



УДК 676.064.2:655.1

DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-182-193

ПРИМЕНЕНИЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО ОЛИГОМЕРА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА БУМАЖНО-КАРТОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Н.В. Черная¹, д-р техн. наук, проф.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8306-8590>

Н.И. Богданович², д-р техн. наук, проф.; ResearcherID: [A-4662-2013](https://orcid.org/0000-0002-5374-2943),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5374-2943>

С.В. Карпова¹, аспирант, ассистент; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6966-4866>

О.А. Мисюров¹, аспирант; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3338-9097>

¹Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, д. 13а, г. Минск, Беларусь, 220006; e-mail: aspirantura.bgtu@tut.by, omisurov@mail.ru

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия, 163002; e-mail: n.bogdanovich@narfu.ru

Установлена целесообразность применения в меловальной пасте разработанной бинарной системы синтетических соединений, состоящей из карбамидоформальдегидного олигомера (2 мас. ч. к массе меловальной пасты) и латекса (16 мас. ч.). Она заменяет традиционно применяемый комплекс природных соединений: модифицированный крахмал (3 мас. ч.), Na-КМЦ – натрий-карбоксиметилцеллюлозу (2 мас. ч.) и казеиновый клей (1 мас. ч) в присутствии латекса (16...32 мас. ч.). Свойства полученных образцов меловальных паст соответствовали установленным нормам, о чем свидетельствовали вязкость по ВЗ-4 (13...17 с), содержание сухих веществ (50...54 %) и рН (9,0...10,5). Предложенный карбамидоформальдегидный олигомер совмещается с присутствующими компонентами и в отличие от природных соединений не повышает уровень вязкости меловальной пасты, обладает высокой когезионной силой, участвуя в «связывании» частиц пигментов между собой, имеет необходимую адгезионную способность для обеспечения прочной связи нанесенного меловального слоя с поверхностью бумаги и картона, не препятствует равномерному распределению частиц пигментов на поверхности основы и придает меловальной пасте стабильную устойчивость. Эти эффекты можно объяснить дополнительным присутствием в карбамидоформальдегидном олигомере положительно заряженных азотсодержащих групп – аминных и амидных. Последние способствуют усилению когезионных и адгезионных взаимодействий в меловальных пастах и сформированных из них меловальных покрытиях. Рассмотрение среза мелованной бумаги (картона) показало, что одна часть связующего вещества непосредственно примыкает к основе (бумаге (картону)), проникая в ее поры и капилляры, другая – окружает частицы пигментов, третья – занимает (полностью или частично) промежутки между частицами. На примере модельных образцов легкомелованной газетной бумаги и полиграфического картона показано повышение стойкости поверхности к выщипыванию и разрывной длины на 6,0...8,5 и 15...20 % соответственно, что позволяет рассматривать карбамидоформальдегидный олигомер как альтернативный заменитель природных соединений. При этом белизна (85...87 %) и гладкость (250...265 с) соответствуют установленным требованиям. Изменение рецептуры меловальной пасты является оправданным с экономической точки зрения, поскольку материальные затраты на производство мелованной бумажно-картонной продукции уменьшаются на 1...2 %.

Для цитирования: Черная Н.В., Богданович Н.И., Карпова С.В., Мисюров О.А. Применение карбамидоформальдегидного олигомера для улучшения качества бумажно-картонной продукции // Изв. вузов. Лесн. журн. 2020. № 6. С. 182–193. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-182-193

Ключевые слова: меловальная паста, карбамидоформальдегидный олигомер, латекс, мелование, бумага, картон, качество.

Введение

Расширению ассортимента и области применения бумажно-картонной продукции способствует нанесение на поверхность бумаги-основы и картона-основы меловальных паст, отличающихся составом и, следовательно, физико-химическими и реологическими свойствами.

Мелованные виды бумаги и картона относятся к многотоннажным видам продукции. Мировой объем их производства в реальном секторе экономики ежегодно увеличивается [13], что обусловлено постоянно растущим спросом крупных потребителей, к числу которых относятся полиграфическая, косметическая, фармацевтическая, пищевая и другие отрасли промышленности.

Качество печати на мелованных видах бумаги и картона зависит от многих факторов, среди которых основными являются свойства бумаги и картона [8, 9, 14, 15, 18, 19] и нанесенной на их поверхность мелованной пасты [2], а также способ печати [7, 10, 21].

После нанесения мелованной пасты на бумагу (картон) ее поверхность из макропористой становится микропористой [22]. Поэтому мелованное покрытие увеличивает равномерность и красочность печати, а также повышает гладкость бумаги и картона. Оно является качественным в том случае, если обеспечивает необходимый комплекс требований, предъявляемых к конечной продукции. Особое значение имеют массоемкость, толщина, прочность, стойкость поверхности к выщипыванию, шероховатость, гладкость, белизна, непрозрачность и влажность.

