структуре бумаги определяли по формуле

$$\text{СТУ} = \frac{(Z_6 - Z_B) \cdot 100}{(100 - \Pi) \cdot P} \cdot 100, \quad (2)$$

где СТУ – степень удержания наполнителя, %; Z_6 – зольность бумаги, %; Z_B – зольность волокна, %; Π – потери наполнителя при прокаливании, %; P – расход наполнителя, %.

Потери наполнителя при прокаливании определяли по формуле [2]

$$\Pi = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \cdot 100, \quad (3)$$

где P_1 – масса абсолютно сухого наполнителя, г; P_2 – масса абсолютно сухого остатка после прокалывания в муфельной печи при $(750 \pm 5)^\circ\text{C}$, г.

На первом этапе для получения синтетического наполнителя (сульфата бария) использовали растворы хлорида бария и сульфата натрия. В водной (дисперсионной) среде протекала реакция



Свойства полученного синтетического и природного наполнителей в виде сульфата бария приведены в таблице.

Сравнительная характеристика свойств природного и синтетического наполнителей

Показатель	Наполнитель	
	синтетический	природный
Средний размер частиц, мкм	0,50–0,57	1,50–2,00
Потери наполнителя при прокаливании, %	2,41	2,60
Белизна, %	98–99	98–99

Получено, что синтетический наполнитель существенно отличается от природного дисперсностью, так как размеры частиц дисперсной фазы уменьшаются от 0,50–0,57 до 1,50–2,00 мкм, при этом белизна синтетического наполнителя сопоставима с белизной природного и составляет 98–99%.

На втором этапе изготавливали образцы бумаги и покровных слоев полиграфического картона массой одного метра квадратного 50 г. Степень помола волокнистой суспензии составляла 78°ШР. Процесс наполнения 1%-ной волокнистой суспензии осуществляли путем последовательного введения в нее 10%-ных растворов хлорида бария (компонент 1) и сульфата натрия (компонент 2). Количество введенных компонентов соответствовало стехиометрическому соотношению согласно реакции (5). Расход сульфата бария увеличивали от 5 до 20% от а. с. в.

путем соответствующего увеличения количества вводимых компонентов. Для образования в дисперсионной среде высокодисперсного синтетического наполнителя и протекания затем процесса наполнения в режиме гетероадагуляции и в люменах волокон (пенитрация) необходимо температура $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$, концентрация используемых компонентов $(10 \pm 3)\%$ и равномерное перемешивание дисперсной системы после введения в нее каждого компонента не менее 150 с.

В процессе проведения исследований использовали следующее сырье: термомеханическая масса RTS, хлорид бария (ГОСТ 4108–72) и сульфат натрия (ГОСТ 21458–75). Для сравнения в качестве природного наполнителя использовали бланфикс BaSO_4 (ГОСТ 30240.1–95). Образцы бумаги изготавливали на листоотливном аппарате марки «Rapid-Ketten» (фирма «ErnstHaage», Германия).

Белизну определяли на спектрофотометре «Колир» (Украина) по СИЕД 65/10. Разрывную длину опытных образцов бумаги и покровных слоев полиграфического картона определяли на горизонтальной разрывной машине «Tensiletester» (фирма «Lorentzen & Wettre», Швеция) по ISO 1924-2.

Свойства образцов бумаги в зависимости от расхода синтетического и природного наполнителей приведены на рис. 1–3.

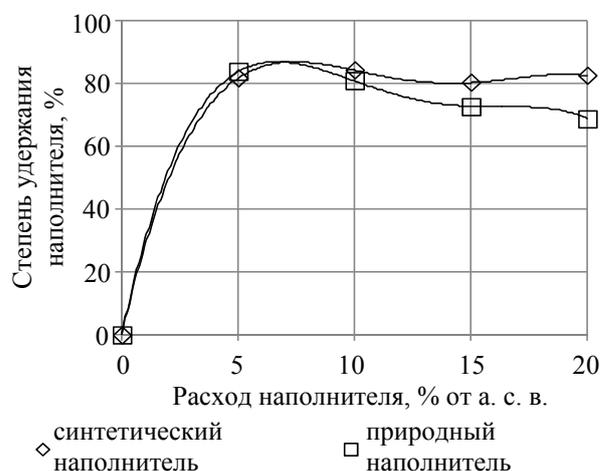


Рис. 1. Изменение степени удержания синтетического и природного наполнителей в зависимости от их расходов

Из рис. 1 видно, что при увеличении расхода наполнителя от 5 до 20% от а. с. в. степень удержания его в структуре бумаги снижается с 84 до 80% (на 4%), а при использовании природного – с 83 до 69% (на 14%). Эти данные свидетельствуют о том, что крупнодисперсный природный наполнитель механически удерживается в структуре бумаги и частично удаляется

с подсеточной водой. Использование синтетического наполнителя позволяет провести процесс наполнения бумаги в режиме гетероадагуляции, а повышение степени удержания его в структуре бумаги свидетельствует, на наш взгляд, о протекании процесса пенитрации.

