

Н. В. Черная, доцент; А. И. Ламоткин, доцент; Ж. В. Бондаренко, ст. преподаватель;  
Т. В. Чернышева, науч. сотрудник; Н. В. Жолнерович, ассистент

## РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ КАНИФОЛЬНОЙ ПРОКЛЕЙКИ БУМАГИ И КАРТОНА В НЕЙТРАЛЬНОЙ СРЕДЕ

The technique of a size fastness of a paper and cardboard in neutral medium is developed alternative. The introduction of technique on a картонно-impregnated-paper factory «Albertin» (city Slonim) has allowed to reduce expenditure of a glueing material in 1,2–1,5 times and coagulant in 2,0–3,9 times, and also to reduce the contents of sulphates in return water in 1,3–1,7 times.

К перспективным способам снижения удельных расходных норм проклеивающего материала и коагулянта относится перевод процесса канифольной проклейки бумаги и картона из традиционной кислой области (рН 5,0–5,5) в более эффективную нейтральную (рН 6,5–7,2). Этому способствует не только применение высокоэффективных продуктов модификации канифоли с повышенным содержанием свободных смоляных кислот [1], но и одновременное смещение процесса проклейки из режима гомокоагуляции к режиму гетероадагуляции [2].

На кафедре химической переработки древесины УО БГТУ разработана технология получения клеевой канифольной композиции ТМАС-3Н, опытно-промышленная партия которой выпущена на ОАО «Лесохимик» по ТУ РБ 60012243.020-2003 с содержанием сухих веществ  $60 \pm 5\%$  и свободных смоляных кислот  $45 \pm 5\%$ . Эта композиция относится к высокосмоляным клеям и представляет собой продукт взаимодействия малеинезированной талловой канифоли со смоляными кислотами, модифицированными моноэтаноламином. Установлено, что средний диаметр частиц дисперсной фазы в 0,02%-ной канифольной эмульсии составляет 190 нм; это свидетельствует о том, что данная дисперсная система относится к микрогетерогенным и может быть использована для проклейки бумаги и картона в режиме гетероадагуляции.

Цель исследований – разработка ресурсосберегающей технологии проклейки бумаги и картона в нейтральной среде и ее промышленное освоение.

Работу проводили в два этапа. На первом этапе изучали влияние условий проклейки бумаги и картона на их гидрофобные и прочностные показатели качества и определяли оптимальные показатели клеевой канифольной композиции ТМАС-3Н и коагулянта (сульфата алюминия), а на втором этапе проводили промышленные испытания разработанной технологии проклейки бумаги и картона в нейтральной среде.

Объектом исследования являлись клеевые виды бумаги и картона, изготовленные из 1%-ной волокнистой суспензии со степенью помола  $40^\circ\text{ШР}$ . В качестве волокнистого сырья использовали макулатуру белую и сборную. Для проклейки волокнистой суспензии применяли 2,0%-ную канифольную эмульсию, приготовленную из клеевой композиции ТМАС-3Н путем разбавления ее водой до рабочей концентрации.

Для осуществления процесса электролитной коагуляции канифольной эмульсии в волокнистую суспензию вводили расчетные количества 10%-ного раствора сульфата алюминия, что способствовало образованию положительно заряженных алюмосмоляных комплексов и адгезии их на поверхности отрицательно заряженных растительных волокон. Проклеенная бумажная масса имела рН 6,5–7,2. Для сравнения были изготовлены и испытаны образцы бумаги и картона, проклеенные клеем марки ТМ (ТУ РБ 00280198-017-95) в кислой среде (рН 5,0–5,5).

При выполнении первого этапа работы в лабораторных условиях были изготовлены и определены гидрофобные и прочностные свойства образцов бумаги и картона, композиционный состав которых по волокну соответствовал технологическому режиму их производства на ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин»». Образцы бумаги и картона изготавливали по стандартной методике на листоотливном аппарате «Rapid-Ketten» (фирма Ernst-Haage, Германия). Показатели качества для образцов бумаги и картона определяли на горизонтальной разрывной машине (фирма Lorient & Wettre, Швеция) и на приборе Кобба.

На втором этапе проводили промышленные испытания разработанной технологии канифольной проклейки бумаги и картона в нейтральной среде на ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин»». В ходе испытаний были изготовлены бумага упаковочная и картон полиграфический марок НВП-0,7 и КВС-0,45. Указанные виды продукции отличаются композиционным составом по волокну, массой одного метра квадратного и требованиями, предъявляемыми к их качеству.

