

УДК 676.262.014

**Н. В. Черная, С. В. Карпова, О. А. Мисюров, С. А. Гордейко,  
Т. В. Чернышева, С. А. Дашкевич**

Белорусский государственный технологический университет

**СВОЙСТВА МЕЛОВАННЫХ ВИДОВ БУМАГИ И КАРТОНА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА И СОДЕРЖАНИЯ СВЯЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ  
В НАНЕСЕННОМ ПОКРЫТИИ**

Установлено, что замена в рецептуре меловальных паст «комплекса» природных связующих веществ, в состав которого входят крахмал окисленный (1,0–3,0 мас. ч.), натрийкарбоксиметилцеллюлоза (0,5–1,0 мас. ч.) и казеиновый клей (1,0–3,0 мас. ч.), на одно синтетическое – карбамидоформальдегидный олигомер КФО, впервые синтезированный на кафедре химической переработки древесины БГТУ, позволяет улучшить свойства мелованных видов бумаги и картона на 3–8%. Об этом свидетельствуют улучшение их белизны на 1–4%, повышение гладкости на 4–13 с, увеличение стойкости поверхности к выщипыванию на 0,1–0,2 мм и возрастание прочности (разрывной длины и сопротивления излому на 50–130 м и 1–2 ч. д. п. соответственно). При этом гидрофобность мелованных видов бумаги и картона, характеризуемой впитываемостью при одностороннем смачивании, снижается на 2–3 г/м<sup>2</sup>.

Показано, что количество КФО в рецептуре меловальной пасты не превышает содержания традиционно используемого природного «комплекса» и находится в прелелах 2,5–7,0 мас. ч. Применение КФО дополнительно позволяет исключить антисептик (0,10–0,20 мас. ч.) из рецептуры меловальной пасты, что обусловлено отсутствием в ней природного «комплекса». Меловальные пасты, содержащие КФО, имеют свойства, удовлетворяющие современным требованиям: вязкость по ВЗ-4 – 13–17 с, содержание сухих веществ – 50–54% и pH – 9,0–10,5.

Применение синтетических связующих веществ вместо природных позволяет развивать перспективное направление в технологии мелования бумаги и картона, основанное, во-первых, на снижении массоемкости нанесенного покрытия и, во-вторых, на экономии связующих веществ в рецептурах меловальных паст за счет повышения их функциональных свойств.

**Ключевые слова:** карбамидоформальдегидный олигомер, крахмал окисленный, натрийкарбоксиметилцеллюлоза, казеиновый клей, латекс, меловальная паста, бумага, картон, белизна, гладкость, стойкость поверхности к выщипыванию, прочность, гидрофобность.

**N. V. Chernaya, S. V. Karpova, O. A. Misyurov, S. A. Gordeyko,  
T. V. Chernysheva, S. A. Dashkevich**

Belarusian State Technological University

**PROPERTIES OF COATED PAPER AND CARDBOARD DEPENDING  
ON THE TYPE AND CONTENT OF BINDERS IN THE COATING**

It was found that the replacement of natural binders in the formulation of coating pastes “complex”, which includes oxidized starch (1.0–3.0 pts. wt.), sodium carboxymethyl cellulose (0.5–1.0 pts. wt.) and casein glue (1.0–3.0 pts. wt.) per one synthetic – urea-formaldehyde oligomer, newly synthesized at the Department of Chemical Processing of Wood BSTU, can improve the properties of coated paper and cardboard by 3–8%. This is evidenced by an improvement in their whiteness by 1–4%, an increase in smoothness by 4–13 s, an increase in the resistance of the surface to picking by 0.1–0.2 mm and an increase in strength (breaking length and fracture resistance by 50–130 m and 1–2 h. d. p., respectively). At the same time, the hydrophobicity of coated paper and cardboard, characterized by absorbency during unilateral wetting, is reduced by 2–3 g/m<sup>2</sup>.

It is shown that the amount of urea-formaldehyde oligomer in the formulation of the coating paste does not exceed the content of the traditionally used natural “complex” and is within 2.5–7.0 pts. wt. The use of urea-formaldehyde oligomer additionally eliminates the antiseptic (0.10–0.20 pts. wt.) from the formulation of coating paste, due to the lack of natural “complex” in it. Coating pastes containing urea-formaldehyde oligomer have properties that meet modern requirements: viscosity according to VZ-4 13–17 s, content of dry substances 50–54% and pH 9.0–10.5.

The use of synthetic binders instead of natural allows to develop a promising direction in the technology of coating paper and cardboard, based, firstly, on reducing the mass intensity of the coating and, secondly, on the economy of binders in the formulations of coating pastes by increasing their functional properties.

**Key words:** urea-formaldehyde oligomer, oxidized starch, sodium carboxymethylcellulose, casein glue, latex, chalk paste, paper, cardboard, whiteness, smoothness, surface resistance to plucking, strength, hydrophobicity.

**Введение.** Бумага и картон с нанесенным на их поверхность мелованным покрытием относятся к высококачественным видам продукции, предназначенным для печати. Крупнотоннажными потребителями разнообразных видов такой продукции являются пищевая, косметическая, фармацевтическая и другие отрасли промышленности. Кроме того, их широко используют на полиграфических предприятиях при выпуске книжно-журнальной и рекламной продукции, а также в качестве основного материала для упаковки обуви, галантерейных изделий, мебели, бытовой техники и многих других промышленных товаров и изделий. Мировой объем производства мелованных видов картона ежегодно превышает 650 млн т и постоянно увеличивается [1].

Мелованное покрытие, нанесенное на поверхность бумаги и картона, позволяет улучшить эксплуатационные свойства производимой продукции и создать принципиально новые материалы, отличающиеся областью применения.

Эффективность печатных процессов зависит от многих факторов, среди которых основными являются свойства бумаги и картона [2–7] и нанесенного на их поверхность мелованного покрытия [8], а также способ печати [9–11]. Для печати используют различные печатные формы. Основные способы печати классифицируют следующим образом: печать высокая (типографская, флексографическая), плоская (офсетная, литографская, фототипия, ди-лито), глубокая (глубокая, металлографская, тампонная) и трафаретная (трафаретная, шелкотрафаретная, ротаторная – ризография). Дополнительно необходимо текстовую информацию можно наносить без использования печатных форм следующими способами: электрофотография (ксерография, лазерная технология), электрография (электростатика), ионография, магнитография, термография и фотография, печать струйная (непрерывная, капельная) и сублимация. Во всех случаях на качество печати существенное влияние оказывают состав и свойства мелованного покрытия.

При нанесении мелованных (пигментных) покрытий поверхность бумаги и картона из макропористой становится микропористой [12]. Это означает, что если до нанесения покрытия размер пор составлял 1–10 мкм, то после нанесения – 0,1–0,6 мкм. Поэтому мелованное покрытие увеличивает равномерность и красочность печати, а также повышает в десятки раз гладкость бумаги и картона. Пигментное покрытие снижает прозрачность бумаги и элементарных слоев картона (ЭСК), в связи с чем появляется возможность снизить на 15–20% массовую нагрузку бумаги и ЭСК, а также заменить часть целлюлозы макулатурой или

древесной массой без ущерба для качества выпускаемой продукции.

Мелованное покрытие является качественным в том случае, если оно обеспечивает комплекс требований, предъявляемых к конечной продукции – мелованным видам бумаги и картона. Особое значение имеют массовая нагрузка, толщина, стойкость поверхности к выщипыванию, шероховатость, гладкость, белизна, непрозрачность и влажность. Мелованное покрытие может быть одно-, двух- и трехслойным. Массовая нагрузка каждого слоя мелованного покрытия зависит от состава и свойств меловальной пасты, нанесенной на поверхность бумаги-основы и ЭСК.