Существующие требования к составам и свойствам меловальных паст основаны на совместимости используемых компонентов (пигментов, связующих, диспергаторов, регуляторов рН и вязкости, стабилизаторов и др.).

Меловальную пасту получают путем смешивания отдельных компонентов, среди которых особую роль играют связующие вещества (природные и синтетические). Этот принцип получения меловальной пасты принят к внедрению на многих предприятиях, в том числе для условий РУП «Завод газетной бумаги» (г. Шклов) и филиала «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» ОАО «Управляющая компания холдинга «Белорусские обои» (г. Добруш), которые ориентированы на выпуск легкомелованной газетной бумаги ((45±3) г/м²) и полиграфического картона (240...405 г/м²) соответственно.

Технология получения мелованных видов бумаги и картона включает два основных блока. Первый блок должен обеспечить приготовление меловальной пасты с необходимыми свойствами, а второй блок предназначен для мелования бумаги и картона.

Нерешенной в технологии мелования бумаги и картона является проблема, связанная с необходимостью увеличения адгезии меловального слоя к поверхности бумаги и картона при одновременном повышении эффективности «связывания» всех присутствующих частиц и в особенности основных

компонентов – минеральных пигментов. Эту роль выполняют природные и синтетические соединения, которые условно называют «связующими» веществами [2, 13].

В качестве природных связующих традиционно применяют крахмал и продукты его модификации, натрий-карбоксиметилцеллюлозу (Na-КМЦ) и казеиновый клей [20]. Они отличаются структурой, степенями полимеризации и замещения, а также физико-химическими свойствами. К основным их недостаткам относится склонность к нежелательному развитию микроорганизмов, что снижает жизнеспособность меловальной пасты и ухудшает качество мелованных видов бумаги и картона.

В качестве синтетических связующих широко используют каучуковые латексы [2], к числу которых относятся бутадиенстирольные, винилацетатные и акриловые. Введение карбоксильных групп в структуру этих соединений улучшает их стабильность, связующую и пленкообразующую способность, а также красковосприимчивость мелованной бумажно-картонной продукции [1, 3, 12].

К перспективным способам устранения существующих недостатков в технологии мелования бумаги и картона относится, по нашему мнению, способ, основанный на замене в меловальных пастах традиционного комплекса природных соединений (модифицированного крахмала, Na-КМЦ и казеинового клея), используемого совместно с латексом, на новую бинарную систему синтетических соединений «карбамидоформальдегидный олигомер (КФО) – латекс».

Предварительно проведенные нами исследования [4–6, 11, 16, 17, 23] показали, что новый КФО отличается от известных аналогов (ГОСТ 1431–88) пониженным содержанием свободного формальдегида, которое не превышает 0,05 %. Присутствие amino- и амидных групп позволяет рассматривать данное соединение в качестве связующего в меловальных пастах, поскольку оно способно усиливать когезионные и адгезионные взаимодействия между компонентами меловальной пасты и покрытия, сформированного на поверхности бумаги (картона).

Отсутствие в научной и технической литературе информации о возможности замены в меловальных пастах природных связующих на КФО обуславливает актуальность настоящей работы с научной и практической точек зрения.

Цель исследования – изучение свойств мелованных образцов бумаги и картона в зависимости от содержания в меловальных пастах бинарной системы синтетических соединений «КФО – латекс» и разработка практических рекомендаций по повышению качества продукции.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись меловальные пасты, отличающиеся содержанием природных и синтетических связующих веществ, и полученные с их использованием образцы легко мелованной газетной бумаги и полиграфического картона.

Меловальные пасты получали по методике [2] путем последовательного добавления к приготовленной 60 %-й пигментной суспензии (100 мас. ч. к массе меловальной пасты) диспергатора (ГОСТ 20291–80), связующих (природных и синтетических) и необходимых вспомогательных веществ. Пиг-

ментная суспензия содержала 85 мас. ч. каолина (ГОСТ 19607–74) и 15 мас. ч. карбоната кальция (ГОСТ 4530–76). Природными связующими являлись крахмал окисленный (ГОСТ 54647–2011), Na-КМЦ (ГОСТ 25130–82) и казеиновый клей (ГОСТ 3056–90). Расход каждого из них увеличивали от 1 до 3 мас. ч. В качестве синтетического связующего исследовали КФО [4, 6], расход которого изменяли от 1 до 5 мас. ч. Приготовленные меловальные пасты содержали синтетический каучуковый латекс марки БС-50 (ГОСТ 15080–77), расход его увеличивали от 16 до 32 мас. ч.

