

## ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ СОРБЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БУМАГИ-ОСНОВЫ

Муллина Э.Р.<sup>1</sup>, Чупрова Л.В.<sup>1</sup>, Мишурина О.А.<sup>1</sup>, Ершова О.В.<sup>1</sup>

*Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Россия (45500 Магнитогорск, проспект Ленина 36), , e-mail: lvch67@mail.ru*

В работе представлены результаты исследования влияния проклеивающих компонентов различной природы, на влагонепроницаемость и впитывающую способность бумаги-основы. Рассмотрено влияние состава по волокну и природы вводимого гидрофобизирующего компонента на прочностные и сорбционные свойства бумаги-основы. Представлен анализ сорбционной способности катионных и анионных проклеивающих материалов волокнами целлюлозы. Рассмотрено влияние природы, способа обработки и состояния поверхности волокна на эффективность проклейки бумаги-основы. Проанализирована зависимость между показателями проклейки и впитывающей способности бумаги-основы. Установлена взаимосвязь между показателями впитываемости и адгезионными свойствами бумаги-основы при различных способах ее обработки – склеивании, ламинировании и др. Представлены результаты влияния прочностных и сорбционными свойствами бумаги-основы на показатели прочности при расслаивании на примере образцов гофрированного, склеенного, мелованного и ламинированного картона. Рассмотрено влияние прочностных, влагонепроницаемых и адгезионных свойств исходного волокнистого сырья на качество готовой продукции. Дан анализ эффективности процессов проклейки бумаги-основы при различных способах ее переработки. Предложены способы химической модификации бумаги-основы с целью улучшения эксплуатационных свойств бумажной упаковки.

Ключевые слова: бумага-основа, сорбционные свойства, проклейка, проклеивающие материалы, адгезия, качество, бумажная упаковка.

## FEASIBILITY STUDY OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS IMPROVEMENT FOR PACKAGING MATERIALS BY MEANS OF CHEMICAL MODIFICATION OF BASE PAPER SORPTION PROPERTIES

Mullina E.R.<sup>1</sup>, Chuprova L.V.<sup>1</sup>, Mishurina O.A.<sup>1</sup>, Ershova O.V.<sup>1</sup>

*Nosov Magnitogorsk state technical university, Magnitogorsk, Russia (36, Lenin Avenue, Magnitogorsk, 455000), e-mail: lvch67@mail.ru*

The article is concerned with the findings of the study of the influence of gluing compositions of different nature on the wet strength and absorbency of the base paper. The authors studied the influence of fiber composition and the nature of the introduced hydrophobe component on strength and sorption properties of the base paper. The analysis of sorption capacity of cationic and anionic gluing materials with cellulose fibers was carried out and described. The influence of the nature of fiber, its processing method and the fiber surface state on the gluing efficiency of the base paper was studied. The relation between the gluing process characteristics and the absorbency of the base paper was analyzed. The research group found the relationship between the absorbency and adhesive properties of the base paper when different processing methods are used such as agglutinating, lamination and others. The influence of strength and sorption properties of the base paper on the separation strength characteristics was described for corrugated, pasted, coated and laminated cardboard. The influence of strength, wet strength and adhesive properties of the initial fiber stock on the quality of the finished product was considered. The efficiency of gluing process of the base paper for different processing methods was analyzed. The authors offered some methods of chemical modification for the base paper to improve performance characteristics of the paper packaging material.

Keywords: base paper, sorption properties, glue process, gluing materials, adhesion, quality, paper wrapper.

Наиболее распространённым материалом для создания картонно-бумажной упаковки является картон. Производством упаковки из картона и гофрокартона в стране занято более 180 небольших фабрик расположенных преимущественно в многонаселенных районах. Однако одним из существенных недостатков производимой картонной упаковки является

слабая влагопрочность. Это значительно сужает сферу его применения в тех случаях, когда требуется сохранение прочности упаковки в условиях повышенной влажности. Между тем опыт зарубежных стран показывает, что именно использование тары из влагопрочного гофрокартона и картона с защитными свойствами наиболее эффективно, поскольку при этом значительно расширяется область его применения и обеспечивается экономное расходование ресурсов на тару [4, 5].

Один из кардинальных способов придания барьерных свойств бумаге и картону - ламинирование полиэтиленом или полипропиленом. Это ламинирование пленкой или методом экструзии. Ламинированный картон можно отнести к упаковочным видам. А вот производство ламинированного гофрокартона весьма затруднительно. Температура текучести полиэтилена 130°, а температура на гофроагрегате 160-180°. Ламинированный картон при этом коробится. Велика вероятность прилипания полиэтилена к горячим валам и сушильным плитам. А двухсторонний ламинированный гофрокартон на гофроагрегате произвести невозможно, т.к. на сушильном столе должно происходить выпаривание воды хотя бы с одной стороны. В результате, в данном случае удастся защитить гофрокартон только с одной стороны. Обратная сторона остается незащищенной. Такой гофрокартон, например, в виде гофролотков, при длительном хранении в условия высокой влажности или прямого контакта с водой рано или поздно все же теряет свои прочностные свойства. Кроме того, возникает проблема утилизации отходов. Практически все бумажные фабрики отказываются от такой макулатуры [1, 2, 3].