Существующие требования к рецептурам и свойствам меловальных паст и получаемых из них покрытий основаны на совместимости используемых компонентов, каждый из которых играет требуемое значение – пигментирующее, связующее, диспергирующее, стабилизирующее, антисептическое, структурообразующее, реологическое и т. д.

Меловальную пасту получают путем смешивания отдельных компонентов, расход которых составляет, мас. ч.: пигменты – 100,0 (в том числе: каолин отбеленный фракционированный – 85,0, мел природный (или барий серноокислый) – 15,0 (15,0)), связующие – 20,5–39,0 (в том числе: латекс синтетический каучуковый – 16,0–32,0, крахмал и продукты его модификации – 1,0–3,0, натрийкарбоксиметилцеллюлоза – 0,5–1,0, казеиновый клей – 1,0–3,0), диспергатор (гексаметафосфат натрия) – 0,3–0,6, антисептик – 0,1–0,2, стабилизатор (стеарат кальция) – 1,0, пеногаситель (аэросил) – 0,005–0,006, оптический отбеливатель – 0,2–0,4, регулятор pH – 0,1–1,0 (натр едкий – 0,1–0,4, аммиачная вода – 1,0, карбамид – 0,1–0,5). Аналогичная рецептура меловальной пасты принята к внедрению в условиях филиала «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» ОАО «Управляющая компания холдинга «Белорусские обои». Это предприятие ориентировано на выпуск полиграфического картона марок SBB и FBB. Мелованный картон этих марок отличается от немелованного улучшенными печатными свойствами за счет присутствующего на его поверхности мелованного покрытия. Регламентируемыми показателями качества являются белизна (норма – не менее 85%), гладкость (не менее 250 с) и стойкость поверхности мелованного покрытия к выщипыванию (не менее 2,2 мм).

Полиграфический картон (далее – картон) относится к многотоннажным и высококачественным видам мелованной продукции, среди которой повышенным потребительским спросом пользуется трехслойный картон марок SBB и FBB. Картон получают путем нанесения на его поверхность мелованного покрытия. Для расширения области

применения картона практикуют изменять его массовую от 210 до 375 г/м<sup>2</sup>. При этом на долю каждого ЭСК (покровного, среднего и основного) приходится третья часть от общей массовости картона.

Характерной особенностью составов ЭСК, имеющих массовую от 70 до 125 г/м<sup>2</sup>, является то, что для их получения используют первичные волокнистые полуфабрикаты, к числу которых относятся беленые виды целлюлозы и химико-термомеханической массы (БХТММ). Для получения картона марок SBB и FBB покровный и основной слои изготавливают из целлюлозы беленой, а для средних слоев применяют разные волокнистые полуфабрикаты: для картона марки SBB используют целлюлозу беленую, а для картона марки FBB – БХТММ. Поэтому картоны марок FBB и SBB существенно отличаются, во-первых, видом используемого в среднем слое волокнистого сырья и, во-вторых, технологией мелования. Указанные две особенности позволяют производить на одном оборудовании картоны марок FBB и SBB, отличающиеся потребительскими свойствами и областью применения.

Процесс мелования может быть одно- или двухсторонним. Кратность нанесения меловальной пасты на каждую поверхность картона (со стороны покровного и/или основного слоев) можно увеличивать от одного до трех. Количество каждого нанесенного однократного мелованного покрытия можно уменьшать от 30 до 5 г/м<sup>2</sup> или увеличивать от 5 до 30 г/м<sup>2</sup>.

Технология получения мелованного картона марок FBB и SBB состоит из двух основных технологических блоков.

Первый блок включает технологию изготовления немелованного трехслойного картона – используют первичные волокнистые полуфабрикаты (целлюлозу и БХТММ) и проклеивающие вещества. Второй блок обеспечивает получение целевого продукта в виде мелованного картона после нанесения меловальной пасты на поверхность немелованного картона. Поэтому свойства мелованного картона существенно зависят от рецептуры меловальной пасты и ее количества, нанесенного на поверхность бумаги и ЭСК в целом и картона марок SBB и FBB в частности.

Картон марки SBB применяют в пищевой промышленности для производства упаковочных материалов типа «Тетрапак». Он является трехслойным с односторонним мелованием. На поверхности покровного слоя, изготовленного из целлюлозы беленой, находится мелованное покрытие (30 г/м<sup>2</sup>), полученное путем последовательного трехкратного нанесения меловальной пасты в количестве 5, 10 и 15 г/м<sup>2</sup> в качестве первого, второго и третьего слоев соответственно.

Картон марки FBB используют в полиграфической, косметической и фармацевтической промышленности. Он является трехслойным с двухсторонним мелованием. Для получения покровного (верхнего) и основного (нижнего) слоев используют целлюлозу беленую, а для среднего слоя – БХТММ.

Процесс мелования при получении картона марки FBB аналогичен процессу мелования картона марки SBB. Отличие состоит в том, что в первом случае осуществляют двухстороннее мелование (со стороны покровного и основного слоев), а во втором случае – одностороннее (со стороны покровного слоя).

Целлюлозные суспензии покровного и основного слоев немелованного картона проклеиваются синтетическими эмульсиями АКД или АСА (расход 2–3 кг/т) в нейтральной среде. Это позволяет придать поверхности немелованного картона регламентируемую гидрофобность, которую характеризуют впитываемостью при одностороннем смачивании (норма не более 30 г/м<sup>2</sup>). Необходимую белизну (норма не менее 80%) покровному слою картона придает целлюлоза белая.

Адгезионные свойства мелованного покрытия характеризуют стойкостью поверхности покровного слоя к выщипыванию (норма не менее 2,2 мм). Этот показатель существенно зависит от рецептуры и свойств меловальной пасты, нанесенной на поверхность бумаги и ЭСК. Особую роль играют присутствующие минеральные пигменты (100 мас. ч.) и связующие вещества (20,5–39,0 мас. ч.). Остальные компоненты, суммарное количество которых является небольшим и составляет 1,7005–3,206 мас. ч., являются обязательными, поскольку они оказывают на меловальную пасту диспергирующее (0,3–0,6 мас. ч.), антисептическое (0,1–0,2 мас. ч.) и стабилизирующее (1,0 мас. ч.) действия.

Дополнительно меловальная паста содержит пеногаситель (0,005–0,006 мас. ч.), оптический отбеливатель (0,2–0,4 мас. ч.) и регулятор pH (0,1–1,0 мас. ч.).

Нерешенной проблемой в технологии мелования является проблема, связанная с увеличением адгезии мелованного покрытия к поверхности бумаги и ЭСК при одновременном повышении эффективности «связывания» всех присутствующих частиц и в особенности основных компонентов – минеральных пигментов. Эту роль выполняют различные соединения (природные и синтетические), которые условно называют связующими [1, 8].

Природными связующими являются различные соединения [13] – крахмал и продукты его модификации, натрийкарбоксиметилцеллюлоза и казеиновый клей. Они отличаются структурой,

степенями полимеризации и замещения, а также физико-химическими свойствами и эффективностью воздействия на компоненты меловальной пасты и адгезионную способность последней. К основным их недостаткам относятся ограниченный срок хранения и повышенная склонность к нежелательному развитию микроорганизмов, делающих меловальную пасту непригодной для использования.

