

УДК 676.2.017.43

С. А. Дашкевич, асп., С. А. Гордейко, канд. техн. наук, доц.,  
Н. В. Черная, д-р техн. наук, проф., О. А. Мисюров, соискатель  
(БГТУ, г. Минск)

## **ВЛИЯНИЕ СОСТАВОВ БИНАРНЫХ СИСТЕМ «ЭЛЕКТРОЛИТ – КАТИОННЫЙ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТ» НА КАЧЕСТВО КЛЕЕНЫХ ВИДОВ БУМАГИ И КАРТОНА**

Клееные виды бумаги и картона пользуются повышенным потребительским спросом в Республике Беларусь, а также в странах ближнего и дальнего зарубежья. К их качеству предъявляются высокие требования. Многостадийность технологии получения клееных видов бумаги и картона и широкое разнообразие используемых первичных (целлюлозных) и вторичных (макулатурных) волокнистых полуфабрикатов и вспомогательных химических веществ (функциональных и процессных) должны обеспечить получение готовой продукции комплекс высоких показателей качества при минимальном воздействии действующих производств на окружающую среду. Особое значение имеют такие показатели качества, как гидрофобность, прочность и влагопрочность. При этом процессы гидрофобизации и упрочнения являются конкурирующими, что вынуждает технологов увеличивать расходы вспомогательных химических веществ.

Существующая технология клееных видов бумаги и картона с использованием первичных и вторичных волокнистых полуфабрикатов основана на использовании различных проклеивающих веществ (канифольных (нейтральных и высокосмоляных) и синтетических (димеров алкилкетенов в виде различных эмульсий АКД)), электролитов (сульфата алюминия, полиоксихлоридов алюминия и др.), упрочняющих и влагопрочных веществ. Для придания бумаге и картону требуемой степени гидрофобности применяют проклеивающие вещества и электролит. Для компенсации потери прочности и влагопрочности или целенаправленного их улучшения используют упрочняющие и влагопрочные вещества. Это свидетельствует о том, что каждый вид химического вещества используют индивидуально (по функциональному назначению) путем введения в основной технологический поток на конкретной стадии производственного цикла.

Отсутствие в научной и технической литературе информации о применении бинарных систем «электролит – катионный полиэлектролит» в технологии клееных видов бумаги и картона обуславливает актуальность настоящей работы с научной и практической точек зрения.

Цель исследования – изучение влияния составов бинарных систем «электролит – катионный полиэлектролит» на качество клееных

видов бумаги и картона.

Предмет исследования – процесс канифольной проклейки бумажных масс при использовании бинарных систем «электролит – катионный полиэлектролит».

Объекты исследования – проклеенные бумажные массы, отличающиеся составами бинарных систем «электролит – катионный полиэлектролит», и полученные с их использованием образцы бумаги и картона.

Для исследования выбраны следующие химические вещества: проклеивающее – высокосмоляной модифицированный канифольный продукт [1], электролит – сульфат алюминия (в 1 %-ном растворе (рН 2,7) присутствовали положительно заряженные формы гидроксо-соединений алюминия  $Al(H_2O)_6^{3+}$  (95 %) и  $Al(H_2O)_5(OH)^{2+}$  (5 %) [2, 3] и такие широко применяемые катионные полиэлектролиты [4], как полиамидполиаминэпихлоргидриновая смола (ППЭС), полидиметилдиаллиламмоний хлорид (ПДМДААХ) и сополимер акриламида с метиленхлоридом диметиламинопропилакриламида (СА МХ ДМАПА), а также новое полимерное соединение в виде карбамидоформальдегидокапролактамовой смолы (КС) [5, 6].

Полиэлектролит ППЭС (ММ  $10^4$  у.е.) относится к слабоосновным катионным полимерам, а ПДМДААХ (ММ  $4 \cdot 10^4$  у.е.) и СА МХ ДМАПА (ММ  $10^6$  у.е.) являются сильноосновными полиэлектролитами катионного типа. Полиэлектролиты ППЭС (по ТУ РБ 300041455.021-2001 имеет торговую марку Водамин-115), ПДМДААХ по ТУ 2227-184-00203312-98 имеет торговую марку ВПК-402) и СА МХ ДМАПА (по ТУ 2216-001-40910172-98 имеет торговую марку Праестол-630 ВС) являются водорастворимыми полимерами катионного типа. Они отличаются структурой, молекулярной массой и степенью полимеризации.

