

## ПРОКЛЕЙКА, НАПОЛНЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ БУМАГИ И КАРТОНА ПО РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

**Н.В. Черная, Н.В. Жолнерович, Т.О. Щербакова, С.А. Гордейко, И.В. Николайчик**  
*Белорусский государственный технологический университет, Беларусь, г. Минск*

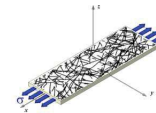
*Разработанная ресурсосберегающая технология проклейки, наполнения и упрочнения позволяет повысить от 57–68 % до 86–93 % степень удержания в структуре бумаги и картона частиц дисперсной фазы функциональных химикатов (проклеивающих, наполняющих и упрочняющих) за счет уменьшения их размеров от 6200–4200 до 175–190 нм и повышения их отрицательного дзета-потенциала до положительных значений (+35 мВ и выше).*

## SIZING, FILLING AND HARDENING PAPER AND CARDBOARD IN RESOURCESAVING TECHNOLOGY

**N.V. Chornaya, N.V. Zholnerovich, T.O. Scherbakova, S.A. Gordejko, I.V. Nikolaichik**  
*Belarussian State Technological University, Belarus, Minsk*

*A resourcesaving technology of sizing, filling and hardening can increase rate of retention by 57-68 % to 86-93 % in the structure of the paper and cardboard particles of dispersed phase functional chemicals (sizing, filling and hardening) by reducing its size from 6200-4200 to 175–190 nm and increase them negative zeta-potential to positive values (+35 mV and higher).*

Традиционная технология придания бумаге и картону гидрофобных свойств основана на последовательном введении в волокнистую суспензию проклеивающего материала (гидродисперсии модифицированной канифоли (ГМК) или стирол-акрилатной дисперсии) и электролита (раствора сульфата алюминия (ГОСТ 12966-85)), имеющего рН 2,70–3,50 и содержащего такие формы гидроксосоединений алюминия, как  $Al(H_2O)^{3+}$  (12–25 %) и  $Al(H_2O)_5(OH)^{2+}$  (75–85 %). Процесс электролитной коагуляции ГМК приводит к образованию крупнодисперсных, разновеликих и разнопотенциальных коагулятов, не способных равномерно распределяться и прочно фиксироваться на поверхности отрицательно заряженных растительных волокон [1]. Поэтому, как правило, процесс проклейки протекает в режиме гомокоагуляции, а степень удержания образовавшихся коагулятов (СТУ<sub>к</sub>) в структуре бумаги и картона не превышает 68 %. Невысокие адгезионные свойства коагулятов, имеющих размеры 4500 нм и более, увеличивают их потери на стадии обезвоживания бумажной массы на сеточном столе бумагоделательной и картоноделательной машинах. Недо-



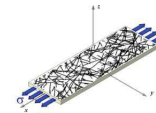
статками такого режима проклейки является ухудшение гидрофобности бумаги и картона, а присутствующие в их структуре коагуляты снижают прочностные свойства готовой продукции за счет уменьшения межволоконных связей.

Эти недостатки усиливаются при использовании наполнителя, частицы дисперсной фазы которого укрупняются из-за протекающего процесса гомокоагуляции, что диктует необходимость увеличения расходов, как наполнителя, так и проклеивающих и упрочняющих веществ. Следствием этого является повышение затрат химических веществ (наполнителя, проклеивающих и упрочняющих веществ) для придания бумаге и картону требуемого комплекса свойств.

Поэтому проблема создания ресурсосберегающей технологии получения высококачественных видов бумаги и картона, содержащих частицы проклеивающих веществ, частиц наполнителя и упрочняющего соединения, за счет снижения расходов этих функциональных химикатов является актуальной как с научной, так и с практической точек зрения.

К перспективным способам решения этой проблемы относится перевод процессов проклейки, наполнения и упрочнения из традиционного режима гомокоагуляции к более эффективному режиму гетероадагуляции, обеспечивающем не только получение мелкодисперсных и равнопотенциальных частиц, но и равномерное распределение, и прочную адгезию их на поверхности растительных волокон. Такой технологический режим получения бумаги и картона может проводиться на основе пептизации (деагрегирования) коагулятов с образованием положительно заряженных пептизированных частиц, имеющих заряд  $+35$  мВ и более и размер  $175-190$  нм. Такие частицы обладают высокой степенью удержания ( $СТУ_p$ ) в структуре бумаги и повышенными адгезионными свойствами. Следствием этого является улучшение качества бумаги и картона и максимальное сохранение межволоконных связей. Особую роль в формировании структуры коагулюмов, коагулятов и пептизированных частиц и придании им необходимых коллоидно-химических и адгезионных свойств играют формы гидроксосоединений алюминия  $Al(H_2O)^{3+}$ ,  $Al(H_2O)_5(OH)^{2+}$ ,  $Al(H_2O)_4(OH)_2^+$ ,  $Al(H_2O)_3(OH)_3^0$  и  $Al(H_2O)_2(OH)_4^-$  [2].