Синтетическими связующими являются латексы синтетические каучуковые [8] – бутадиевстирольные, винилацетатные и акриловые. Введение в структуру этих соединений карбоксильных групп, как показано в работах [14–16], улучшает их стабильность, связующую и пленкообразующую способность, а также красковосприимчивость.

Отсутствие научно обоснованных технических решений по замене природных связующих на синтетические обуславливает актуальность настоящей работы с научной и практической точек зрения.

К перспективным способам улучшения свойств меловальных паст относится, по нашему мнению [17–22], способ, основанный на использовании в их рецептуре нового связующего, представляющего собой карбамидоформальдегидный олигомер КФО и позволяющего частично или полностью заменить традиционно используемые природные и синтетические связующие.

Цель исследования – изучение свойств мелованных видов бумаги и картона в зависимости от вида и содержания связующих в нанесенном покрытии.

Для достижения поставленной цели решены следующие основные задачи:

– изучены свойства пигментов – каолина  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ , карбоната кальция  $CaCO_3$  и бария сернокислого  $BaSO_4$ , что позволило определить особенности их использования в рецептурах меловальных паст;

– исследованы свойства приготовленных образцов меловальных паст, отличающихся рецептурой за счет замены традиционно используемых трех природных связующих (крахмала окисленного, натрийкарбоксиметилцеллюлозы и казеинового клея) на одно новое синтетическое КФО, что позволило улучшить свойства меловальной пасты;

– изучены свойства мелованных образцов бумаги и ЭСК в зависимости от вида и содержания связующих (природных и синтетических) в нанесенных на их поверхность меловальных пастах, что позволило рекомендовать к практическому использованию рецептуры меловальных паст, обеспечивающих улучшение свойств нанесенного мелованного покрытия.

**Основная часть.** Объектами исследования являлись меловальные пасты, отличающиеся

содержанием исследуемых связующих веществ (природных и синтетических), и полученные с их использованием образцы мелованной бумаги и элементарных слоев картона (ЭСК).

Предметами исследования выступали процессы когезии и аутогезии в меловальных пастах, а также процесс адгезии мелованного покрытия к поверхности бумаги и ЭСК.

*Меловальные пасты* готовили по стандартной методике [8] путем смешивания ее компонентов, мас. ч.: пигменты – 100,0 (в том числе: каолин – 85,0, карбонат кальция (или барий сернокислый) – 15,0 (15,0)), связующие – 20,5–39,0 (в том числе: а) традиционные: латекс синтетический каучуковый (далее – латекс) – 16,0–32,0, крахмал окисленный – 1,0–3,0, натрийкарбоксиметилцеллюлоза NaКМЦ – 0,5–1,0, казеиновый клей – 1,0–3,0; б) новое: карбамидоформальдегидный олигомер КФО – 2,5–7,0), диспергатор – 0,3–0,6, антисептик – 0,10–0,20, стабилизатор – 1,0, пеногаситель – 0,005–0,006, оптический отбеливатель – 0,2–0,4, регулятор pH – 0,1–0,4.

*Минеральные пигменты*, доля которых в рецептуре меловальной пасты составляла 100 мас. ч., применяли для повышения гладкости и непрозрачности бумаги и картона, а также для увеличения впитывающей способности печатных красок. Качество мелованного покрытия во многом зависит от степени дисперсности используемых пигментов. Поэтому в данной работе применяли такие высокодисперсные соединения, как каолин  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$  (ГОСТ 19607-74), карбонат кальция  $CaCO_3$  (ГОСТ 4530-76) и барий сернокислый  $BaSO_4$  (ГОСТ 3158-75). Содержание минеральных пигментов в рецептурах меловальных паст было постоянным и составляло 100 мас. ч. в т. ч.: каолин – 85,0, карбонат кальция (барий сернокислый) – 15,0 (15,0).

*Связующие вещества*, содержание которых в образцах меловальных паст увеличивали от 20,5 до 39,0 мас. ч., представляли собой полимерные соединения природного и синтетического происхождения.

В качестве природных связующих веществ использовали (существующая технология): крахмал окисленный (ГОСТ 54647-2011), NaКМЦ (ГОСТ 25130-82) и казеиновый клей ГОСТ 3056-90); их содержание в образцах меловальной пасты изменяли в пределах 1,0–3,0, 0,5–1,0 и 1,0–3,0 мас. ч. соответственно.

В качестве синтетических связующих применяли традиционно используемый латекс марки БС-50 (ГОСТ 15080-77) и новое соединение, разработанное на кафедре химической переработки древесины БГТУ и представляющее собой карбамидоформальдегидный олигомер КФО [22, 23]. Содержание латекса в исследуемых рецептурах меловальных паст составляло

16,0, 24,0 и 32,0 мас. ч. (существующая технология), а содержание КФО – 2,5, 4,5 и 7,0 мас. ч. (исследуемые технологии).

Связующие вводили в меловальную пасту после диспергирования пигментов.

*Диспергатор*, содержание которого в меловальной пасте составляло 0,3, 0,4 и 0,6 мас. ч., способствовал предотвращению агрегированию частиц пигментов, что обеспечивало стабильность свойств образцов меловальных паст. В качестве диспергатора использовали гексаметафосфат натрия (ГОСТ 20291-80).

*Вспомогательные вещества* обеспечивали образцам меловальных паст антисептические свойства, характеризующиеся отсутствием роста микроорганизмов из-за присутствия природных связующих, а также стабильность, белизну и вязкость. Для этого применяли 0,15 мас. ч. антисептического препарата ХМФ (ГОСТ 23787.9-2019), 1,0 мас. ч. стабилизатора (стеарат кальция по ТУ 2232-002-57149839-07), 0,2 и 0,4 мас. ч. оптического отбеливателя (ГОСТ 27404-87), а также 0,1 и 0,4 мас. ч. регулятора pH, в качестве которого брали натр едкий (ГОСТ 55064-2012). Дополнительно в состав меловальной пасты вводили 0,005 и 0,006 мас. ч. пеногасителя, в качестве которого использовали МАСС-3 (ГОСТ 22295).

*Образцы мелованной бумаги и ЭСК* изготавливали путем нанесения образцов меловальных паст на поверхность бумаги-основы (ГОСТ 9094-89), имеющей массовую нагрузку 70 г/м<sup>2</sup>. Образцы меловальных паст отличались рецептурой за счет изменения содержания в них связующих: а) природных, используемых по существующей технологии и представляющих собой крахмал окисленный, натрийкарбоксиметилцеллюлозу NaКМЦ и казеиновый клей; б) синтетических, к числу которых относится традиционно используемый синтетический каучуковый латекс (далее – латекс) и новое соединение в виде карбамидоформальдегидного олигомера КФО, впервые полученного на кафедре химической переработки древесины БГТУ [22, 23].

Для нанесения образцов меловальных паст на поверхность бумаги-основы и ЭСК использовали моделирующее оборудование – лабораторную меловальную установку (Германия), оснащенную регулируемыми наносящей и высушивающей системами. Процесс мелования осуществляли в соответствии с инструкцией, прилагаемой к данному оборудованию. Массовая нагрузка нанесенного мелованного покрытия составляла 30 г/м<sup>2</sup>.