Исследование проводили в два этапа. На первом этапе сначала готовили 1 %-ные волокнистые суспензии с использованием целлюлозы белой сульфатной двух видов (хвойной и смеси хвойной (70 %) и лиственных (30 %) пород древесины) и макулатуры, а затем в отобранные пробы ( $250 \text{ см}^3$ ) вводили канифольную эмульсию и электролит; полученные проклеенные бумажные массы использовали для изготовления образцов бумаги и элементарные слои картона (ЭСК). На втором этапе готовили проклеенные бумажные массы, содержащие бинарные системы «электролит – катионный полиэлектролит»; из них получали образцы бумаги (ЭСК). Образцами сравнения являлись исходные волокнистые суспензии, не содержащие вспомогательных химических веществ. Масса одного метра квадратного образцов бумаги

(ЭСК) являлась постоянной и составляла 80 г/м<sup>2</sup>. Образцы бумаги (80 г/м<sup>2</sup>) и ЭКС (80 г/м<sup>2</sup>) изготавливали на листоотливном аппарате «Rapid Ketten» (фирма Ernst Naage, Германия), моделирующем работу бумагоделательной и картоноделательной машины.

Качество образцов бумаги (ЭСК) характеризовали гидрофобностью (по значениям показателя «впитываемость при одностороннем смачивании» (ВОС), прочностью (по значениям показателя «разрывная длина» (РД)) и влагопрочностью (В). Для исследуемых образцов бумаги (ЭСК) определяли межволоконные силы связи по Скотту (МСС). Получение проклеенных бумажных масс, представляющих собой дисперсные системы, основывалось на последовательном введении в 1 %-ные волокнистые суспензии, размолотые до степени помола 50 °ШР, расчетных количеств проклеивающего вещества (высокосмоляной канифольной эмульсии), электролита (первая порция) и бинарной системы «электролит (вторая порция) – катионный полиэлектролит». Результаты исследования, проведенного при выполнении первого и второго этапов, представлены в таблицах 1 и 2.

**Таблица 1 – Качество образцов бумаги (ЭСК) в зависимости от составов дисперсных систем**

Номер образца дисперсной системы	Составы дисперсных систем, %			Качество образцов бумаги (ЭСК)			МСС Дж/м <sup>2</sup>
				ВОС, г/м <sup>2</sup>	РД, м	В, %	
Волокна	КЭ	Э					
Использование целлюлозы сульфатной беленой хвойной							
Образец 1	100	–	–	87,1	8310	2,5	532,5
Образец 2	100	1	2	29,0	8230	4,0	440,1
Использование целлюлозы сульфатной беленой, полученной из смеси хвойных (70 %) и лиственных (30 %) пород древесины							
Образец 3	100	–	–	104,5	8000	2,3	435,4
Образец 4	100	1	2	29,5	7790	3,1	352,8
Использование макулатуры							
Образец 5	100	–	–	82,8	5260	2,2	258,7
Образец 6	100	1	2	27,2	5160	2,7	231,9

Из таблицы 1 видно, что на качество бумаги (ЭСК) влияет состав дисперсных систем, представляющих собой бумажные массы. Получено, что качество исходных образцов бумаги (ЭСК), полученных без использования химических веществ (образцы 1, 3 и 5), отличается от качества образцов бумаги (ЭСК) (образцы 2, 4 и 6), бумажные массы которых содержали КЭ и Э в количестве 1 и 2 % от абсолютно сухого волокна.

Установлено, что повышение гидрофобности образцов бумаги (ЭСК) приводит к снижению их прочности и влагопрочности. Это

свидетельствует о том, что процессы проклейки и упрочнения являются конкурирующими. Одной из основных причин потери первоначальной прочности образцов бумаги (ЭСК) является наличие на поверхности волокон проклеивающих комплексов, что препятствует сближению волокон и формированию в структуре бумаги (ЭСК) межволоконных связей. Проклеивающие комплексы образуются в результате коллоидно-химических взаимодействий, протекающих между отрицательно заряженными частицами дисперсной фазы КЭ и положительно заряженными формами гидроксосоединений алюминия  $Al(H_2O)_6^{3+}$  и  $Al(H_2O)_5(OH)^{2+}$ , введенными в дисперсную систему с раствором электролита. Об этом свидетельствует снижение разрывной длины от 5260–8310 до 5160–8230 м за счет уменьшения межволоконных сил связей на 10,4–17,4 % (от 258,7–532,5 до 231,9–440,1 Дж/м<sup>2</sup>).

