

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА КАРТОННЫХ ВТУЛОК

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

<sup>1</sup>Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Магнитогорск, Россия (45500 г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38), e-mail: lvch67@mail.ru

В работе исследованы структура и свойства картона-основы, используемые в производстве картонных втулок. Проведен анализ качества исходного сырья по химическим, физическим, механическим и влагопрочностным показателям. Рассмотрено влияние композиционного состава по волокну на прочностные свойства и впитывающую способность картонов, используемых для производства втулок. Изучено влияние зольности на прочность и впитывающую способность исследуемых образцов картона. Проанализирована зависимость между показателями проклейки картона-основы и его впитывающей способностью. Установлена зависимость между показателями впитываемости исходных картонов и их адгезионными свойствами, а также их влияние на расход клеевых составов. Рассмотрена эффективность адгезии склеиваемых образцов картона при разных показателях их впитываемости. Исследовано влияние влагопрочностных и адгезионных свойств исходного волокнистого сырья на качество готовой продукции. Влияние исходного сырья на прочностные свойства картонных втулок оценивалось по показателям их радиальной прочности. Разработаны рациональные технологические требования к качеству исходного сырья, обеспечивающие высокое качество картонных втулок.

Ключевые слова: картонная втулка, картон, качество, сырье, адгезия, технологические требования.

## STUDY OF INITIAL STOCK QUALITY INFLUENCE ON STRENGTH PROPERTIES OF CARDBOARD CORES

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

<sup>1</sup>Nosov Magnitogorsk state technical university, Magnitogorsk, Russia (38, Lenin Avenue, Magnitogorsk, 455000), e-mail: lvch67@mail.ru

The article the structure and properties of cardboard bases used in the manufacture of cardboard cores. The analysis of the quality of raw materials for the chemical, physical, mechanical and влагопрочностным indicators. Is concerned with the influence of fiber composite composition on the strength and absorbency of cardboards used for core manufacture. We studied the effect of ash on the strength and water absorption of the investigated samples of cardboard. Analyzed the correlation between indicators of cardboard sizing-fundamentals and its absorption capacity. A relationship was found between absorbency values of initial cardboards and their adhesive properties as well as their influence on the adhesive compound consumption. The efficiency of the adhesion of bonded samples of cardboard with the different terms of their absorption. The influence of wet strength and adhesive properties of initial fiber stock on the final product quality was studied. Influence of the initial raw materials on the strength properties of cardboard cores were assessed in terms of their radial strength. The research group developed efficient technological requirements to the quality of initial stock providing the high quality of cardboard cores.

Keywords: cardboard core, cardboard, quality, initial stock, adhesion, technological requirements.

### Введение

Изготовление картонных втулок является одним из успешно развивающихся направлений картонной промышленности. Картонная втулка - популярный расходный материал в крупных производственных компаниях. Ее используют в качестве основы для намотки фольги, упаковочной стрейч-пленки, скотча, липких лент, чековых лент в кассовых аппаратах, полиэтиленовых пакетов в рулонах и т.д. Кроме того, картонные втулки применяются в металлургической промышленности в качестве переходной втулки. Переходные втулки применяются для защиты внутренних витков холоднокатаного металла от

механических повреждений, возникающих при намотке металла на барабан моталки, а также при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировке потребителю. Намотка любого материала на картонную втулку является гарантом сохранности намотанного материала.

Втулки изготавливают в виде цилиндров с различными геометрическими размерами (длина, внутренний и наружный диаметр, толщина стенки) и из различных по качеству материалов в зависимости от их назначения и требований заказчика. Картонная втулка должна обладать высокими прочностными характеристиками и выдерживать большую нагрузку при размотке рулонных материалов на высокоскоростных машинах. Прочность втулок зависит от следующих факторов: геометрических размеров (диаметра, высоты, толщины стенок), вида картона и клея, угла навивки (прямая, перпендикулярная, спиральная), влияния окружающей среды (относительной влажности воздуха, температуры), длительности действия нагрузки. Прочностные свойства картонных втулок, а также расход клея и эффективность его адгезии с исходным волокнистым материалом напрямую зависят от впитывающей способности картонов. Данный показатель зависит, прежде всего, от структуры картона-основы [3].

Структура и свойства картона-основы зависят от свойств компонентов композиции по волокну, а также от количества проклеивающих и наполняющих веществ, используемых в технологии изготовления картона. Структура волокнистой основы характеризуется показателями однородности, пористости и гладкости, которые определяют также показатели массы и толщины картона.