Вспомогательными веществами служили антисептический препарат (ГОСТ 23787.9–2019) – 0,15 мас. ч., стабилизатор (ТУ 2232-002-57149839–07) – 1,00 мас. ч., оптический отбеливатель (ГОСТ 27404–87) – 0,4 мас. ч., регулятор pH (ГОСТ 55064–2012) – 0,4 мас. ч. и пеногаситель (ГОСТ 22295–2005) – 0,006 мас. ч.

Приготовленные меловальные пасты наносили на поверхность стандартной газетной бумаги (далее – бумаги) и полиграфического картона (далее – картона) с использованием лабораторной меловальной установки (Германия) в соответствии с прилагаемой инструкцией. Массоёмкость нанесенного мелованного покрытия была постоянной и составляла 5 г/м² для легкомелованной бумаги и 30 г/м² для полиграфического картона.

Свойства мелованных образцов бумаги и картона характеризовали стандартными показателями. Массоёмкость определяли по ISO 536–1995, толщину – на приборе ТБК-Т (Украина) по ISO 534–2005, белизну – на спектрофотометре «Колир» (Украина) по ISO 2470–1999, гладкость – на приборе Бендсена (Швеция) по ISO 8791-4–1992, стойкость поверхности к выщипыванию – на печатной машине (Великобритания) по ISO 3783–1980, разрывную длину и удлинение – на комплекте приборов фирмы «Lorentzen & Wettre» (Швеция) по ISO 1924-2–1994.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследования проводили в три этапа. На первом этапе изучали влияние индивидуальных природных и синтетических (на базе КФО и латекса) связующих на свойства мелованных образцов бумаги и картона. На втором этапе сравнивали эффективность применения КФО с известными природными аналогами. На третьем этапе оценивали технологическую и экономическую целесообразность использования в меловальных пастах новой бинарной системы «КФО – латекс» вместо традиционно применяемых систем «природное связующее – латекс».

Первый этап. Меловальные пасты, содержащие бинарную систему синтетических соединений «КФО – латекс», способствовали улучшению качества мелованных образцов бумаги по сравнению с составами, в которых присутствовали природные соединения. Меловальные пасты 1–39 содержали сухие вещества в количестве 51 % (норма 50...52 %) и имели требуемую вязкость по ВЗ-4 (13...17 с).

Сопоставительный анализ полученных данных (табл. 1) свидетельствует о том, что каждый вид исследуемых соединений оказывает связующее действие, которое проявляется в двух видах взаимодействий – когезионном и адгезионном.

Таблица 1

**Качество мелованных образцов бумаги в зависимости от содержания
в меловальной пасте природных и синтетических связующих**

№ образца	Содержание связующего вещества, мас. ч. к массе меловальной пасты		Разрывная длина в направлении, м		Удлинение в направлении, %	
	соединение	латекс	продольном	поперечном	продольном	поперечном
<i>Модифицированный крахмал</i>						
1	1	16	4580	2800	3,25	5,50
2		24	4930	2890	3,67	6,50
3		32	5890	2680	3,33	7,33
4	2	16	5050	2850	4,67	6,73
5		24	5580	2810	3,90	8,00
6		32	5510	2670	3,83	5,00
7	3	16	5890	2680	7,33	3,33
8		24	6090	2810	4,67	6,50
9		32	5360	2610	3,33	5,67
<i>Na-КМЦ</i>						
10	1	16	4870	2890	3,33	5,65
11		24	5700	6360	3,00	6,10
12		32	6360	2720	3,67	7,00
13	2	16	6450	4120	4,67	6,78
14		24	6310	3790	4,18	6,70
15		32	5790	2910	3,00	6,67
16	3	16	6360	2720	3,67	7,00
17		24	5890	2790	3,33	6,00
18		32	5890	2740	3,50	6,83
<i>Казеиновый клей</i>						
19	1	16	5700	3200	4,85	7,25
20		24	5430	2850	4,00	7,00
21		32	3850	1500	3,33	6,33
22	2	16	4980	2650	4,67	7,00
23		24	3890	3170	3,33	6,67
24		32	3570	1760	2,67	5,67
25	3	16	4350	1500	3,33	4,33
26		24	4030	1890	2,67	5,33
27		32	3840	1480	3,00	7,33
<i>КФО</i>						
28	1	16	5730	3360	4,00	6,67
29		24	4160	2730	3,00	6,00
30		32	4020	2560	2,85	5,85
31	2	16	7770	4350	6,33	8,50
32		24	6590	3770	5,67	7,67
33		32	5550	2470	4,00	6,00
34	3	16	5640	2500	4,00	6,67
35		24	5560	1810	3,33	5,00
36		32	5290	1580	3,08	4,75
37	5	16	5150	2000	2,95	4,45
38		24	6250	2890	4,23	6,72
39		32	5700	2450	3,58	6,05

Результатом когезионного взаимодействия исследуемых соединений с пигментирующими частицами каолина и карбоната кальция является отсутствие пылимости поверхности меловальных покрытий, а также повышение белизны образцов бумаги с 78 до 85...87 %.