Цель исследования – разработка ресурсосберегающей технологии получения высококачественных видов бумаги и картона за счет смещения процессов проклейки, наполнения и упрочнения из режима гомокоагуляции в режим гетероадагуляции пептизированных частиц.



Объектом исследования являлись образцы бумаги ( $70 \text{ г/м}^2$ ) и картона ( $340 \text{ г/м}^2$ ), полученные из бумажных масс (дисперсных систем) различного состава и отличающихся видом дисперсной фазы. Исследования проводили с дисперсными системами, содержащими постоянное количество целлюлозных волокон и частицы дисперсной фазы проклеивающего вещества, наполнителя и упрочняющей добавки. Дисперсность этих частиц изменяли добавлением к дисперсной системе растворов электролита в количестве  $R$ , % от абс. сух. волокна, отличающихся содержанием форм гидроксо-единений алюминия ( $C_{\text{фга}}$ , %) [2]. Исследуемые 2 %-ные ГМК получали разбавлением водой пастообразных продуктов модификации канифоли; к их числу относятся ТМ (ТУ РБ 00280198-017-95), ТМВС-2 (ТУ РБ 00280198-1010-94) [3], ТМВС-2Н (ТУ РБ 002280198-029-97) [4] и стирол-акрилатная дисперсия марки «Acronal 290D». Процесс наполнения 1 %-ной волокнистой суспензии высокодисперсным сульфатом бария  $\text{BaSO}_4$  (средний размер частиц  $0,50\text{--}0,82 \text{ мкм}$ ) [5] проводили путем введения 10 %-ного раствора первого компонента  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  при осуществлении процесса диспергирования (стадия роспуска) и второго компонента  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  – на стадии фибриллирования (стадия размола) волокнистой суспензии. Образованный по реакции гидроксид натрия, создающий слабощелочную среду, интенсифицирует процесс размола за счет ускорения процесса набухания волокон, позволяя, таким образом, сохранить их первоначальную прочность. В качестве упрочняющего вещества использовали карбамидо-формальдегидные олигомеры, модифицированные  $\epsilon$ -капролактамом [6]. Последние выступают одновременно как в роли процессного химиката, повышающего степень удержания компонентов бумажной массы в структуре бумаги, так и в роли химиката функционального назначения, способствующего повышению прочностных свойств бумаги и картона.

В табл. 1 представлены данные по влиянию  $R$  и  $C_{\text{фга}}$  на процессы электролитной коагуляции ГМК в первой и второй областях и пептизации коагулятов, образовавшихся в первой области коагуляции.

Образцы бумаги и картона изготавливали на аппарате «Rapid-Ketten» (Германия). Их свойства определяли на приборах фирмы «Lorentz & Wettre» (Швеция). Свойства образцов бумаги приведены в табл. 2. Аналогичные данные получены для образцов картона.

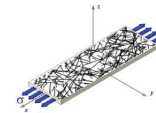
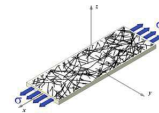


Таблица 1. Условия получения коагулятов

Получение коагулятов				Пептизация коагулятов, образовавшихся в первой области коагуляции ГМК	
Коагуляция (первая область)		Коагуляция (первая область)			
R	C <sub>фга</sub> , %	R	C <sub>фга</sub> , %	R	C <sub>фга</sub> , %
Гидродисперсия ТМ					
4,0	5% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> (OH) <sup>2+</sup> 30% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup> 65% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> (OH) <sub>3</sub> <sup>0</sup>	5,8	60% Al(H <sub>2</sub> O) <sup>3+</sup> 35% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> (OH) <sup>2+</sup> 5% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup>	4,8	5% Al(H <sub>2</sub> O) <sup>3+</sup> 25% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> (OH) <sup>2+</sup> 45% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup> 25% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> (OH) <sub>3</sub> <sup>0</sup>
Гидродисперсия ТМВС-2					
2,6	5% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup> 95% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> (OH) <sub>3</sub> <sup>0</sup>	4,2	10% Al(H <sub>2</sub> O) <sup>3+</sup> 40% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> (OH) <sup>2+</sup> 40% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup> 10% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> (OH) <sub>3</sub> <sup>0</sup>	3,6	15% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup> 85% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> (OH) <sub>3</sub> <sup>0</sup>
Гидродисперсия ТМВС-2Н					
1,3	3% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup> 95% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> (OH) <sub>3</sub> <sup>0</sup> 2% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> <sup>-</sup>	2,4	5% Al(H <sub>2</sub> O) <sup>3+</sup> 25% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> (OH) <sup>2+</sup> 45% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup> 25% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> (OH) <sub>3</sub> <sup>0</sup>	2,1	45% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> <sup>+</sup> 25% Al(H <sub>2</sub> O) <sub>3</sub> (OH) <sub>3</sub> <sup>0</sup>