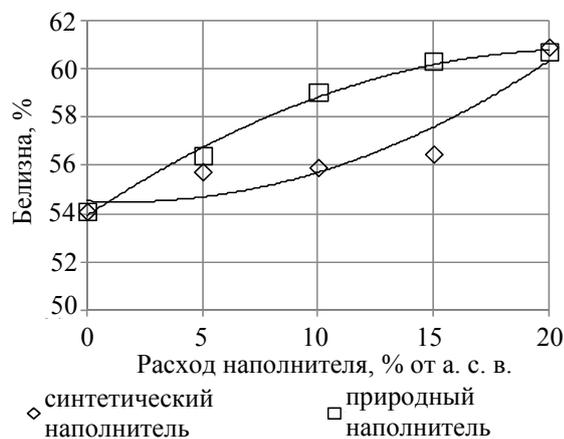


Рис. 2. Изменение белизны образцов бумаги в зависимости от расходов природного и синтетического наполнителей

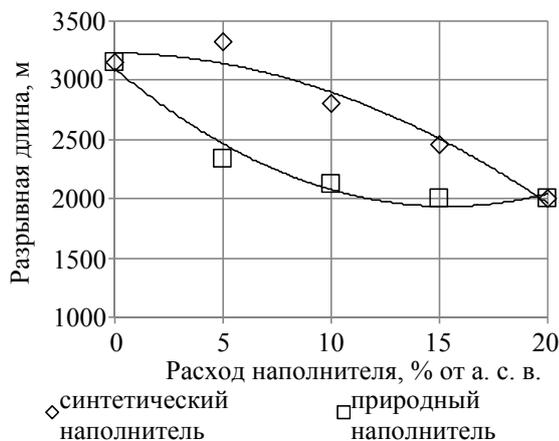


Рис. 3. Изменение разрывной длины бумаги в зависимости от расходов синтетического и природного наполнителей

Из рис. 2 видно, что с увеличением расхода природного и синтетического наполнителей от 0 до 20% а. с. в. белизна образцов бумаги повышается с 54 до 61%. Одной из основных причин является повышение степени удержания частиц синтетического наполнителя в структуре бумаги при одновременном улучшении равномерности распределения мелкодисперсных частиц синтетического наполнителя по сравнению с природным.

Из рис. 3 видно, что разрывная длина образцов бумаги зависит от расхода наполнителя, а также от степени удержания его в структуре бумаги. Однако равномерное распределение и

прочная фиксация мелкодисперсных частиц синтетического наполнителя на поверхности волокон способствует максимальному сохранению первоначальной прочности образцов бумаги, что с практической точки зрения позволяет увеличить расход наполнителя на 5–8%. Следствием этого является возможность замены дорогостоящего первичного волокнистого сырья (термомеханической массы) на адекватное количество синтетического наполнителя.

Сопоставительный анализ приведенных данных свидетельствует о том, что высокодисперсные синтетические наполнители положительно влияют на белизну и разрывную длину бумаги. Достигаемый эффект объясняется смещением процесса наполнения из традиционного режима гомоадагуляции в более эффективный режим гетероадагуляции, а протекание процесса пенитрации повышает возможность экономии целлюлозы.

Заключение. Получение синтетического наполнителя (сульфата бария) основано на химическом взаимодействии хлорида бария и сульфата натрия; для образования в волокнистой суспензии высокодисперсного синтетического наполнителя необходимо вводить 10%ные растворы при температуре $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$, равномерное перемешивание дисперсной системы после введения в нее каждого компонента должно быть не менее 150 с. Образовавшиеся мелкодисперсные частицы синтетического наполнителя равномерно распределяются и прочно фиксируются на поверхности волокон, что свидетельствует о протекании процесса наполнения в условиях гетероадагуляции, а повышенная степень удержания их в структуре бумаги объясняется дополнительным протеканием процесса пенитрации. Установлено, что белизна и разрывная длина образцов бумаги, содержащей синтетический наполнитель, повышаются на 2–3% и на 500–1000 м соответственно по сравнению с образцами бумаги, содержащими природный наполнитель.