Меловальный слой, содержащий КФО, связывает частицы пигментов между собой настолько прочно, что пыление бумаги (картона) отсутствует даже при 20-кратном механическом истирании поверхности, в то время как меловальные слои, содержащие природные связующие, выдерживают не более 10–12 механических истираний. Это улучшает качество печати и повышает долговечность полиграфической продукции. Поэтому замена традиционно применяемых природных связующих на предлагаемое новое синтетическое представляет практический интерес.

Протекающее адгезионное взаимодействие компонентов нанесенных меловальных паст с поверхностью образцов бумаги (картона) в присутствии КФО способствует повышению показателей качества полученных мелованных образцов: разрывная длина и удлинение увеличиваются на 20 % и более по сравнению с базовыми образцами. Этот положительный эффект можно объяснить углублением проникновения связующих в поры и капилляры образцов бумаги (картона), что способствует росту показателей качества полученной мелованной продукции.

Присутствие латекса (расход 16...32 мас. ч.) в исследуемых меловальных пастах 1–39 является необходимостью, поскольку он проявляет свойства не только связующего вещества, участвующего одновременно в когезионных и адгезионных взаимодействиях, но и регулятора вязкости меловальных паст. Исключение его из состава меловальных паст приводит к повышению их вязкости по ВЗ-4 до 85 с (норма 13...17 с), а его расход более 32 мас. ч. снижает этот показатель от 13 до 8 с.

Модифицированный крахмал, содержащийся в меловальных пастах 1–9, проявляет наилучшую эффективность при расходе 3 мас. ч. (состав 8). В присутствии 24 мас. ч. латекса образцы бумаги имеют в продольном / поперечном направлениях разрывную длину 6090 / 2810 м и удлинение 4,67 / 6,50 %.

Na-КМЦ, содержащаяся в меловальных пастах 10–18, позволяет получить образцы бумаги (картона) с высокими показателями качества в том случае, когда ее расход составляет 2 мас. ч. (состав 13) и используется латекс в количестве 16 мас. ч. Мелованные образцы бумаги имеют в продольном / поперечном направлениях разрывную длину 6450 / 4120 м и удлинение 4,67 / 6,78 %. Увеличение содержания латекса в меловальной пасте от 16 до 32 мас. ч. является наиболее целесообразным в том случае, когда в ней присутствует 1 мас. ч. Na-КМЦ (составы 10–12). Повышение расхода Na-КМЦ от 2 (состав 8) до 3 мас. ч. (составы 16–18) позволяет уменьшить расход латекса от 32 до 16 мас. ч. Мелованные образцы бумаги (картона) имеют достаточно высокие показатели качества.

Казеиновый клей, содержащийся в пастах составов 19–27 в количестве 1...3 мас. ч., в присутствии латекса (расход 16...32 мас. ч.) позволяет получить образцы бумаги (картона) с высокими показателями качества в том случае, когда меловальный слой сформирован из пасты 19 (содержит 1 мас. ч. казеинового клея и 16 мас. ч. латекса). Образцы бумаги в продольном / поперечном направлениях имеют разрывную длину 5700 / 3200 м и удлинение 4,85 / 7,25 %.

КФО, введенный в меловальные пасты 28–39 в количестве 1...5 мас. ч., не ухудшает качество образцов бумаги по сравнению с мелованными образцами, содержащими один из трех видов исследуемых природных соединений (пасты 1–28), а, наоборот, улучшает их показатели в среднем на 20...30 %, в особенности при использовании меловальной пасты 31, содержащей 2 мас. ч. КФО и 16 мас. ч. латекса. Бинарная система «КФО–латекс» обеспечивает мелованным образцам бумаги достаточно высокие показатели качества в продольном / поперечном направлениях, о чем свидетельствуют повышенные значения разрывной длины (7770 / 4350 м) и удлинения (6,33 / 8,50 %).

Установлено, что в исследуемом диапазоне содержания латекса (16...32 мас. ч.) в меловальных пастах 28–39 увеличение расхода КФО от 1 до 3...5 мас. ч. способствует улучшению показателей качества образцов бумаги (картона).