Еще один способ усиления влагопрочности целлюлозных материалов – поверхностная проклейка. К числу проклеивающих веществ относят такие, которые придают бумаге гидрофобность. Проклеивающие вещества применяются в виде специальных растворов или эмульсий. Готовую бумагу или картон подвергают проклейке путем пропитки в растворе клея или его нанесения на поверхность листа. Поверхностная проклейка может быть осуществлена на отдельных машинах или непосредственно на бумагоделательной машине в клеильном прессе. В этом случае бумага подвергается пропитке лишь с поверхности, а в толще листа остается непроклеенной. Эти вещества придают бумаге нужную степень гидрофобности, снижают ее способность поглощать воду. Однако поверхностная проклейка лишь временно задерживает увлажнение бумаги, при длительном хранении во влажном состоянии такая бумага или гофрокартон все же впитывают воду с обратной стороны и теряют свою прочность. Кроме того, гидрофобные вещества не увеличивают, а даже несколько снижают механическую прочность сухой бумаги [6, 7, 11].

Для придания бумаге некоторых специфических свойств применяют различные виды проклеивающих веществ, которые сообщают бумаге водостойкость, а также и такие, которые

связывают волокна между собой в бумажном листе и тем самым способствуют повышению сомкнутости и механической прочности бумаги, первые называют гидрофобизирующими, а вторые – связующими проклеивающими веществами. В качестве таких материалов наиболее эффективно применяются: обычная и модифицированная канифоль, парафин, горный воск, стеараты, силиконы, битум, латекс, синтетические клеи на основе димеров алкилкетенов (аквапел) и др. Данные вещества придают бумаге нужную степень гидрофобности, снижают ее способность поглощать воду и делают бумагу пригодной для письма чернилами, однако они (за исключением латексов и битумов, которые обладают и связующими свойствами) не увеличивают, а даже несколько снижают механическую прочность сухой бумаги [1, 10].

Во всем мире уже многие годы используются гидрофобные добавки в крахмальные клеи. В России наибольшее распространение получила гидрофобная добавка СР-88 производства «Кармель Ресинз» (Израиль), представителем которого является ЗАО «Файнд-К». Гидрофобная добавка вызывает уплотнительный эффект, лишая клеевой шов возможности присоединять молекулы воды. Гофрокартон, изготовленный с применением гидрофобных добавок в крахмальный клей, становится более стойким к повышенной влажности и перепадам температур. Снижается расслойка гофрокартона. Однако это решение только части проблем. Гидрофобная добавка защищает только клеевой шов, при этом плоский слой и бумага для гофрирования остаются незащищенными от воды. В условиях повышенной влажности бумажная масса со временем набирает влагу и гофрокартон все же теряет свои прочностные свойства, хотя и в меньшей степени [1, 3, 9].

Наиболее эффективным способом решения вопроса влагопрочности является проклейка в массу на бумагоделательной или картоноделательной машине, когда вещества вводятся в бумажную массу. Проклейка в массу осуществляется введением раствора проклеивающих веществ в волокнистую суспензию, находящуюся в бассейне. При этом проклеивающие вещества распределяются по всей толщине бумаги.

Смолы для придания влагопрочности – важная группа химикатов бумажного производства. Их действие необычно тем, что они вызывают нереверсируемые изменения в физических свойствах бумаги – её прочности в сухом состоянии и к стойкости к воде – а не просто улучшают ее качество [1, 3, 11].

Влагопрочные смолы, имеют положительный (катионный) заряд. Молекулы целлюлозы имеют отрицательный (анионный) заряд. За счет этого происходит сращивание молекул целлюлозы с молекулами смол. При этом повышается прочность бумаги, как в сухом, так и во влажном состоянии [7, 11].

Производство многих видов упаковочных бумаг и картонов, как, например, картона для плоских слоев, бумаги для гофрирования и обёрточной бумаги предусматривает

использование макулатуры в качестве основного сырья. Этот ассортимент требует наименьших затрат на тонну продукции. Чтобы применять макулатурную массу в широком ассортименте целлюлозно-бумажных изделий, ее необходимо подвергать глубокому облагораживанию с высокой степенью восстановления бумагообразующих свойств, что требует капиталовложений несколько иного порядка. Дело в том, что при использовании в бумажном производстве низкокачественных волокнистых полуфабрикатов вообще и вторичного сырья в частности возникает ряд проблем, требующих серьезных логистических проработок, материалы, получаемые из такого сырья, не имеют достаточного уровня прочности, жесткости и чистоты поверхности [8, 9].