Бумага упаковочная массой 70 и 80 г/м<sup>2</sup> состояла из 100% белой макулатуры. Согласно требованиям ТУ 00280146.021-97, она должна иметь впитываемость при одностороннем смачивании не более 50 г/м<sup>2</sup> и разрывную длину не менее 2000 м.

Картон полиграфический марки НВП-0,7 имел массу  $500 \pm 30$  г/м<sup>2</sup> и состоял из четырех элементарных слоев. Канифольная эмульсия и раствор коагулянта дозировали только в волокнистую суспензию, из которой изготавливали покровный и основной элементарные слои, а два других (средних) – не проклеивались. Покровный слой состоял из белой макулатуры, а

остальные слои – из сборной макулатуры. По требованиям ТУ РБ 00280146.030-98 основным регламентируемым показателем является впитываемость при одностороннем смачивании, которая не должна превышать 50 и 60 г/м<sup>2</sup> для покровного и основного слоев соответственно.

Картон КВС-0,45 имел массу 300±15 г/м<sup>2</sup> и состоял из двух элементарных слоев, из которых один (покровный) проклеивался, другой (основной) не проклеивался. В качестве волокнистого полуфабриката для каждого элементарного слоя применяли сборную макулатуру.

Гидрофобные свойства данного вида картона характеризуются впитываемостью воды при одностороннем смачивании покровного слоя. Этот показатель не должен превышать 50 г/м<sup>2</sup>.

В табл. 1 представлены гидрофобные (У1) и прочностные (У2–У4) свойства образцов бумаги

и элементарных слоев картона в зависимости от условий канифольной проклейки волокнистой суспензии. Из представленных данных видно, что увеличение расхода клеевой канифольной композиции ТМАС-3Н приводит к необходимости повышения расхода коагулянта, несмотря на то что рН волокнистой суспензии перед ее обезвоживанием находится в нейтральной области. При этом незначительно снижаются прочностные показатели образцов бумаги и элементарных слоев картона, о чем свидетельствуют такие показатели, как разрывная длина, поглощение энергии при разрыве и модуль Юнга (модуль эластичности). Это можно объяснить тем, что увеличение расхода проклеивающего материала и, следовательно, коагулянта сопровождается уменьшением межволоконных сил связей в бумажном листе.

Таблица 1

**Гидрофобные (У1) и прочностные (У2–У4) свойства образцов бумаги и элементарных слоев картона в зависимости от условий канифольной проклейки**

Вид волокнистого сырья	Расход проклеивающего материала, % от а. с. волокна	Расход коагулянта, % от а. с. волокна	Соотношение клей : коагулянт	рН массы перед обезвоживанием	Впитываемость при одностороннем смачивании (У1), г/м <sup>2</sup>	Разрывная длина (У2), м	Поглощение энергии при разрыве (У3), Дж/м <sup>2</sup>	Модуль Юнга (модуль эластичности) (У4), ГПа
При использовании клеевой канифольной композиции ТМАС-3Н								
Макулатура белая	0,10	0,120	1 : 1,2	7,1	40	2350	46,7	8,0
	0,15	0,180	1 : 1,2	7,0	30	2330	45,4	7,9
	0,20	0,240	1 : 1,2	7,0	25	2330	45,3	7,0
	0,25	0,300	1 : 1,2	7,0	24	2300	44,6	6,9
	0,10	0,150	1 : 1,5	6,8	43	2300	43,3	7,6
	0,15	0,225	1 : 1,5	6,7	35	2260	42,6	7,4
	0,20	0,300	1 : 1,5	6,7	32	2240	41,7	7,0
	0,25	0,375	1 : 1,5	6,7	31	2210	40,2	6,8
	0,10	0,200	1 : 2,0	6,5	48	2270	42,6	7,5
	0,15	0,300	1 : 2,0	6,4	46	2240	40,6	7,2
	0,20	0,400	1 : 2,0	6,4	45	2200	38,7	6,7
	0,25	0,500	1 : 2,0	6,4	42	2190	37,6	6,4
	0,10	0,300	1 : 3,0	6,3	50	2230	37,6	7,0
	0,15	0,450	1 : 3,0	6,2	47	2200	35,8	6,6
	0,20	0,600	1 : 3,0	6,2	44	2180	35,0	6,4
	0,25	0,750	1 : 3,0	6,2	43	2150	34,5	6,0
Макулатура сборная	0,10	0,150	1 : 1,5	6,9	52	2600	37,3	6,8
	0,20	0,300	1 : 1,5	6,8	48	2550	33,6	6,5
	0,30	0,450	1 : 1,5	6,8	45	2530	31,5	6,0
	0,40	0,600	1 : 1,5	6,7	43	2500	30,3	5,8
	0,50	0,750	1 : 1,5	6,7	41	2440	28,2	5,6
	0,60	0,900	1 : 1,5	6,7	39	2400	27,4	5,5
	0,10	0,300	1 : 3,0	6,4	55	2420	28,5	6,3
	0,20	0,600	1 : 3,0	6,4	52	2380	28,1	6,2
	0,30	0,900	1 : 3,0	6,3	47	2350	27,9	6,1
	0,40	1,200	1 : 3,0	6,3	45	2330	27,0	5,9
	0,50	1,500	1 : 3,0	6,3	43	2310	26,9	5,8
	0,60	1,800	1 : 3,0	6,2	42	2280	26,8	5,7
При использовании укрепленного клея марки ТМ (по существующей технологии)								
Макулатура белая	0,20	0,899	1 : 4,5	5,0	45	2200	32,8	7,2
Макулатура сборная	0,56	3,475	1 : 6,2	5,5	48	2000	26,4	5,3