Немелованные образцы бумаги-основы и ЭСК имели необходимую прочность, которую характеризовали разрывной длиной и сопротивлением излому. Эти показатели составляли 5400 м и 26 ч. д. п. соответственно, что удовлетворяло их

регламентируемым значениям: разрывная длина – не менее 5000 м и сопротивление излому – не менее 20 ч. д. п. Пористость анализируемых образцов находилась в пределах 10–11 г/м<sup>2</sup>. Гидрофобность немелованных образцов бумаги-основы и ЭСК характеризовали таким показателем, как впитываемость при одностороннем смачивании: она составляла 20–22 г/м<sup>2</sup>, что соответствовало нормируемым значениям 15–30 г/м<sup>2</sup>.

Свойства мелованных образцов бумаги и ЭСК характеризовали стандартными показателями. Массовую нагрузку 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 для определения шероховатости по Бендсену (Швеция) по ISO 8791-4-1992 и стойкость поверхности к выщипыванию – на печатной машине (Великобритания) по ISO 3783-1980.

**Результаты и их обсуждение.** Исследования проводили в три этапа:

- на первом этапе изучали свойства пигментов – каолина  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ , карбоната кальция  $CaCO_3$  и бария сернокислого  $BaSO_4$ ;

- на втором этапе исследовали свойства приготовленных образцов меловальных паст, отличающихся рецептурой за счет замены традиционно используемых природных связующих (крахмала окисленного (1,0–3,0 мас. ч.), NaКМЦ (0,5–1,0 мас. ч.) и казеинового клея (1,0–3,0 мас. ч.) на новое синтетическое КФО (2,5–7,0 мас. ч.) при одновременном уменьшении содержания латекса от 32,0 до 16,0 мас. ч.;

- на третьем этапе изучали свойства мелованных образцов бумаги и ЭСК в зависимости от рецептуры меловальных паст, отличающихся видом и содержанием связующих.

Ниже приведены результаты исследования по каждому выполненному этапу.

*Первый этап.* Выявлено, что исследуемые пигменты (каолин  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ , карбонат кальция  $CaCO_3$  и барий сернокислый  $BaSO_4$ ) имели кристаллическое строение, но различную форму.

Каолин состоял из гексагональных пластинок с соотношением толщина : длина 1 : 10. Карбонат кальция состоял из кристаллов игольчатой формы.

Частицы исследуемых пигментов отличались размером  $D_{cp}$ . Их средний диаметр составлял, мкм:  $D_{cp} \leq 2$  для каолина,  $D_{cp} \leq 1,8$  для карбоната кальция и  $D_{cp} \leq 0,5$  для бария сернокислого.

Установлено, что частицы каолина и карбоната кальция не обладали одинаковыми «покрывными» свойствами и не давали одинаковые результаты при меловании.

Каолин по сравнению с другими пигментами (карбонатом кальция и барием сернокислым)

легче диспергируется благодаря высокой удельной поверхности и почти полному отсутствию растворимых солей. Минимальное количество химических солей или ионов, адсорбированных частицами каолина, наличие свободных валентных связей на поверхности частиц, появившихся в результате химического или механического разрушения минеральных кристаллов исходного каолина, обуславливают вязкость и тиксотропию каолиновых дисперсий, а также характер взаимодействия с дефлокулирующими реагентами и другими компонентами меловальных паст.

Исследуемые пигменты отличаются способностью к диспергированию. Установлено, что они располагаются в упорядоченной убывающей последовательности: каолин > барий серноокислый > карбонат кальция.

Следовательно, доля каолина в рецептурах меловальных паст должна быть максимальной. Поэтому обоснованным является его содержание 85 мас. ч. и более, в то время как доля второго пигмента (бария серноокислого или карбоната кальция) не должна превышать 15 мас. ч. Присутствие в рецептуре меловальных паст бария серноокислого (или карбоната кальция) снижает вязкость меловальной пасты, а также придает образцам мелованной бумаги и ЭСК не только улучшенную белизну и непрозрачность, но и хорошую впитывающую способность по отношению к печатным краскам.

*Второй этап.* Приготовленные в лабораторных условиях меловальные пасты, как видно из табл. 1, содержали традиционные (образцы 1–4) и новое КФО (образцы 5–10) связующие. Содержание пигментов было постоянным и составляло 100 мас. ч. Отличие приготовленных 10 образцов меловальных паст состояло в том, что 60%-ная пигментная суспензия содержала 85,0 мас. ч. каолина (образцы 1–10) и 15,0 мас. ч. карбоната кальция (образцы 1, 2, 5–7) или бария серноокислого (образцы 3, 4, 8–10).

Образцы 1–4 содержали минимальное (18,8 мас. ч.) и максимальное (39,6 мас. ч.) количество традиционно применяемых связующих:

– природных в виде крахмала окисленного (1,0 мас. ч. в образцах 1 и 3 и 3,0 мас. ч. – в образцах 2 и 4), NaKMЦ (0,5 мас. ч. в образцах 1 и 3 и 1,0 мас. ч. – в образцах 2 и 4) и казеинового клея (1,0 мас. ч. в образцах 1 и 3 и 3,0 мас. ч. – в образцах 2 и 4);

– синтетического в виде латекса, доля которого составляла, мас. ч.: 16,0 для образцов 1 и 3 и 32,0 для образцов 2 и 4.

Образцы 5–10 содержали новое синтетическое связующее КФО в количестве 2,5 мас. ч. (образцы 5 и 8), 4,5 мас. ч. (образцы 6 и 9) и 7,0 мас. ч. (образцы 8 и 10) вместо традиционно используемого «комплекса» природных соединений,

включающего крахмал окисленный, NaKMЦ и казеиновый клей, индивидуальное содержание которых находилось в установленных пределах 1,0–3,0, 0,5–1,0 и 1,0–3,0 мас. ч. соответственно.

Вторым связующим в образцах 5–10 являлся латекс. Его содержание составляло, мас. ч.: 16,0 для образцов 5 и 8, 24,0 для образцов 6 и 9 и 32,0 для образцов 7 и 10.

Поэтому суммарное содержание связующих в рецептуре исследуемых меловальных паст составляло, мас. ч.: 18,8 для образцов 5 и 8, 28,9 для образцов 6 и 9 и 39,6 для образцов 7 и 10.

Содержание диспергатора в рецептуре меловальных паст обычно находится в пределах 0,3–0,6 мас. ч. Поэтому в приготовленных меловальных пастах он присутствовал в следующих количествах, мас. ч.: 0,3 для образцов 1, 3, 5 и 8, 0,4 для образцов 6 и 9 и 0,6 для образцов 2, 4, 7 и 10.

Содержание вспомогательных веществ, к числу которых относятся антисептик, стабилизатор, пеногаситель, оптический отбеливатель и регулятор pH, было постоянным и соответствовало их минимальному и максимальному расходу, пропорциональным количествам присутствующих пигментов и связующих веществ. Поэтому содержание вспомогательных веществ в рецептурах меловальных паст составляло, мас. ч.: антисептик – 0,1 и 0,2, стабилизатор – 1,0, пеногаситель – 0,005 и 0,006, оптический отбеливатель – 0,2 и 0,4 и регулятор pH – 0,1 и 0,4.

Следует отметить, что традиционно используемый «комплекс» природных связующих веществ (крахмал окисленный, NaKMЦ и в особенности казеиновый клей), содержащийся в образцах 1–4, требуют присутствия в меловальной пасте антисептика (0,10–0,20 мас. ч.), что обусловлено необходимостью предотвращения роста микроорганизмов. Поэтому при замене этого природного «комплекса» на новое синтетическое связующее КФО исчезает необходимость применения антисептика.