Многие годы для устранения проблем использовались нательные крахмалы. Их основе преимущество – низкая стоимость, а главный недостаток – значительный расход на тонну продукции и замедление обезвоживания.

Катионные крахмалы позволили устранить эти недостатки. Они имеют прочную адсорбцию к волокну и хорошо удерживаются в массе, благодаря чему покрывают большую поверхность волокон и дают хорошее внутреннее сцепление при низком расходе. В дополнение, катионные крахмалы являются эффективным средством удержания мелочи, наполнителей и вредной смолы. Если удержание катионных крахмалов в бумажном полотне достигает 95%, то они ведут себя как полимерные флокулянты, что обычно характерно для низкомолекулярных катионных полимеров. Мягкая флокуляция позволяет получать в бумажной массе вместо огромных флокул, небольшие микрофлокулы, что важно с точки зрения показателя неоднородности просвета бумаги [1, 2, 11].

**Цель данной работы** – исследовать возможности получения влагопрочного гофрокартона путем химической модификации сорбционных свойств волокнистой основы.

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследования являлись образцы картона и гофрокартона с различным содержанием гидрофобизирующих добавок.

Экспериментальные исследования проводились по следующим методикам: определение композиции исследуемых образцов бумаги и картона по ГОСТУ 7500-85; определение зольности по ГОСТУ 7629- 934; определение прочности на разрыв и удлинения при растяжении по ГОСТУ 13525.1-79; определение сопротивления расслаиванию картона проводился по ГОСТ 13648.6-86; определение влажности по ГОСТУ 13525.19-91; определение поверхностной впитываемости воды при одностороннем смачивании по ГОСТ 12605-97; определение капиллярной впитываемости по ГОСТУ 12602-67; определение степени проклейки по ГОСТ 13648.6 – 86, определение влагопрочностных свойств гофрированного картона по ГОСТ 13.525.19-91 (Бумага и картон).

Влагопрочность – это отношение прочности гофрированного картона во влажном состоянии к прочности в сухом состоянии, выраженном в процентах.

В нашем случае прочность определялась при помощи прибора сопротивления продавливанию (ПП-1). Методика проведения эксперимента указана в ГОСТ 13525.8-86.

Метод заключается в определении давления, необходимого для разрушения зажатого по кольцу образца бумаги, по ГОСТ 13525.8-86 полуфабрикаты волокнистые, бумага и картон. Метод определения сопротивления продавливанию. Сопротивление бумаги продавливанию определяют на приборе ПП-1. Принцип действия прибора заключается в нагружении гидростатическим давлением испытуемого образца, представляющего собой круглую мембрану, защемленную по периметру. Прибор состоит из станины, на которой укреплен цилиндр с камерой, заполненный глицерином. Внутри камеры перемещается плунжер с резиновой манжетой, верхнее отверстие камеры закрывается резиновой диафрагмой, прижимаемой к краям камеры вставным кольцом и гайкой.

При испытании образец бумаги кладут на диафрагму и зажимают с помощью прижимного стакана посредством рычага с эксцентриком. При перемещении плунжера, осуществляемого вращением маховика, в камере создается давление, для контроля которого служит манометр. Из листов картона вырезают образцы размером 70x70 мм. Установив контрольную стрелку манометра на нулевое положение шкалы, вставляют образец бумаги в зазор между прижимным стаканом и вставным кольцом и зажимают его, поворачивая рычаг по часовой стрелке до отказа. Затем равномерно начинают вращать маховик по часовой стрелке со скоростью 50-60 об/мин. После разрушения образца вращением маховика в обратную сторону снимают давление в камере.

Повышенная атмосферная влажность составляла 98 % и была смоделирована с помощью насыщенного раствора соли ( $K_2SO_4$ ) при концентрации 11 г\100 г воды.

При проведении экспериментальных исследований влагопрочность достигалась путем химической модификации впитывающей способности целлюлозных волокон. Для изменения сорбционных свойств волокнистой основы в бумажную массу в мокрой части КДМ в процессе изготовления картона вводили катионномодифицированные формы крахмала (Emcol KP45).

### **Результаты исследования**

Полученные результаты исследования показали, что при добавлении катионного крахмала в бумажную массу в незначительных объемах наблюдается постепенная монотонная нейтрализация анионного заряда волокон целлюлозы. Далее, при введении избыточных объемов гидрофобизатора, только часть добавленного крахмала удерживается в листе, а остаток уходит с водой, после удаления волокнистой массы. Кроме того, отмечено

что, избыточно катионированная волокнистая масса не может адсорбировать другие катионные добавки, такие как клеящие вещества, вводимые для повышения удерживаемости наполнителя в бумажной массе.