Пористость картона определяется его впитывающей способностью и механическими свойствами. Волокнистая основа должна иметь определенную впитываемость, которая обеспечила бы надежное закрепление проклеивающих составов на поверхности. В то же время не должно происходить глубокого проникновения жидкости внутрь основы, так как в этом случае увеличивается количество наносимого клея и может иметь место ослабление сил сцепления его с основой. При нанесении составов, содержащих растворимые вязкие клеи, поверхность картона-основы должна быть сомкнутой и не слишком пористой [1; 5].

**Цель данной работы** – исследование влияния качества исходного волокнистого сырья на прочностные свойства картонных втулок. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: анализ качества исходного сырья (картонов) по показателям физико-механической прочности и впитывающей способности; анализ влияния показателей физико-механической прочности картонов на прочностные свойства готовых втулок; анализ влияния впитывающей способности картонов на их адгезионные свойства и расход клеевых суспензий.

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследования данной работы являлись картоны различных марок и производителей, клеи и картонные втулки (табл. 1).

Таблица 1 – Объекты исследования

Сырье	Марка картона	Производитель
Картон	КГ-06	ОАО «Слонимский КБЗ «Альбертин», Республика Беларусь
	КТ-06	ЗАО «Пролетарий», г. Сураж
	КТ-07	
	С-4	
	ВО-05	ОАО «Полиграфкартон», Нижегородская обл., г. Балахна
	В1-06	
	В1-07	

Также в качестве объекта исследования рассматривали клеящие составы ПВА с различными показателями вязкости: 100, 140, 200, 240, 300, 350, 400, 450 г/см<sup>3</sup>, согласно нормам по ТУ 224151-021-51463635-09 (100 – 450 с).

В работе для анализа качества исходного сырья проведены исследования химических, физических, механических и влагопрочностных показателей исследуемых образцов картонов. Влияние исходного сырья на прочностные свойства картонных втулок оценивалось по показателям их радиальной прочности.

Экспериментальные исследования проводились по следующим методикам: определение массы картона площадью 1 м<sup>2</sup> по ГОСТУ 13199-884; определение толщины по ГОСТУ 27015-86; 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 проводится 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 радиальной прочности картонных втулок - метод заключается в определении максимальной сжимающей нагрузки, предшествующей разрушению образца испытываемого изделия. Для определения прочности образцов при радиальном сжатии применяется пресс гидравлический (максимальное усилие 750 кгс) с погрешностью измерения нагрузки ( $\pm 2,0$ )% [1].

### Результаты исследования

При анализе качества исходного сырья по физическим показателям установлено, что по показателю массы картона площадью 1 м<sup>2</sup> такие марки картона, как КТ-06, КТ-07 (ЗАО «Пролетарий», г. Сураж), ВО–05, В1–07 (ОАО «Полиграфкартон», Нижегородская обл., г. Балахна), не соответствуют нормативным требованиям. По показателю толщины нормативным требованиям соответствуют все исследуемые образцы.

Результаты анализа композиционного состава по волокну исследуемых образцов картона представлены на рис. 1.

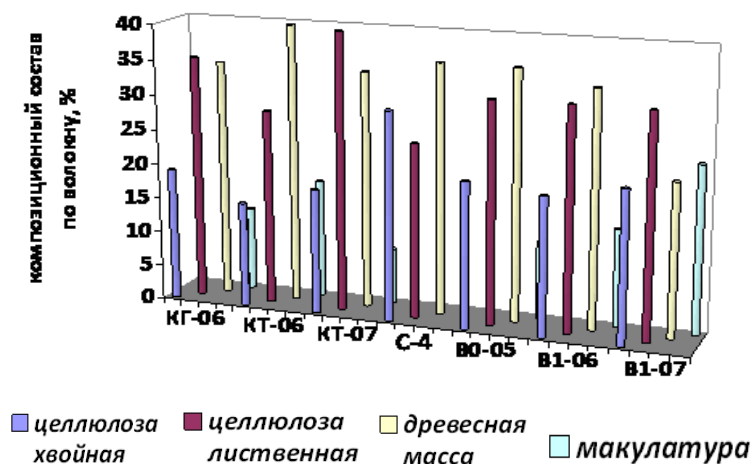


Рис. 1. Композиционный состав исследуемых образцов картона

Анализ результатов, представленных на рис. 1, показал, что картоны марки С-4, КГ-06, КТ-07, ВО-05 характеризуются наиболее оптимально сбалансированным содержанием волокон целлюлозы и древесной массы, а также невысоким содержанием макулатуры, что предопределяет высокие показатели прочности данных картонов. Картоны марки В1-07 имеют максимальный процент содержания макулатуры, что предопределяет очень низкие показатели прочности картона.