Антипептик отсутствовал в рецептурах меловальных паст образцов 5–10. Поэтому исключение антисептика и коррекция содержания других соединений (стабилизатора, пеногасителя, оптического отбеливателя и регулятора pH) позволяет уменьшить содержание вспомогательных веществ в меловальных пастах от 1,705–2,006 до 1,305–1,806 мас. ч., что имеет важное практическое значение.

Из табл. 1 видно, что замена «комплекса» природных связующих на одно новое синтетическое КФО позволяет исключить из рецептуры меловальных паст антисептик. Поэтому суммарное содержание компонентов, необходимых для приготовления меловальной пасты, уменьшается от 120,505–141,606 до 120,105–141,406 мас. ч., т. е. на 0,2–0,4 мас. ч.

С учетом объемов потребления меловальной пасты, например для отечественных предприятий (РУП «Завод газетной бумаги» и филиала «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» ОАО «Управляющая компания холдинга «Белорусские обои» при производстве легкокомелованной бумаги и полиграфического картона соответственно), рекомендуемое изменение ее рецептуры позволит ежегодно экономить 22–28 т химических веществ, в том числе 18–22 т связующих веществ и 4–6 т антисептика.

Установлено, что свойства меловальных паст, приготовленных по традиционным (образ-

цы 1–4) и исследуемым (образцы 5–10) технологиям, соответствуют, как видно из табл. 1, регламентируемым значениям.

Следовательно, замена «комплекса» природных связующих веществ, включающего крахмал окисленный (1,0–3,0 мас. ч.), NaКМЦ (0,1–0,5 мас. ч.) и казеиновый клей (1,0–3,0 мас. ч.), на адекватное количество нового синтетического КФО (2,5–7,5 мас. ч.) позволяет получать высококачественные меловальные пасты со следующими регламентируемыми свойствами: вязкость по ВЗ-4 – 13–17 с, содержание сухих веществ – 50–54%, значения pH 9,0–10,5 и температура – не более 25°C.

Таблица 1

Рецептура и свойства меловальных паст

Наименование параметра	Регаментируемые значения*	Значение параметра									
		Существующие меловальные пасты				Исследуемые меловальные пасты					
		Образец									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Рецептура меловальных паст, мас. ч.											
Пигменты	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
В т. ч.:	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0
каолин											
карбонат кальция	15,0**	15,0	15,0	–	–	15,0	15,0	15,0	–	–	–
барий сернокислый	15,0**	–	–	15,0	15,0	–	–	–	15,0	100,0	15,0
Связующие вещества	18,8–39,6	18,8	39,6	18,8	39,6	18,8	28,9	39,6	18,8	28,9	39,6
В т. ч.:	16,0–32,0	16,0	32,0	16,0	32,0	16,0	24,0	32,0	16,0	24,0	32,0
латекс											
крахмал окисленный	1,0–3,0	1,0	3,0	1,0	3,0	–	–	–	–	–	–
NaКМЦ	0,5–1,0	0,5	1,0	0,5	1,0	–	–	–	–	–	–
казеиновый клей	1,0–3,0	1,0	3,0	1,0	3,0	–	–	–	–	–	–
КФО	–	–	–	–	–	2,5	4,5	7,0	2,5	4,5	7,0
Диспергатор	0,3–0,6	0,3	0,6	0,3	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6
Вспомогательные вещества	1,705–2,006	1,705	2,006	1,705	2,006	1,305	1,505	1,806	1,305	1,505	1,806
В т. ч.:	0,10–0,20	0,10	0,20	0,10	0,20	–	–	–	–	–	–
антисептик											
стабилизатор	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
пенегаситель	0,005–0,006	0,005	0,006	0,005	0,006	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,006
оптический отбеливатель	0,2–0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4
регулятор pH	0,1–0,4	0,1	0,4	0,1	0,4	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,4
Суммарное содержание компонентов	120,505–141,606	120,505	141,606	120,505	141,606	120,105	130,405	141,406	120,105	130,405	141,406
Свойства меловальных паст											
Вязкость по ВЗ-4, с	13–17	14	17	13	17	13	15	16	13	15	16
Содержание сухих веществ, %	50–54	50	52	51	54	50	51	52	51	53	54
Значение pH	9,0–10,5	9,1	10,0	9,3	10,4	9,0	9,4	9,8	9,2	9,7	10,2
Температура, °C	Не более 25	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

\* Значения параметров, принятых к внедрению при производстве полиграфического картона в условиях филиала «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда» ОАО «Управляющая Компания Холдинга «Белорусские обои».

\*\* Используют карбонат кальция или барий сернокислый.

Суммарное содержание остальных компонентов (пигментов, диспергатора, антисептика, стабилизатора, пеногасителя, оптического отбеливателя и регулятора pH) может оставаться без изменения или уменьшаться от 120,505–141,606 до 120,105–141,406 мас. ч., что имеет важное практическое значение для предприятий, выпускающих мелованные виды бумажной и картонной продукции.

*Третий этап.* Меловальные пасты, полученные в лабораторных условиях по существующей (образцы 1–4) и исследуемым (образцы 5–10) технологиям, наносили на поверхность бумаги-основы и ЭСК, массоемкость которых 70 г/м<sup>2</sup>. Немелованные образцы бумаги-основы и ЭСК имели необходимые прочность и гидрофобность. Прочность характеризовали разрывной длиной (норма не менее 5000 м) и сопротивлением излому (норма не менее 20 ч. д. п.). Немелованные образцы бумаги-основы и ЭСК имели разрывную длину 5400 м и сопротивление излому 26 ч. д. п. Гидрофобность исследуемых образцов оценивали по такому показателю, как впитываемость при одностороннем смачивании. Она находилась в пределах 20–22 г/м<sup>2</sup>, что соответствовало требуемым значениям (норма 15–30 г/м<sup>2</sup>).

Массоемкость нанесенных меловальных паст, отличающихся рецептурой, была постоянной и составляла  $30 \pm 0,5$  г/м<sup>2</sup>.

Мелованные образцы бумаги и ЭСК имели массоемкость  $100 \pm 0,5$  г/м<sup>2</sup>. Их свойства приведены в табл. 2. К регламентируемым показателям

качества относятся белизна (норма не менее 85%), гладкость (не менее 250 с) и стойкость поверхности к выщипыванию (не менее 2,2 мм). Дополнительно для них определяли прочность, которую характеризовали разрывной длиной и сопротивлением излому. Рецептуры существующих составов меловальных паст (образцы 1–4) основаны на том, что роль связующих выполняют одновременно природные (крахмал окисленный, NaКМЦ и казеиновый клей) и синтетические (латекс) соединения. Показатели качества полученных мелованных образцов бумаги и ЭСК соответствовали установленным нормам (табл. 2).

Исследуемые рецептуры меловальных паст (образцы 5–10) включали связующие вещества только синтетического происхождения (нового КФО и традиционно используемого латекса), что позволяло полностью заменить «комплекс» природных (крахмал окисленный, NaКМЦ и казеиновый клей) и, следовательно, антисептик. Об этом свидетельствует сопоставительный анализ данных, представленных в табл. 1 и 2.

Из табл. 2 видно, что показатели качества мелованных образцов бумаги и ЭСК (образцы 5\*–10\*), полученных по исследуемым технологиям с использованием образцов меловальных паст 5–10, представленных в табл. 1, имеют положительный «запас» по сравнению с образцами 1\*–4\*, меловальные пасты которых соответствовали, как показано в табл. 1, существующим технологиям (образцы 1–4).