При этом лучшими показателями качества обладают такие образцы, у которых меловальный слой сформирован из пасты 31 (содержит 2 мас. ч. КФО и 16 мас. ч. латекса). Состав меловальной пасты 31 по сравнению с другими (28–30 и 32–39) обеспечивает повышение показателей качества у полученных образцов бумаги (картона) как в продольном, так и в поперечном направлениях. Об этом свидетельствуют увеличение разрывной длины на 15...50 % и повышение удлинения на 10...55 % отн. Для мелованных образцов картона достигается аналогичное улучшение показателей качества. Это свидетельствует о целесообразности замены природных соединений на КФО.

Следовательно, модифицированный крахмал, Na-КМЦ, казеиновый клей и КФО оказывают различное влияние на свойства мелованных образцов бумаги (картона). Установлено, что улучшенными показателями качества обладают мелованные образцы бумаги (картона), для получения которых использованы меловальные пасты 8, 13, 19 и 31. Показано, что КФО, содержащееся в меловальной пасте 31, по своим связующим свойствам превосходит природные соединения (пасты 8, 13, 19).

Второй этап. В табл. 2 представлены показатели качества мелованных образцов бумаги, позволяющие оценить эффективность применения КФО по сравнению с традиционно используемыми природными связующими.

Эффективность КФО (2 мас. ч.) превосходит показатели традиционно применяемых природных соединений. Он способен заменить модифицированный крахмал (3 мас. ч.), Na-КМЦ (2 мас. ч.) и казеиновый клей (1 мас. ч.). Аналогичные данные получены нами для мелованных образцов картона.

Повышение качества мелованных образцов бумаги и картона позволяет, по нашему мнению, рекомендовать использовать КФО вместо природных соединений. Обнаруженный эффект можно объяснить дополнительным присутствием положительно заряженных амидных азотсодержащих групп. Последние способствуют усилению когезионных и адгезионных взаимодействий в меловальных пастах и сформированных из них меловальных покрытиях. Рассмотрение среза мелованной бумаги (картона) показало, что одна часть связующего вещества непосредственно примыкает к основе (бумаге (картону)), проникая в ее поры и капилляры, другая – окружает частицы пигментов, третья – занимает (полностью или частично) промежутки между частицами.

Таблица 2

Сравнение эффективности применения КФО и природных связующих

Связующие вещества (мас. ч. к массе меловальной пасты)		Качество бумаги в продольном (числитель) и поперечном (знаменатель) направлениях	
Природные	Синтетические	Разрывная длина, м	Удлинение, %
–	КФО (2)	<u>7770</u>	<u>6,33</u>
	Латекс (16)	4350	8,50
Модифицированный крахмал (3)	Латекс (24)	<u>6090</u>	<u>4,67</u>
		2810	6,50
Na-КМЦ (2)	Латекс (16)	<u>6450</u>	<u>4,67</u>
		4120	6,78
Казеиновый клей (1)	Латекс (16)	<u>5700</u>	<u>4,85</u>
		3200	7,25
Образцы сравнения (без меловальной пасты)		<u>5200</u>	<u>4,30</u>
		3000	5,85

КФО взаимодействует с присутствующими компонентами и, в отличие от природных, оказывает следующее положительное влияние на меловальную пасту:

- не повышает уровень вязкости;
- обладает высокой когезионной силой, участвуя в «связывании» частиц пигментов между собой;
- имеет необходимую адгезионную способность для обеспечения прочной связи нанесенного меловального слоя с поверхностью бумаги и картона;
- не препятствует равномерному распределению частиц пигментов на поверхности основы;
- придает меловальной пасте стабильную устойчивость.

Синтетический каучуковый латекс снижает вязкость меловальных паст, обладает большей силой адгезии, способствует улучшению водостойкости меловального покрытия, улучшает глянец мелованной продукции после каландрирования, способствует удержанию печатных красок на поверхности меловального покрытия, придает мелованной бумаге (картону) эластичность, повышает гладкость, лоск, впитывающую способность и стойкость поверхности к выщипыванию.

Следовательно, КФО способен заменить модифицированный крахмал, Na-КМЦ и казеиновый клей.

Третий этап. Для технико-экономического обоснования целесообразности использования в меловальных пастах новой бинарной системы «КФО – латекс» вместо традиционно применяемых систем «природные связующие – латекс» получали модельные образцы легкокомелованной газетной бумаги и полиграфического картона.

Установлено, что свойства образцов меловальных паст, содержащих бинарную систему синтетических соединений, соответствовали установленным нормам и составляли: вязкость по ВЗ-4 – 13...17 с, содержание сухих веществ – 50...54 %, и рН – 9,0...10,5. При этом происходит увеличение стойкости поверхности к выщипыванию на 6,0...8,5 %.