**Таблица 2 – Качество образцов бумаги (ЭСК) в зависимости от составов бинарных систем «Э – КП»**

Номер образца дисперсной системы	Составы бинарных систем «Э – КП»	Качество образцов бумаги (ЭСК)			МСС, Дж/м <sup>2</sup>
		ВОС, г/м <sup>2</sup>	РД, м	В, %	
Использование целлюлозы сульфатной беленой хвойной					
Образец 7	«Э – ППЭС»	21,4	8920	16,9	540,0
Образец 8	«Э – ПДМДААХ»	29,8	8350	17,2	545,6
Образец 9	«Э – СА МХ ДМАПА»	30,5	8380	17,5	550,8
Образец 10	«Э – КС»	20,0	8960	18,0	560,7
Использование целлюлозы сульфатной беленой, полученной из смеси хвойных (70 %) и лиственных (30 %) пород древесины					
Образец 11	«Э – ППЭС»	22,8	8760	13,8	460,0
Образец 12	«Э – ПДМДААХ»	33,6	8090	14,0	470,6
Образец 13	«Э – СА МХ ДМАПА»	35,8	8230	14,1	480,3
Образец 14	«Э – КС»	23,5	8880	14,2	486,8
Использование макулатуры					
Образец 15	«Э – ППЭС»	26,7	6330	7,5	276,3
Образец 16	«Э – ПДМДААХ»	29,5	5300	7,7	280,2
Образец 17	«Э – СА МХ ДМАПА»	31,6	5500	7,9	283,5
Образец 18	«Э – КС»	25,7	6490	8,0	286,5

Незначительное улучшение (на 0,5–1,5 %) влагопрочности, как видно из таблицы 1, можно объяснить присутствием в структуре бумаги (ЭСК) азотосодержащего соединения (казеината аммония), введенного в дисперсную систему с мицеллами КЭ. Использование бинарных систем «Э – КП», как видно из таблицы 2, способствует не только повышению гидрофобности (ВОС уменьшается от 27,2–29,5 до 20,0–25,7 г/м<sup>2</sup>), но и улучшению прочности и влагопрочности образцов бумаги (ЭСК).

Таким образом, обнаружено положительное влияние бинарных

систем «Э – ППЭС» (образцы дисперсных систем 7, 11 и 15) и «Э – КС» (образцы 10, 14 и 18) на качество образцов бумаги (ЭСК). Одной из основных причин полученного положительного эффекта является, по нашему мнению, увеличение межволоконных сил связи МСС не только в целлюлозосодержащих образцах бумаги (ЭСК) (образцы 7–14) на 27,4–38,0 % (от 352,8–440,1 до 486,8–560,7 Дм/м<sup>2</sup>), но и в макулатурных образцах 15–18 – на 19,2–23,5 % (от 231,9 до 276,3–286,5 Дм/м<sup>2</sup>). Получено, что бинарные системы «Э – ППЭС» и «Э – КС», содержащие слабоосновные КП, эффективнее, чем системы «Э – ПДМДААХ» и «Э – СА МХ ДМАПА», содержащие сильноосновные КП. Прочность клееных образцов бумаги (ЭСК), полученных с использованием бинарных систем «Э – ППЭС» и «Э – КС», превышает первоначальную (исходную) прочность на 10–15 %, что имеет важное значение в технологии клееных видов бумаги и картона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние разработанных новых видов модифицированных канифольных продуктов на свойства клееных видов бумаги и картона при проклейке волокнистых суспензий в кислой, нейтральной и слабощелочной средах / Черная Н. В. [и др.] // материалы 67-ой Международ. науч. конф. Астраханского гос. технич. ун-та, Астрахань, 29–31 мая 2023 г. – Астрахань : АГТУ, 2023. С. 1127–1133.

2. Черная Н. В. Концептуальное развитие теории и технологии проклейки бумаги и картона гидродисперсиями модифицированной канифоли в режиме гетероадагуляции пептизированных частиц // Полимерные материалы и технологии. 2015. Т. 1, № 1. С. 76–90.

3. Особенности структуры и свойства проклеивающих комплексов при гидрофобизации бумаги и картона нейтральными и высокосмоляными канифольными эмульсиями / Черная Н. В. [и др.] // Труды БГТУ. 2022. № 2. С. 79–93.

4. Черная Н. В. Теория и технология клееных видов бумаги и картона (монография). – Минск : БГТУ, 2009. – 394 с.

5. Патент ВУ 23441, МПК D 21H 17/50, C 08G 12/12, C 08G 12/40 (2006.01). Способ получения упрочняющей добавки для изготовления бумаги: заявка а 20180530; заявл. 22.12.2018; опубл. 30.08.2020 / Авторы: Флейшер В.Л., Черная Н.В., Шишаков Е.П., Чернышева Т.В.

6. Патент ВУ 24648, МПК D 21H 23/02, D 21H 21/20, D 21H 21/16, D 21H 11/00 (2006.01). Способ получения бумажной массы: заявка а 20230323; заявл. 18.12.2023; опубл. 20.07.2025 / Авторы: Черная Н.В., Шишаков Е.П., Чернышева Т.В., Гордейко С.А., Герман Н.А.