На основании данных табл. 1 определены оптимальные расходы проклеивающего материала и коагулянта, обеспечивающие производство клееных видов бумаги и картона по ресурсосберегающей технологии за счет снижения удельных расходных норм химикатов (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что перевод процесса проклейки бумаги и картона из традиционной кислой среды (при использовании клея ТМ) в более рациональную нейтральную область (при использовании клея ТМВС-3Н) позволяет значительно уменьшить удельные расходные нормы химикатов. Так, например, при производстве бумаги упаковочной массой 70 и 80 г/м<sup>2</sup> по разработанной технологии достигается снижение расхода проклеивающего материала от 1,95–2,05 до 1,85–1,95 кг/т (экономия составляет 0,10 кг/т) и коагулянта от 17,20–17,21 до 8,99–9,85 кг/т (экономия составляет от 7,36 до 8,21 кг/т). При производстве картона НВП-0,7 по разработанной технологии расход проклеивающего материала уменьшается на 16% (от 5,64 до 4,85 кг/т) и коагулянта в 3,9 раза (от 34,75 до 8,97 кг/т), а при производстве картона КВС-0,45 расход проклеивающего материала снижается почти в 1,5 раза и коагулянта в 3,5 раза.

Результаты проведенной научно-исследовательской работы подтверждены опытно-промышленными испытаниями на ОАО «Слободский картонно-бумажный завод «Альбертин»». На данном предприятии по разработанной технологии выпущено 148 т бумажной и картонной продукции, в том числе 61 т бумаги упаковочной массой 70 г/м<sup>2</sup>, 10 т бумаги упаковочной массой 80 г/м<sup>2</sup>, 39 т картона НВП-0,7 и 38 т картона КВС-0,45.

Составление композиции бумаги и картона по волокну, роспуск и размол волокнистого сырья, отлив, прессование и сушка осуществлялись по принятому на предприятии технологическому режиму. Однако процесс проклейки

волокнистой суспензии осуществлялся не в кислой, а в нейтральной среде. Для этого, во-первых, вместо укрепленного клея марки ТМ использовали клеевую канифольную композицию ТМАС-3Н и, во-вторых, целенаправленно уменьшали расход коагулянта (технического глинозема) для повышения pH массы в напорном ящике от 5,0–5,5 до 6,5–7,2. Приготовление канифольной эмульсии ТМАС-3Н концентрацией 15–20 г/л осуществляли в емкости путем разведения товарного продукта водой при включенном перемешивающем устройстве без дополнительного повышения температуры до 60–70°C, что позволило исключить использование пара. Продолжительность стадии разведения сокращена на 0,5–1,0 час.

Введение приготовленной канифольной эмульсии ТМАС-3Н и раствора технического глинозема в основной технологический поток осуществлялось по принятой на предприятии технологической схеме, что не требовало привлечения дополнительных материальных затрат на изменение коммуникационных линий и не вызывало технологических трудностей при проведении промышленных испытаний. При проведении испытаний разработанной технологии качество бумаги и картона оценивали по гидрофобным (впитываемость при одностороннем смачивании), прочностным (разрывная длина, разрушающее усилие в сухом и во влажном состоянии) и специальным (влажная прочность) свойствам.