Таким образом, улучшение качества мелованной бумажно-картонной продукции свидетельствует о целесообразности применения в меловальных пастах КФО (2,0 мас. ч.) вместо природных соединений (2,5...7,0 мас. ч.). Изменение рецептуры меловальной пасты является оправданным, поскольку материальные затраты на производство мелованной бумажно-картонной продукции уменьшаются на 1...2 %.

Выводы

1. Разработанный карбамидоформальдегидный олигомер является альтернативным заменителем модифицированного крахмала, Na-КМЦ и казеинового клея.

2. Увеличение качества мелованных образцов бумаги и картона (разрывной длины на 15...50 %, удлинения на 10...55 % отн. и стойкости поверхности к выщипыванию на 6,0...8,5 %) свидетельствует о целесообразности применения в меловальных пастах разработанного синтетического связующего.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Блинкова Т.Ф., Бондарев А.И. Новые бутадиенстирольные латексы для покрытий мелованной бумаги // Целлюлоза. Бумага. Картон. 1987. № 2. С. 5–9. [Blinkova T.F., Bondarev A.I. New Butadiene-Styrene Latexes for Coatings of Coated Paper. *Tsellyuloza. Bumaga. Karton*, 1987, no. 2, pp. 5–9].

2. Бондарев А.И. Производство бумаги и картона с покрытием. М.: Лесн. пром-сть, 1985. 192 с. [Bondarev A.I. *Production of Coated Paper and Cardboard*. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1985. 192 p.].

3. Елисеева В.И. Полимерные дисперсии. М.: Химия, 1980. 295 с. [Eliseyeva V.I. *Polymer Dispersions*. Moscow, Khimiya Publ., 1980. 295 p.].

4. Жолнерович Н.В., Николайчик И.В., Черная Н.В. Повышение эффективности применения карбамидоформальдегидных олигомеров в производстве технических видов бумаги из вторичного волокнистого сырья // Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов: материалы III Междунар. науч.-техн. конф. (Архангельск, 9–11 сентября 2015 г.). Архангельск: САФУ, 2015. С. 224–229. [Zholnerovich N.V., Nikolaichik I.V., Chernaya N.V. Improving the Application of Urea Formaldehyde Oligomers in the Production of Technical Paper from Recycled Cellulose Materials. *The Issues in Mechanics of Pulp-and-Paper Materials: Proceedings of the 3rd International Conference in Memory of Professor Valery Komarov, Arkhangelsk, Russia, September 9–11, 2015*. Arkhangelsk, NArFU Publ., 2015, pp. 224–229].

5. Жолнерович Н.В., Черная Н.В., Кот Ю.В. Влияние композиционного состава меловальной пасты на свойства мелованной бумаги // Тр. БГТУ. Сер. IV: Химия, технология органических веществ и биотехнология. 2010. Т. 1, № 4, вып. XVIII. С. 193–196. [Zholnerovich N.V., Chernaya N.V., Kot Yu.V. Influence of the Composition of the Coating Paste on the Properties of Coated Paper. *Trudy BGTU. Seriya IV. Khimiya, tekhnologiya organicheskikh veshchestv i biotekhnologiya* [Proceedings of BSTU. Series 4. Chemistry, Organic Substances Technology and Biotechnology], 2010, vol. 1, no. 4, iss. 18, pp. 193–196].

6. Карпова С.В., Черная Н.В. Изучение свойств мелованной бумаги при замене природного связующего на новое синтетическое // Химия и химическая технология переработки растительного сырья: материалы докл. Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 10–12 октября 2018 г.). Минск: БГТУ, 2018. С. 187–191. [Karpova S.V., Chernaya N.V. Studying the Properties of Coated Paper when Replacing a Natural Binder with a New Synthetic. *Chemistry and Chemical Technology of Plant Raw Material Processing: Proceedings of*

the International Science and Technology Conference (Minsk, October 10–12, 2018). Minsk, BSTU Publ., 2018, pp. 187–191].

7. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технология и способы производства. М.: МГУП, 2003. 1253 с. [Kipphan G. *Encyclopedia of Printed Media. Technology and Methods of Production*. Moscow, MGUP Publ., 2003. 1253 p.]

8. Кожевников С.Ю., Ковернинский И.Н. Химия и технология «СКИФ» для бумаги. М.: МГУЛ, 2010. 91 с. [Kozhevnikov S.Yu., Koverninskiy I.N. *Chemistry and Technology "SKIF" for Paper*. Moscow, MGUL Publ., 2010. 91 p.]