При анализе влияния композиционного состава исходных волокнистых материалов на прочностные свойства и впитывающую способность картона необходимо также учитывать и влияние вспомогательных материалов, вводимых в основу: наполняющих (зольность) и проклеивающих (степень проклейки) веществ [4].

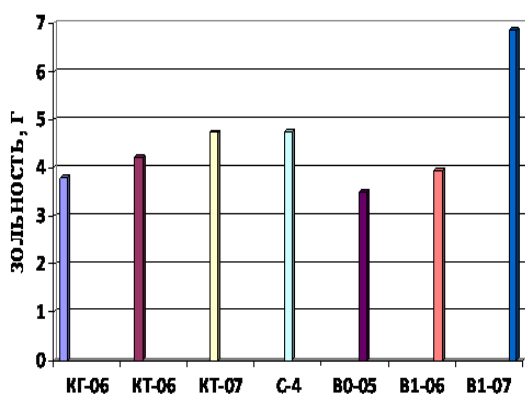


Рис. 2 – Показатели зольности исследуемых образцов картона

Характеристики влияния проклеивающих и наполняющих веществ, используемых в технологии изготовления картона, на качественные показатели картона отображены в таблице 1.

Анализ исследуемых образцов картона по зольности (рис. 2) показал, что максимальные значения (6,869 г) имеют образцы картона В1-07, что указывает на низкое качество данных картонов по показателям механической прочности, пористости и, как следствие, на очень завышенные значения впитываемости картона.

Таблица 1 - Влияние проклеивающих и наполняющих веществ на качественные показатели картона

Показатель	Размол	Проклейка	Наполнение
------------	--------	-----------	------------

Толщина	–	0	–
Плотность	+	0	+
Однородность структуры	+	0	+
Пористость	–	+	±
Прочность: - механическая	+	–	–
- поверхности	+	0	–
Удлинение до разрыва	±	–	–
Жесткость	+	–	–
Деформация при намокании	+	–	–
Впитывающая способность	–	–	+
Гладкость	+	0	+
Степень проклейки	+	+	–

Анализ исследуемых образцов картона по степени проклейки (рис. 3) показал, что максимальные значения (112,67 с/мм) имеют образцы картона КТ–06, что указывает на низкие показатели впитываемости картона, что может снижать процесс адгезии склеиваемых картонов.

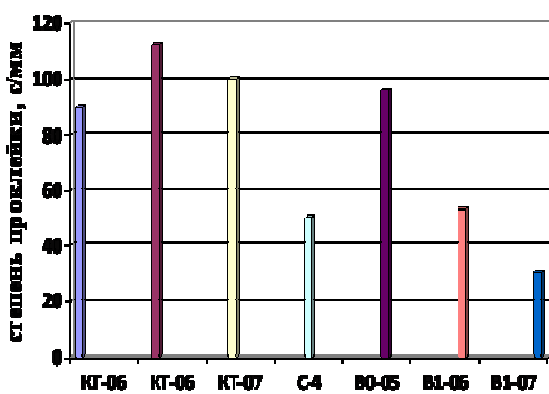


Рис. 3 – Показатели степени проклейки исследуемых образцов картона

Минимальные значения по степени проклейки (30,5 с/мм) имеют образцы картона В1–07, что объясняет его максимальные значения впитываемости и большой расход клея, а также указывает на низкую влагопрочность готовых изделий.

Анализ исследуемых образцов картона по показателям впитываемости показал, что максимальные значения капиллярной впитываемости (3,1 мм) имеют образцы картона В1–07; минимальные (1,2 мм) – образцы картона КТ–06. Низкие значения капиллярной впитываемости указывают на ухудшение адгезии склеиваемых картонов и одновременно на высокую влагопрочность готовых изделий (картонных втулок).

Максимальные показатели впитываемости при одностороннем смачивании характерны для образцов картона В1–07, что значительно увеличит расход клеевых составов, наносимых из водных дисперсий. Минимальные показатели впитываемости воды при одностороннем смачивании характерны для образцов картона КТ–06, что в свою очередь ухудшит адгезию склеиваемых картонов.

Максимальные показатели прочности характерны для образцов картона С-4, средние значения - для образцов картона КГ-06 и В0-05. Минимальные показатели прочности наблюдаются у образцов картона КТ-06 и у В1-06, В1-07.

Анализ влияния композиционного состава и вспомогательных материалов на прочностные характеристики исходного сырья позволил установить, что существенным образом оказывает

влияние содержания макулатуры и количество наполнителя – с увеличением показателей зольности и содержания макулатуры прочностные свойства картонов снижаются (рис. 1, 2, 4).