Таблица 2. Свойства образцов бумаги, содержащих коагуляты (числитель) и пептизированные частицы (знаменатель)

Наименование параметра	Значение параметра для образцов бумаги, содержащих ГМК		
	ТМ	ТМВС-2	ТМВС-2Н
СТУ <sub>к</sub> / СТУ <sub>п</sub> , %	57 / 86	63 / 90	68 / 93
Степень проклейки по штриховому методу, мм	2,0 / 2,4	2,2 / 2,4	2,2 / 2,4
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м <sup>2</sup>	20 / 14	16 / 12	14 / 10
Усилие при разрыве, Н	53 / 67	57 / 77	63 / 82
Индекс сопротивления разрыву, Н·м/г	58 / 65	63 / 69	69 / 75
Поглощение энергии при разрыве, дЖ/м <sup>2</sup>	48 / 56	52 / 62	64 / 78
Индекс поглощения энергии при разрыве, мДж/г	824 / 870	856 / 940	912 / 1000
Модуль Юнга (модуль эластичности), ГПа	6,3 / 7,1	6,6 / 7,4	7,2 / 9,6
Жесткость при разрыве, кН/м	597 / 675	600 / 640	607 / 620
Индекс жесткости при разрыве, кН·м/г	13,5 / 9,5	11,2 / 9,0	9,2 / 8,4



Установлено, что пептизированные частицы имеют повышенную степень удержания в структуре бумаги и картона, так как  $СТУ_{п}$  возрастает до 86–93 %, в то время как для образовавшихся коагулятов  $СТУ_{к}$  находится в пределах 57–68 %. Пептизированные частицы ГМК имеют положительный электрокинетический потенциал, составляющий +35 мВ для ТМ, +27 мВ для ТМВС-2 и +52 мВ для ТМВС-2Н, и являются мелкодисперсными, размер составляет в среднем 175–190 нм. Улучшение гидрофобности и прочности бумаги и картона можно объяснить тем, что процессы проклейки, наполнения и упрочнения протекают в режиме гетероадагуляции. Бумага, содержащая в своем составе высокодисперсный сульфат бария обладает белизной 73 %, а степень его удержания достигает 95–98 %.

Таким образом, разработаны новые технологические решения проклейки, наполнения и упрочнения бумаги и картона, основанные на смещении этих процессов из традиционного режима гомокоагуляции в режим гетероадагуляции пептизированных частиц, что позволяет сократить расход исходных химикатов за счет повышения их степени удержания.

#### Список литературы

1. Черная Н.В. Теория и технология клееных видов бумаги и картона (Монография). Мн.: БГТУ, 2009. 394 с.
2. Назаренко В.А., Антонович В.П., Невская Е.М. Гидролиз ионов металлов в разбавленных растворах. М.: Атомиздат, 1979. 192 с.
3. Способ получения укрепленного клея: пат. 1577 Респ. Беларусь: МПК D 21 H 17/63, D 21 H 21/16, D 09 J 193/04, C 09 J 193/04, C 09 F 1/04 / А.И. Ламоткин, А.А. Комаров, Н.В. Черная и др.; дата публ. 14.10.1996.
4. Способ получения клеевой композиции для проклейки бумаги и картона: пат. 2820 Респ. Беларусь: МПК D 21 H 11/01, 17/62, D 21 H 21/16, C 09 J 193/04, C 09 F 1/04 / А.И. Ламоткин, А.А. Комаров, Н.В. Черная и др.; дата публ. 31.12.1998.
5. Щербакова Т.О., Черная Н.В. Особенности получения синтетических высокодисперсных соединений и их применения для наполнения бумаги // Материалы. Технологии. Инструменты. 2014. Т. 19, №4. С. 67–70.
6. Жолнерович Н.В., Николайчик И.В., Черная Н.В. Влияние состава карбамидоформальдегидных олигомеров на свойства технических видов бумаги // Труды БГТУ. 2014. № 4: Химия, технология органических веществ и биотехнология. С. 67–70.