Таблица 2

**Свойства мелованных образцов\* бумаги и ЭСК в зависимости от рецептуры меловальных паст, изготовленных по существующей (образцы 1–4) и исследуемым (образцы 5–10) технологиям**

Номер мелованных образцов* бумаги и ЭСК	Белизна, %	Гладкость, с	Стойкость поверхности к выщипыванию, мм	Разрывная длина, м	Сопротивление излому, ч. д. п.	Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м <sup>2</sup>
Существующая технология (в рецептуре меловальных паст использовали «комплекс» природных (крахмал окисленный, NaКМЦ и казеиновый клей) и синтетическое (латекс) связующие вещества)						
1*	85	250	2,3	5250	24	20
2*	86	252	2,2	5270	23	19
3*	87	251	2,3	5260	25	21
4*	88	253	2,2	5280	24	20
Исследуемые технологии (в рецептуре меловальных паст применяли новое соединение КФО вместо «комплекса» природных связующих веществ и использовали синтетическое (латекс))						
5*	86	254	2,4	5300	25	18
6*	87	256	2,3	5350	24	19
7*	88	258	2,2	5380	23	20
8*	87	256	2,4	5370	24	18
9*	88	260	2,3	5280	23	20
10*	89	263	2,2	5290	23	21

Обнаруженный положительный эффект относится к таким показателям, как белизна (улучшается на 1–4%), гладкость (повышается на 4–13 с), стойкость поверхности к выщипыванию (увеличивается на 0,1–0,2 мм), разрывная длина (возрастает на 50–130 м), сопротивление излому (повышается на 1–2 ч. д. п.) и впитываемость при одностороннем смачивании (снижается на 2–3 г/м<sup>2</sup>). Эти данные свидетельствуют о практической возможности замены «комплекса» природных связующих веществ (крахмал окисленный, NaКМЦ и казеиновый клей) на одно новое синтетическое КФО.

На данном этапе исследования показано, что присутствие в рецептурах меловальных паст нового синтетического связующего КФО в количестве 2,5–7,0 мас. ч. является альтернативной заменой сразу трех природных связующих веществ (существующая технология), мас. ч.: 1,0–3,0 крахмала окисленного, 0,5–1,0 NaКМЦ и 1,0–3,0 казеинового клея.

Полученные положительные эффекты по улучшению каждого показателя качества мелованных образцов бумаги и ЭСК с применением нового синтетического вещества КФО можно объяснить следующим образом.

Во-первых, в структуре молекулы КФО присутствуют положительно заряженные азотсодержащие группы [21, 22]. Это способствует не только повышению прочности «связывания» отрицательно заряженных частиц пигментов между собой за счет электростатического взаимодействия, но и формированию на поверхности бумаги и картона равномерного пигментного покрытия, частицы которых находятся на максимально близком расстоянии друг от друга. Это позволяет повысить белизну и гладкость мелованной бумаги и ЭСК.

Во-вторых, молекулы КФО в отличие от природных (как правило, высокомолекулярных) связующих веществ (крахмал окисленный, NaКМЦ и казеиновый клей) имеют пониженную молекулярную массу и, следовательно, меньшие размеры. Поэтому, соприкасаясь с микропористой структурой бумаги и картона, они способны глубже и в большем количестве проникать в имеющиеся у них поры и капилляры, равномерно заполняя поверхностные слои. Такое взаимодействие увеличивает адгезию мелованного покрытия к обработанной поверхности, поэтому повышается стойкость поверхности покровного слоя к выщипыванию, а также уменьшается впитываемость при одностороннем смачивании.

В-третьих, невысокие размеры молекул синтетического олигомера КФО по сравнению с природными, обладающих достаточно большой степенью полимеризации, способствуют максимальному сохранению в структуре обработанного

покровного слоя межволоконных связей благодаря предотвращению удаления волокон друг от друга в присутствии дисперсионной среды (воды). Это предотвращает частичную потерю прочности у мелованных видов бумаги и картона и, следовательно, способствует максимальному сохранению у них разрывной длины и сопротивления излому на уровне первоначальных значений (до мелования).

Следует дополнительно обратить внимание на особенности процесса мелования и влияния нанесенного покровного слоя на такие свойства мелованной бумаги и ЭСК, как белизна, гладкость, стойкость поверхности к выщипыванию, разрывная длина, сопротивление излому и впитываемость при одностороннем смачивании.

Белизна бумаги-основы имеет большое значение, так как она является определяющим свойством для готовой мелованной бумажной и картонной продукции. Это обусловлено тем, что масса наносимого мелованного покрытия, как правило, недостаточна для полного исключения влияния белизны бумаги-основы и поверхностного слоя картона. Нанесение покрытий массой 30 г/м<sup>2</sup> улучшает на 1–3% белизну мелованных образцов бумаги и ЭСК, в то время как массовость мелованного покрытия, не превышающая 5 г/м<sup>2</sup>, является, как отмечают авторы работы [1], недостаточной для превышения этого показателя по сравнению с немелованной бумагой и ЭСК.

Гладкость немелованных видов бумаги-основы и ЭСК не должна превышать определенного предела (примерно 70 с), выше которого наблюдается ухудшение закрепления мелованного покрытия на их поверхности. Повышение гладкости мелованных видов бумаги и ЭСК можно объяснить полным устранением их первоначальной шероховатости за счет использования мелованного слоя.

Стойкость поверхности к выщипыванию зависит от адгезионных свойств мелованного покрытия к поверхности бумаги-основы и ЭСК. Одним из основных факторов является эффективность электростатического взаимодействия компонентов меловальной пасты с волокнами, из которых сформирована структура бумаги-основы и ЭСК.

Прочность мелованных видов бумаги и картона определяется глубиной проникновения компонентов меловальной пасты в структуру бумаги и картона и их физико-химическими свойствами. Прочность бумаги-основы и ЭСК определяется межволоконными связями, которые зависят от степени фибрилляции волокон.

Пористость немелованных видов бумаги и ЭСК характеризует возможность проникновения компонентов меловальной пасты в структуру материала. Значительное влияние на пористость

оказывает степень помола волокнистой суспензии. При увеличении степени помола уменьшаются пористость и средний диаметр внутренних пор.

Впитывающая способность материала зависит от его пористости и степени проклейки (гидрофобности). Бумага-основа и ЭСК должны иметь такую впитывающую способность, которая обеспечивала бы надежное закрепление мелованного покрытия на его поверхности, но в то же время не ограничивала бы проникновение жидкости со связующими веществами в поверхностные его слои. Это связано с тем, что смачивающая жидкость (вода) ослабляет силы сцепления пигмента с поверхностью обрабатываемого материала. Впитываемость при одностороннем смачивании для материала, на поверхность которого наносят меловальную пасту, должна находиться в пределах 15–30 г/м<sup>2</sup>.

Результаты исследования свидетельствуют о реальной возможности дальнейшего развития перспективного направления в технологии мелования бумаги и картона. Это направление базируется на одновременном решении пяти актуальных проблем:

1) снижение массоемкости мелованного покрытия от 30 до 10–15 г/м<sup>2</sup> и более, но не менее 5 г/м<sup>2</sup> по данным авторов [1];

2) замена 2,5–7,0 мас. ч. «комплекса» природных связующих веществ (крахмал окисленный, натрийкарбоксиметилцеллюлоза и казеиновый клей и др.) на адекватное количество одного синтетического, к числу которых относится новое соединение в виде карбамидоформальдегидного олигомера КФО;

3) уменьшение содержания в меловальных пастах от 2,5–7,0 до 1,5–4,0 мас. ч. и более не только природных связующих веществ (существующая технология), но и их заменителей (новых синтетических, в том числе карбамидоформальдегидного олигомера КФО (разработанная технология));

4) исключение антисептика (0,1–0,2 мас. ч.) из рецептуры меловальной пасты, содержащей КФО, благодаря повышению ее устойчивости к росту микроорганизмов из-за отсутствия природного «комплекса»;

5) минимизация содержания традиционно используемого синтетического связующего вещества (латекса).