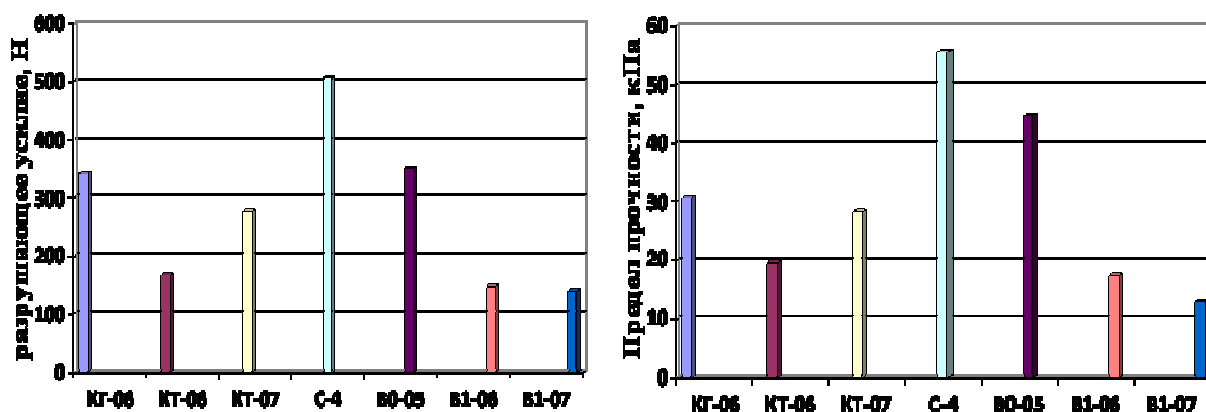


Рис. 4 - Прочностные показатели исследуемых образцов картона

Сравнительный анализ результатов качества исходного волокнистого сырья показал, что:

– наблюдается влияние композиционного состава по волокну на впитывающую способность картонов – при низкой проклейке картона, с увеличением процентного содержания макулатурной массы его впитывающая способность возрастает. Это связано с тем, что волокна макулатурной массы по сравнению с первичными волокнами короче и менее способны к образованию межволоконных связей, кроме того, они менее эластичны и меньше способны набухать [3; 5]. Все это обуславливает повышение пористости картонов;

– прослеживается прямолинейная зависимость влияния степени проклейки картона на его впитывающую способность – с увеличением значений данного показателя впитывающая способность картона (капиллярная и поверхностная впитываемость) снижается. Это объясняется тем, что при введении проклеивающих веществ в исходные волокнистые материалы увеличивается склеивание растительных волокон, и тем самым снижается впитывающая способность основы за счет заполнения пустотелых капилляров клеевыми растворами, дающими сплошную пленку на поверхности пропитываемого материала;

– влияние показателя зольности (количества наполнителя в образце) на впитывающую способность картонов неоднозначно – при максимальных показателях зольности (образец В1-07) впитывающая способность также максимально высокая (капиллярная впитываемость 3,1 мм, поверхностная – 441,5 г/м<sup>2</sup>). Однако в дальнейшем изменение параметров зольности картонов не влияет на изменение их впитываемости. Следовательно, зависимости между количеством наполняющих веществ в картоне и его впитываемости нет; отсюда – данный показатель не является определяющим.

Расход клея и эффективность адгезии определяется впитывающей способностью картонов.

Для оценки влияния качества исходных материалов на расход клеевых составов и эффективность процесса адгезии в работе рассматривали влияние вязкости клея на показатель сопротивления расслаивания картона. Исследования проводили на образцах двух склеенных картонов (для каждой марки картона) растворами клея ПВА различной вязкости – 100, 140, 200, 240, 300, 350, 400, 450 с. Данный показатель измеряли с помощью металлических пластин, прикрепленных к склеенным образцам картона двусторонней самоклеящейся лентой. Расслаивание образцов картона по площади определяли на разрывной машине под действием растягивающего усилия, перпендикулярного плоскости образца.

Полученные результаты исследования представлены на рисунке 5.