Перечисленные показатели регламентируются и должны соответствовать требуемым нормам. Их определяли по стандартным методикам на поверенных приборах предприятия.

В ходе проведения промышленных испытаний достигнуто значительное улучшение гидрофобных и прочностных свойств бумаги и картона, вырабатываемых на предприятии из 100%-ного макулатурного сырья с характерными для него нестабильными бумагообразующими свойствами и низкой гидрофобностью.

Таблица 2

**Удельные расходные нормы проклеивающего материала и коагулянта при проклейке бумаги и картона в кислой и в нейтральной средах**

Наименование готовой продукции	Удельные расходные нормы химикатов, кг/т				Экономия химикатов, кг/т	
	Разработанная технология (нейтральная среда)		Существующая технология (кислая среда)		Проклеивающий материал	Коагулянт
	ТМАС-3Н	Коагулянт	ТМ	Коагулянт		
Бумага упаковочная (80 г/м <sup>2</sup> )	1,85	8,99	1,95	17,20	0,10	8,21
Бумага упаковочная (70 г/м <sup>2</sup> )	1,95	9,85	2,05	17,21	0,10	7,36
Картон НВП-0,7	4,85	8,97	5,64	34,75	0,79	25,78
Картон КВС-0,45	1,25	5,90	1,84	20,5	0,59	14,6

При проведении промышленных испытаний рассчитывали также степень удержания частиц клеевого осадка (СТУ, %) в структуре бумаги и картона по формуле

$$\text{СТУ} = 2,09 \cdot 10^{-8} \cdot 3,14 \cdot (N_0 / (d_0 \cdot P)) \cdot (d_b \cdot l_b / M_0^2)^2,$$

где  $N_0$  – количество скоагулировавших частиц дисперсной фазы канифольной эмульсии ТМАС-3Н или ТМ, шт.;  $d_0$  – размер осадка, м;  $P$  – расход проклеивающего материала (клеевой канифольной композиции ТМАС-3Н или клея марки ТМ), % от а. с. волокна;  $d_b$  и  $l_b$  – диаметр и длина волокна соответственно, м;  $M_0$  – масса одного метра квадратного бумаги (картона), г.

Величину  $N_0$  рассчитывали по формуле

$$N_0 = (800/3) \cdot (d_b / d_0) \cdot (\rho_0 \cdot P / l_b),$$

где  $\rho_0$  – плотность осадка, кг/м<sup>3</sup> (для ТМАС-3Н  $\rho_0 = 1005$  кг/м<sup>3</sup>, для ТМ  $\rho_0 = 1009$  кг/м<sup>3</sup>).

Промышленные испытания свидетельствовали о повышении степени удержания частиц клеевого осадка в структуре бумаги и картона от 53 до 84–86% и от 28–33 до 68–78% соответственно.

При производстве опытно-промышленной партии бумаги и картона дополнительно было проанализировано изменение содержания сульфат-ионов в подсеточной воде и флотоловушке. Установлено, что при проведении промышленных испытаний уменьшилось содержание сульфатов в оборотных и сточных водах от 331,3–424,8 до 195,4–331,3 мг/л, т. е. в

1,3–1,7 раза; а это свидетельствует об улучшении экологичности предприятия.

При проведении промышленных испытаний на ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин»» произведено 148 т картонной и бумажной продукции улучшенного качества при одновременном повышении степени удержания частиц клеевого осадка и снижении удельных расходных норм проклеивающего материала и коагулянта. Ожидаемый годовой экономический эффект составит около 72 млн. руб. (в ценах на 01.05.2004 г.).

Таким образом, разработанная технология проклейки бумаги и картона в нейтральной среде является ресурсосберегающей, так как внедрение ее на ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин»» позволило уменьшить удельные расходные нормы проклеивающего материала в 1,2–1,5 раза и коагулянта в 2,0–3,9 раза, а также снизить содержание сульфат-ионов в оборотных и сточных водах предприятия в 1,3–1,7 раза.

#### Литература

1. Черная Н. В., Ламоткин А. И. Проклейка бумаги и картона в кислой и нейтральной среде. – Мн.: БГТУ, 2003. – 345 с.
2. Черная Н. В., Эмелло Г. Г., Ламоткин А. И. Кинетика быстрой коагуляции канифольной эмульсии ТМВС-2Н в зависимости от форм гидроксосоединений алюминия // Труды БГТУ. Серия IV. Химия и технология орган. в-в. – 2004. – Вып. XII. – С. 115–121.