**Заключение.** Показана практическая возможность замены «комплекса» природных связующих веществ, в состав которого входят крахмал окисленный (1,0–3,0 мас. ч.), натрийкарбоксиметилцеллюлоза (0,5–1,0 мас. ч.) и казеиновый клей (1,0–3,0 мас. ч.), на одно синтетическое соединение – карбамидоформальдегидный олигомер КФО, впервые синтезированный на кафедре химической переработки древесины БГТУ. Его количество в рецептуре меловальной пасты не превышает содержания традиционно используемого природного «комплекса» и находится в пределах 2,5–7,0 мас. ч. Применение КФО дополнительно позволило исключить из рецептуры меловальных паст антисептик (0,10–0,20 мас. ч.), что обусловлено отсутствием в них природного «комплекса», способствующего нежелательному росту микроорганизмов.

Исследованные меловальные пасты имели свойства, удовлетворяющие современным требованиям: вязкость по ВЗ-4 – 13–17 с, содержание сухих веществ – 50–54% и pH – 9,0–10,5.

Свойства образцов бумаги и картона, в меловальном покрытии которых присутствует КФО вместо природного «комплекса», превышают регламентируемые значения в среднем на 3–8%. Об этом свидетельствуют улучшение белизны на 1–4%, повышение гладкости на 4–13 с, увеличение стойкости поверхности к выщипыванию на 0,1–0,2 мм и возрастание разрывной длины и сопротивления излому на 50–130 м и 1–2 ч. д. п. соответственно. При этом гидрофобность мелованных образцов бумаги и элементарных слоев картона, характеризующаяся впитываемостью при одностороннем смачивании, снижается на 2–3 г/м<sup>2</sup>. Изменение вида и содержания связующих веществ позволяет развивать перспективное направление в технологии мелования бумаги и картона, основанное, во-первых, на снижении массоемкости нанесенного покрытия и, во-вторых, на экономии связующих веществ в рецептурах меловальных паст за счет замены природных связующих на синтетические.

### Литература

1. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т. II. Производство бумаги и картона. Ч. 2. Основные виды и свойства бумаги, картона, фибры и древесных плит / ВНИИБ; П. С. Осипов [и др.]. СПб.: Политехника, 2006. 499 с.
2. Черная Н. В. Теория и технология клееных видов бумаги и картона: монография. Минск: БГТУ, 2009. 394 с.
3. Кожевников С. Ю., Ковернинский И. Н. Химия и технология «СКИФ» для бумаги. М.: МГУЛ, 2010. 91 с.
4. Хованский В. В., Дубовый В. К., Кейзер П. М. Применение химических вспомогательных веществ в производстве бумаги и картона: учеб. пособие. СПб.: СПб ГТУРП, 2013. 151 с.

5. Water soluble polymers from Diels-Alder adducts of abietic acid as paper additives Bicu I. // *Macromol. Mater. Eng.* 2000. No. 280/281. P. 47–53.
6. Шабиев Р. О., Смолин А. С. Анализ электрокинетических параметров бумажной массы: учеб. пособие. СПб.: СПб ГТУРП, 2012. 80 с.
7. Кожевников С. Ю., Ковернинский И. Н. Межволоконные электростатические связи в бумаге // *Химия растительного сырья.* 2012. № 3. С. 197–202.
8. Бондарев А. И. Производство бумаги и картона с покрытием. М.: Лесная промышленность, 1985. 192 с.
9. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технология и способы производства; пер. с нем. М.: МГУИ, 2003. 1280 с.
10. Kotitschke G. “Triple star” – The State of the Art and Most Efficient Production Line in the World for Woodfree Cjfted Papers. Voith, 2002. 186 p.
11. Остреров М. А., Курятников А. Б., Кудряшова Г. И. Факторы, определяющие качество прохождения бумаги через печатную машину // *Целлюлоза. Бумага. Картон.* 1993. № 1. С. 26–27.
12. Loretzen & Wetter. Paper Testing and Process Optimization. L & Handbook, 2000. 218 p.
13. Eklund. Die Vorgange unter dem Schaber beim Glattachaber-Streichen // *Wochenblatt für Papierfabrikation.* 1978. No. 18. S. 709–714.
14. Елисеева В. И. Полимерные дисперсии. М.: Химия, 1980. 295 с.
15. Блинкова Т. Ф., Бондарев А. И. Новые бутадиевстирольные латексы для покрытий мелованной бумаги // *Целлюлоза. Бумага. Картон.* 1987. № 2. С. 5–9.
16. Терехина И. Л. Использование сополимеров на основе винилацетата в качестве связующих покрытий мелованной бумаги: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03. М., 1983. 18 с.
17. Влияние массеомкости и состава элементарных слоев полиграфического картона на его потребительские свойства / Н. В. Черная [и др.] // *Технология органических веществ: материалы 83-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 4–15 февр. 2019 г.* Минск: БГТУ, 2019. С. 36–38.
18. Влияние рецептуры меловальной пасты на свойства полиграфического картона / Н. В. Черная [и др.] // *Технология органических веществ: материалы 83-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 4–15 февр. 2019 г.* Минск: БГТУ, 2019. С. 39–41.
19. Жолнерович Н. В., Черная Н. В., Кот Ю. В. Влияние композиционного состава меловальной пасты на свойства мелованной бумаги // *Труды БГТУ. Сер. IV. Химия, технология орган. веществ и биотехнология,* 2010. Вып. XVIII. С. 193–196.
20. Влияние композиционного состава меловальной пасты на свойства полиграфических видов бумаги / Т. В. Попеня [и др.] // *Труды БГТУ. Сер. IV. Химия, технология орган. веществ и биотехнология,* 2011. Вып. XIX. С. 152–154.
21. Zholnerovich N. V., Nicolaychik I. V., Chernaya N. V. Influence of urea-formaldehyde oligomer composition on technical paper properties // *Proceeding of BSTU. No. 4. Chemistry, Organic Substances Technology and Biotechnology.* 2014. P. 125–127.
22. 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 сент. 2015 г. / Северный Арктический федерат. ун-т имени М. В. Ломоносова.* Архангельск: ИД САФУ, 2015. С. 224–229.
23. 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 докладов Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 10–15 окт. 2018 г.* Минск: БГТУ, 2018. С. 187–191.

### References

1. Osipov P. S. *Tekhnologiya tselyulozno-bumazhnogo proizvodstva. V 3 t. T II. Proizvodstvo bumagi i kartona. Ch. 2. Osnovnyye vidy i svoystva bumagi, kartona, fibry i drevesnykh plit* [Technology of pulp and paper production. Vol. Production of paper and cardboard. Part 2. The main types and properties of paper, cardboard, fiber and wood boards]. St. Petersburg, Politekhnik Publ., 2006. 499 p.
2. Chernaya N. V. *Teoriya i tekhnologiya kleyenykh vidov bumagi i kartona* [Theory and technology of glued types of paper and cardboard]. Minsk, BGTU Publ., 2009. 394 p.
3. Kozhevnikov S. Yu., Koverninsky I. N. *Khimiya i tekhnologiya «SKIF» dlya bumagi* [Chemistry and technology “SKIF” for paper]. Moscow, MGUL Publ., 2010. 91 p.