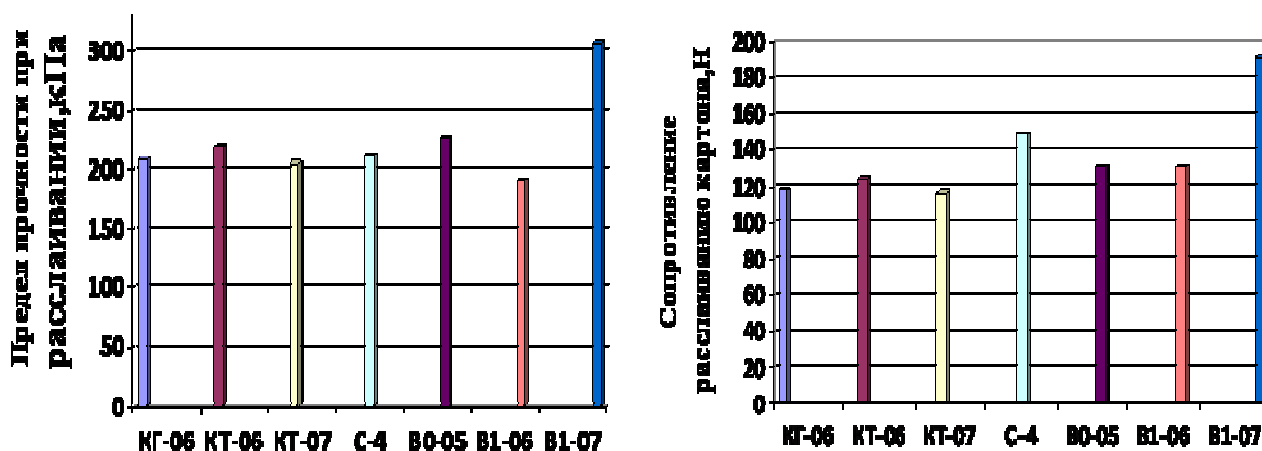


Рис. 5 - Показатели эффективности адгезии исследуемых образцов картона при склеивании

Оптимальными адгезионными свойствами (рис. 5) характеризуются картоны марки С-4 и В1-07, однако при этом показатели предела прочности на разрыв двух склеенных образцов картона марки В1-07 минимальны – 12,69 кПа. Данный факт может объясняться тем, что картон марки В1-07 характеризуется максимальными параметрами впитывающей способности, что в свою очередь значительно увеличивает расход клея в технологии, однако обеспечивает при этом хорошую адгезию между склеиваемыми образцами.

Результаты значений радиальной прочности картонных втулок показали, что высокие значения радиальной прочности характерны для втулок, изготовленных из образцов картона марки В1-07 (ОАО «Полиграфкартон», Нижегородская обл., г. Балахна) и С-4 (ЗАО «Пролетарий», г. Сураж). Высокая прочность картонов марки С-4 объясняется максимальными значениями физико-механических показателей (предел прочности – 55,6 МПа; разрушающее усилие – 507 Н) и оптимальными значениями впитываемости (впитываемость по Кобб<sub>60</sub> – 197 г/м<sup>2</sup>; капиллярная впитываемость – 2,35 мм), а также высокими показателями предела прочности при расслаивании (сопротивление расслаиванию – 158,55 Н). Высокие прочностные свойства втулок, изготовленных из картонов марки В1-07, обусловлены тем, что данный картон наряду с

минимальными физико-механическими показателями (предел прочности – 12,9 МПа; разрушающее усилие – 139,2 Н) характеризуется максимальными значениями впитываемости (впитываемость по Кобб<sub>60</sub> – 441,5 г/м<sup>2</sup>; капиллярная впитываемость – 3,1 мм). В данном случае хорошее межволоконное сцепление компенсируется большими объемами проклеивающих материалов, вводимых в картон-основу.

### **Заключение**

Полученные результаты исследований позволили сделать вывод, что высокие прочностные свойства готовой продукции достигаются при использовании исходного сырья с максимальными значениями физико-механических показателей и оптимальными значениями впитываемости (по Кобб<sub>60</sub> – до 200 г/м<sup>2</sup>; капиллярная впитываемость – до 2,4 мм). Либо при невысоких значениях физико-механических показателей используемые картоны должны иметь высокие значения показателей впитываемости (по Кобб<sub>60</sub> не менее 400 г/м<sup>2</sup>, капиллярная впитываемость – не менее 3,1 мм). Однако при этом следует учитывать экономическую целесообразность применения данных марок картона, так как они предполагают большой расход клеевых суспензий.

### **Список литературы**

1. Вайсман Л.М. Структура бумаги и методы ее контроля. — М. : Лесная промышленность, 1973. — 152 с.
2. Клеи упаковочного назначения [Электронный ресурс]. - ИД «РЕАЛ-ПРЕСС», 2004. — Режим доступа: <http://www.real-press.com/article.php?aid=238> (дата обращения: 14.02.2013).
3. 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.
4. Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Исследование влияния 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.
5. 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.