Литература

1. Технология целлюлозно-бумажного производства: в 3 т. / редкол.: П. Осипов (гл. ред.) [и др.]. – Санкт-Петербург: Политехника, 2002–2006. – Т. 2: Производство бумаги и картона. Ч. 2: Основные виды и свойства бумаги, картона, фибры и древесных плит / М. Остреров [и др.]. – 2006. – 499 с.
2. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: учеб. для вузов / Ю. Г. Фролов. – М.: Химия, 1988. – 464 с.

Поступила 05.03.2013

УДК 676.038; 676.273.3

Н. В. Жолнерович, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);
Н. В. Черная, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой (БГТУ);
Я. В. Касперович, магистрант (БГТУ);
Ф. Н. Капуцкий, доктор химических наук, академик (НИИ ФХП БГУ);
Д. И. Шиман, кандидат химических наук, старший научный сотрудник (НИИ ФХП БГУ)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ СОПОЛИМЕРОВ СТИРОЛА НА СВОЙСТВА БУМАГИ

Установлено влияние условий получения упрочняющих добавок на основе сополимеров стирола и малеинового ангидрида на изменение физико-механических свойств бумаги. Полученные продукты полностью растворимы в воде и имеют анионный характер. Большой анионный характер имеет частично омыленный образец. Результаты термогравиметрического анализа показали, что большей устойчивостью к термохимической деструкции обладает полностью омыленный образец. При этом энергия активации составляет 117,2 кДж/моль.

The influence of the conditions for obtaining reinforcing additive based on a copolymer of styrene and maleic anhydride is established to change the physical and mechanical properties of paper. The obtained products are completely soluble in water and have an anionic character. Greater anion character is partially saponified sample. The results of thermogravimetric analysis showed that the greater resistance to thermochemical degradation has a saponified sample. In this case, the activation energy is 117.2 kJ/mol.

Введение. Существующая тенденция роста использования вторичного волокна в композиции бумаги обуславливает необходимость разработки и применения новых высокоэффективных химических вспомогательных веществ в композиции бумажной массы для упрочнения широкого ассортимента выпускаемой продукции. Используемые в настоящее время вещества данного назначения, широко представленные на современном рынке, характеризуются различной эффективностью действия и в некоторых случаях достигаемое повышение и стабилизация физико-механических свойств остаются явно недостаточными.

Возможность применения новых веществ на основе сополимеров стирола и малеинового ангидрида в композиции бумаги обусловлена, с одной стороны, требованием высокой растворимости полученных продуктов в воде, с другой – эффективностью их упрочняющего действия в сочетании с другими процессными химикатами. Поэтому обоснованность их использования для упрочнения бумаги основывается на установлении влияния условий получения исследуемых веществ на эффективность их упрочняющего действия, что и являлось целью настоящей работы.

Основная часть. Получение новых вспомогательных химических веществ, представляющих собой сополимеры стирола и малеинового ангидрида, выполнено сотрудниками в лаборатории катализа полимеризационных процессов НИИ ФХП БГУ.

Одним из требований, обуславливающих возможность использования таких добавок в производстве бумаги, является их способность растворяться в воде. Повышение растворимости полученных продуктов возможно путем их омыления, например щелочью (NaOH). Учитывая эти аспекты, сотрудниками НИИ ФХП БГУ были синтезированы образцы добавок, отличающихся степенью омыления полученных сополимеров. Их характеристика представлена в таблице.

Условиями синтеза обусловлено получение добавок анионного характера, структурная формула которых представлена на рис. 1. Полученные продукты были полностью растворимы в воде, имели рН, равный 7,84 и 8,56 соответственно, и использовались в виде 1%-ных водных растворов, дозируемых в проклеенную бумажную массу. Следует отметить при этом, что большой анионный характер имеет частично омыленный образец.

Характеристика исследуемых образцов сополимеров стирола и малеинового ангидрида

Наименование образца	Модифицирующий агент	$n\text{NaOH}/n\text{ROH}$	Молекулярная масса (M_n), у. е.	Отношение среднечисловой (M_n) к средневесовой (M_w) молекулярной массе, M_n/M_w	Содержание малеинового ангидрида, мол. %
Образец № 1	NaOH	1/3	5500	1,6	19
Образец № 2		1/1			