4. Khovanskiy V. V., Dubovyy V. K., Keyzer P. M. *Primeneniye khimicheskikh vspomogatel'nykh veshchestv v proizvodstve bumagi i kartona* [Use of chemical excipients in the production of paper and cardboard]. St. Petersburg, St. Petersburg GTURP Publ., 2013. 151 p.
5. Bicu I. Water soluble polymers from Diels-Alder adducts of abietic acid as paper additives. *Macromol. Mater. Eng.* 2000, no. 280/281, pp. 47–53.
6. Shabiev R. O., Smolin A. S. *Analiz elektrokineticheskikh parametrov* [Analysis of electrokinetic parameters of paper mass]. St. Petersburg, St. Petersburg GTURP Publ., 2012. 80 p.
7. Kozhevnikov S. Yu., Koverninskiy I. N. Inter-Fiber electrostatic bonds in paper. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 2012, no. 3, pp. 197–202 (In Russian).
8. Bondarev A. I. *Proizvodstvo bumagi i kartona s pokrytiyem* [Production of coated paper and cardboard]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1985. 192 p.
9. Kippkhan G. *Entsiklopediya po pechatnym sredstvam informatsii. Tekhnologiya i sposoby proizvodstva* [Encyclopedia of printed media. Technology and methods of production]. Moscow, MGUP Publ., 2003. 1280 p.
10. G. Kotitschke “Triple star” – *The State of the Art and Most Efficient Production Line in the World for Woodfree Papers Cjfted*. Voith, 2002. 186 p.
11. Ostrerov M. A., Kuryatnikov A. B., Kudryashova G. I. Factors determining the quality of paper passing through the printing machine. *Tselyuloza. Bumaga. Karton* [Cellulose. Paper. Cardboard], 2012, no. 3, pp. 26–27 (In Russian).
12. Loretzen & Wetter. *Paper Testing and Process Optimization. L & Handbook*, 2000. 218 p.
13. Eklund. Die Vorgange beim unter dem Schaber Glattachaber-Streiche. *Wochenblatt für Papierfabrikation*. 1978, no. 18, ss. 709–714.
14. Eliseeva V. I. *Polimernyye dispersii* [Polymer dispersions]. Moscow, Khimiya Publ., 1980. 295 p.
15. Blinkova T. F., Bondarev A. I. New SBR deteksi the coating of art paper. *Tselyuloza. Bumaga. Karton* [Cellulose. Paper. Cardboard], 1987, no. 2, pp. 5–9 (In Russian).
16. Terekhina I. L. *Ispol'zovaniye sopolimerov na osnove vinilatsetata v kachestve svyazuyushchikh pokrytiy melovannoy bumagi. Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk* [The use of copolymers based on vinyl acetate as binder of the coatings of coated paper. Abstract of thesis cand. of tech. sci.]. Moscow, 1983. 18 p.
17. Chernaya N. V., Fleischer, L. V., Chernysheva T. V., Misyurov O. A., Karpova S. V. [Influence of mass capacity and composition of elementary layers of printed cardboard on its consumer properties]. *Materialy 83-y nauch.-tekhn. konf. professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov (s mezhdunar. uchastiyem) “Tekhnologiya organicheskikh veshchestv”* [Materials of the 83rd Scientific and Technical Conf. by the researchers and postgraduates (with international participation) “Technology of organic substances”]. Minsk, 2019, pp. 36–38 (In Russian).
18. Chernaya N. V., Fleischer, L. V., Chernysheva T. V., Karpova S. V., Misyurov O. A. [Influence of the formulation of chalk paste on the properties of printed cardboard]. *Materialy 83-y nauch.-tekhn. konf. professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov (s mezhdunar. uchastiyem) “Tekhnologiya organicheskikh veshchestv”* [Materials of the 83rd Scientific and Technical Conf. by the researchers and postgraduates (with international participation) “Technology of organic substances”]. Minsk, 2019, pp. 39–41 (In Russian).
19. Zholnerovich N. V., Chernaya N. V., Kot Yu. V. The influence of the composition of the chalk paste on the properties of coated paper. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series IV, Chemistry, Organic Substances Technology and biotechnology, 2010, issue XVIII, pp. 193–196 (In Russian).
20. Papienia, T. V., Drapeza A. A., Chernaya N. V., Zholnerovich N. V. [The influence of the composition of the chalk paste on the properties of coated paper. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series IV, Chemistry, Organic Substances Technology and Biotechnology, 2010, issue XIX, pp. 152–154 (In Russian).
21. Zholnerovich N. V., Nicolaychik I. V., Chernaya N. V. Influence of urea-formaldehyde oligomer composition on technical properties of paper. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2014, no. IV, Chemistry, Organic Substances Technology and Biotechnology, pp. 125–127 (In Russian).
22. Zholnerovich N. V., Nikolaichik V. I., Chernaya N. V. Improving the efficiency of the use of urea-formaldehyde oligomers in the production of technical types of paper from secondary fibrous raw materials. *Materialy Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. “Problemy mekhaniki tsellyulozno-bymaznykh materialov”* [Materials of the International Scientific and Technical Conf. “Problems of mechanics of pulp and paper materials”], Arkhangel'sk, 2015, pp. 224–229 (In Russian).
23. Karpova S. V., Chernaya N. V. Studying the properties of coated paper when replacing a natural binder with a new synthetic. *Materialy dokladov Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. “Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya pererabotki rastitel'nogo syr'ya”* [Reports materials International Scientific and Technical Conference “Chemistry and chemical technology of processing of plant raw”]. Minsk, 2018, pp. 187–191 (In Russian).

### Информация об авторах

**Черная Наталья Викторовна** – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры химической переработки древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: chornaya@belstu.by

**Карпова Светлана Валерьевна** – ассистент кафедры химической переработки древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: aspirantura.bgtu@tut.by

**Мисюров Олег Александрович** – аспирант кафедры химической переработки древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: omisurov@mail.ru

**Гордейко Светлана Александровна** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры химической переработки древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: sveta\_gordeiko@mail.ru

**Чернышева Тамара Владимировна** – старший научный сотрудник кафедры химической переработки древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: chernysheva@belstu.by

**Дашкевич Светлана Аркадьевна** – стажер младшего научного сотрудника кафедры химической переработки древесины. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: Dashkevich@belstu.by

### Information about the authors

**Chernaya Natalia Viktorovna** – DSc (Engineering), Professor, Professor, the Department of Chemical Processing of Wood. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: chornaya@belstu.by

**Karпова Svetlana Valerievna** – assistant lecturer, the Department of Chemical Processing of Wood. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: aspirantura.bgtu@tut.by

**Misyurov Oleg Aleksandrovich** – PhD student, the Department of Chemical Processing of Wood. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: omisurov@mail.ru

**Gordeyko Svetlana Aleksandrovna** – PhD (Engineering), Senior Lecturer, the Department of Chemical Processing of Wood. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sveta\_gordeiko@mail.ru

**Chernysheva Tamara Vladimirovna** – Senior Researcher, the Department of Chemical Processing of Wood. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: chernysheva@belstu.by

**Dashkevich Svetlana Arkad'yevna** – trainee Junior researcher, the Department of Chemical Processing of Wood. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: dashkevich@belstu.by

*Поступила 04.11.2019*