Количество максимально вводимого крахмала составило 20 г/кг.

Содержание наполнителя в волокнистой массе составляет не более 25 % масс. от общей массы бумажного листа. Количество макулатурной массы в исследуемых образцах картона составляло 30 %, 50 % и 70 %.

**Таблица 1**

Полученные результаты исследований

Образцы картона	Количество макулатурной массы, %	Крахмала в бумажной массе, г/кг	Влагопрочность, %	Сопротивление расслаиванию, кПа
1	30	10,0	35	455
2		12,0	42	423
3		15,0	51	416
4		20,0	59	398
5		25,0	60	396
6	50	10,0	33	431
7		12,0	35	420
8		15,0	40	417
9		20,0	49	401
10		25,0	50	400
11	70	10,0	12	406
12		12,0	14	401
13		15,0	21	394
14		20,0	25	386
15		25,0	28	387

Анализ полученных результатов показал что, при повышении содержания макулатурной массы в композиции образца картона значительно снижаются показатели влагопрочности готовой продукции. Данный факт может объясняться снижением эффективности действия сил межволоконного сцепления вследствие разубоживания волокнистой массы деструктурированными волокнами макулатуры.

Кроме того, прослеживается взаимосвязь между количеством введенного катионного гидрофобизатора (крахмала) и показателями влагопрочности и впитывающей способностью. При этом следует отметить, что избыточное введение гидрофобизатора практически не влияет на усиление влагопрочности и сорбционной способности картонов.

Общие отличительные особенности полученных образцов картона заключаются в следующем:

– значительно снижается как капиллярная, так и поверхностная впитываемость картонов;

– существенно повышается прочность, как в сухом, так и во влажном состоянии;

### **Заключение**

Полученные практические результаты исследования позволили сделать следующие выводы:

– метод химической модификации сорбционных свойств целлюлозных волокон является перспективным и актуальным при разработке бумажных упаковочных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами.

– использование катионно-модифицированных крахмалов в качестве гидрофобизирующих добавок позволяет получить влагопрочные образцы картонов.

– разработка таких технологий в России является актуальной, и рынок сбыта ее представлен в широком ассортименте: упаковка для замороженных продуктов, полуфабрикатов, рыбы, охлажденного мяса, птицы, транспортировка и хранение овощей и фруктов при относительной влажности 85-95%, хранение промышленной продукции в холодных складах, в том числе открытых, в условиях перепада температур, повышенной влажности и конденсата.

### **Список литературы**

1. Вайсман, Л.М. Структура бумаги и методы ее контроля / Л.М. Вайсман. — М.: Лесная промышленность, 1973. — 152 с.
2. Ермаков С.Г., Хакимов Р.Х. Технология бумаги. – Пермь: Пермский гос. Тех. Университет, 2002.
3. Иванов, С.Н. Технология бумаги [Текст] / С.Н. Иванов. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 700 с.
4. Кусмауль, К.В. Тара с повышенными потребительскими свойствами / К.В. Кусмауль. – М.: ЦНИИТЭИМС, 1966. – 18 с.
5. Кирван, Марк Дж. Упаковка на основе бумаги и картона [Текст] / Марк Дж. Кирван – пер. с англ. / В. Ашкинази; науч. ред. Э. Л. Аким, Л. Г. Махотина. — СПб.: Профессия, 2008. – 488 с.
6. Мозырева, Е.А., Санников, С.П. Проклейка бумажной массы: методические указания. – Екатеринбург: УГЛТА, 1996. – 22 с.

7. Муллина Э.Р., Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Ершова О.В. Влияние химической природы проклеивающих компонентов на гидрофильные и гидрофобные свойства целлюлозных материалов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. - № 6. – С. 250.
8. Мишурина О.А., Тагаева К.А. Исследование влияния композиционного состава по волокну на влагопрочностные свойства исходного сырья при производстве картонных втулок // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. — 2013. — Т. 1. № 71. — С. 286-289.
9. Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Ершова О.В. Исследования качества исходного сырья на прочностные свойства картонных втулок //Современные проблемы науки и образования. – 2014. - № 1. – С. 254.
10. Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Исследование влияние химического состава углеводородной части различных видов целлюлозных волокон на физико-механические свойства бумаг для гофрирования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. - № 8. – С. 52-55.
11. Фляте, Д. М. Технология бумаги: учеб. для вузов. — М.: Лесная промышленность, 1988. — 440 с.

#### **Рецензенты**

Бигеев В.А., д.т.н., профессор, директор института металлургии, машиностроения и металлообработки ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск;

Стеблянко В.Л., д.т.н., профессор ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.