9. Кожевников С.Ю., Ковернинский И.Н. Межволоконные электростатические связи в бумаге // Химия растит. сырья. 2012. № 3. С. 197–202. [Kozhevnikov S.Iu., Koverninskii I.N. Interfiber Electrostatic Bonds in Paper. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja* [Chemistry of plant raw material], 2012, no. 3, pp. 197–202].

10. Остреров М.А., Курятников А.Б., Кудряшова Г.И. и др. Факторы, определяющие качество прохождения бумаги через печатную машину // Целлюлоза. Бумага. Картон. 1993. № 1. С. 26–27. [Ostrov M.A., Kuryatnikov A.B., Kudryashova G.I. et al. Factors Defining the Quality of Paper Passing through the Printing Machine. *Tsellyuloza. Bumaga. Karton*, 1993, no. 1, pp. 26–27].

11. Попеня Т.В., Дραπεза А.А., Черная Н.В., Жолнерович Н.В. Влияние композиционного состава меловальной пасты на свойства полиграфических видов бумаги // Тр. БГТУ. Сер. IV: Химия, технология органических веществ и биотехнология. 2011. № 4(142). С. 152–154. [Popenya T.V., Drapeza A.A., Chernaya N.V., Zholnerovich N.V. Influence of the Composition of the Coating Paste on the Properties of Coated Paper. *Trudy BGTU. Seriya IV: Khimiya, tekhnologiya organicheskikh veshchestv i biotekhnologiya* [Proceedings of BSTU. Series 4. Chemistry, Organic Substances Technology and Biotechnology], 2011, no. 4(142), pp. 152–154].

12. Терехина И.Л. Использование сополимеров на основе винилацетата в качестве связующих покрытий мелованной бумаги: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1983. 18 с. [Terekhina I.L. *The Use of Copolymers Based on Vinyl Acetate as Binder Coatings of Coated Paper*: Cand. Eng. Sci. Diss. Abs. Moscow, 1983. 18 p.]

13. Технология целлюлозно-бумажного производства: справ. материалы. В 3 т. Т. II. Производство бумаги и картона. Ч. 2. Основные виды и свойства бумаги, картона, фибры и древесных плит / М.А. Остреров [и др.] СПб.: Политехника, 2006. 499 с. [Technology of Pulp and Paper Production: Reference Data. In 3 vol. Vol. 2. Production of Paper and Cardboard. Part 2. The Main Types and Properties of Paper, Cardboard, Fiber and Wood Boards. M.A. Osterov et al. Saint Petersburg, Politekhnik Publ., 2006. 499 p.]

14. Хованский В.В., Дубовый В.К., Кейзер П.М. Применение химических вспомогательных веществ в производстве бумаги и картона. СПб., 2013. 151 с. [Khovanskiy V.V., Dubovyy V.K., Keyzer P.M. *The Use of Chemical Excipients in the Production of Paper and Cardboard*. Saint Petersburg, 2013. 151 p.]

15. Черная Н.В. Теория и технология клееных видов бумаги и картона: моногр. Минск: БГТУ, 2009. 394 с. [Chernaya N.V. *Theory and Technology of Glued Types of Paper and Cardboard*: Monograph. Minsk, BSTU Publ., 2009. 394 p.]

16. Черная Н.В., Флейшер В.Л., Чернышева Т.В., Карнова С.В., Мисюров О.А. Влияние рецептуры меловальной пасты на свойства полиграфического картона // Технология органических веществ: докл. 83-й науч.-техн. конф. (Минск, 4–15 февраля 2019 г.). Минск: БГТУ, 2019. С. 39–41. [Chernaya N.V., Fleysheer L.V., Chernysheva T.V., Karnova S.V., Misyurov O.A. Influence of the Coating Paste Formulation on the Properties of Polygraphic Cardboard. *Technology of Organic Substances: Proceedings of the 83rd Scientific and Technical Conference (Minsk, February 4–15, 2019)*. Minsk, BSTU Publ., 2019, pp. 39–41].

17. Черная Н.В., Флейшер В.Л., Чернышева Т.В., Мисюров О.А., Карнова С.В. Влияние массоемкости и состава элементарных слоев полиграфического картона на его потребительские свойства // Технология органических веществ: докл. 83-й науч.-

техн. конф. (Минск, 4–15 февраля 2019 г.). Минск: БГТУ, 2019. С. 36–38. [Chernaya N.V., Fleyscher L.V., Chernysheva T.V., Misyurov O.A., Karpova S.V. Influence of Mass Capacity and Composition of Elementary Layers of Polygraphic Cardboard on Its Consumer Properties. *Technology of Organic Substances: Proceedings of the 83rd Scientific and Technical Conference (Minsk, February 4–15, 2019)*. Minsk, BSTU Publ., 2019, pp. 36–38].

18. Шабиев Р.О., Смолин А.С. Анализ электрокинетических параметров бумажной массы. СПб., 2012. 80 с. [Shabiyev R.O., Smolin A.S. *Analysis of Electrokinetic Parameters of Paper Pulp*. Saint Petersburg, 2012. 80 p.].

19. Bicu I., Mustățã F. Water Soluble Polymers from Diels-Alder Adducts of Abietic Acid as Paper Additives. *Macromolecular Materials and Engineering*, 2000, no. 280-281, iss. 1, pp. 47–53.

20. Eklund G. Die Vorgänge unter dem Schaber beim Glattschaber-Streichen. *Wochenblatt für Papierfabrikation*, 1978, Nr. 18, S. 709–714.

21. Kotitschke G. “Triple Star” – The State of the Art and Most Efficient Production Line in the World for Woodfree Coated Papers. Voith, 2002. 186 p.

22. Loretzen A., Wetter N. *Paper Testing and Process Optimization*. L & Handbook, 2000. 218 p.

23. Zholnerovich N.V., Nikolaychik I.V., Chernaya N.V. Influence of Urea-Formaldehyde Oligomer Composition on Technical Paper Properties. *Proceedings of BSTU*, 2014, no. 4(en), pp. 125–127.

APPLICATION OF UREA-FORMALDEHYDE OLIGOMER FOR QUALITY IMPROVEMENT OF PAPER AND CARDBOARD PRODUCTS

*N.V. Chornaya*¹, Doctor of Engineering, Prof.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8306-8590>

*N.I. Bogdanovich*², Doctor of Engineering, Prof.; ResearcherID: [A-4662-2013](https://orcid.org/0000-0002-5374-2943),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5374-2943>

*S.V. Karpova*¹, Postgraduate Student, Assistant;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6966-4866>

*O.A. Misyurov*¹, Postgraduate Student;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3338-9097>

¹Belarusian State Technological University, ul. Sverdlova, 13a, Minsk, 220006, Republic of Belarus; e-mail: aspirantura.bgtu@tut.by, omisurov@mail.ru

²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; e-mail: n.bogdanovich@narfu.ru

The applicability of the developed binary system of synthetic compounds in coating paste, consisting of urea-formaldehyde oligomer (2 pts. wt. to the coating paste weight) and latex (16 pts. wt.), is found. It replaces the generally used complex of natural compounds, such as modified starch (3 pts. wt.), Na-СМC (2 pts. wt.), and casein glue (1 pts. wt.), in the presence of latex (16–32 pts. wt.). The properties of the coating paste samples met the standards, as evidenced by the viscosity according to the viscometer VZ-4 (13–17 s), the content of dry substances (50–54 %) and pH (9.0–10.5). The proposed urea-formaldehyde oligomer is combined with the present components and, as compared to natural compounds, does not increase the viscosity of the coating paste, has a high cohesive force, participating in the binding of pigment particles with one another, has the necessary adhesive capacity for ensuring a stable bond of the applied coating layer with the surface of paper and cardboard, does not prevent the uniform distribution of pigment particles on the base surface, and gives stability to the coating paste. These phenomena can be explained by the supplementary presence of positively charged nitrogen-containing groups (amine and amide) in the urea-

formaldehyde oligomer. The latter contribute to the enhancement of cohesive and adhesive interactions in coating pastes and coatings composed of them. Assessment of a section of the coated paper (cardboard) showed that one part of the binder adjoins the base (paper, cardboard) penetrating into its pores and capillaries, the other surrounds the pigment particles, and the third occupies (completely or partially) the spaces between the particles. An increase in the surface resistance to plucking and breaking length by 6.0–8.5 and 15–20 %, respectively, is shown on the samples of light-coated newsprint and polygraphic cardboard. This allows considering the urea-formaldehyde oligomer as an alternative to natural compounds. Herewith, whiteness (85–87 %) and smoothness (250–265 s) meet the requirements. Changing the formulation of the coating paste is economically justified, since material costs for the production of coated paper and cardboard products are reduced by 1–2 %.

For citation: Chornaya N.V., Bogdanovich N.I., Karpova S.V., Misyurov O.A. Application of Urea-Formaldehyde Oligomer for Quality Improvement of Paper and Cardboard Products. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2020, no. 6, pp. 182–193. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-182-193

Keywords: coating paste, urea-formaldehyde oligomer, latex, coating, paper, cardboard, quality.

Поступила 20.01.20 / Received on January 20, 2020
