

ЗАВИСИМОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УПАКОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА ОТ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ БУМАГИ-ОСНОВЫ

Мишурина О.А., Муллина Э.Р., Чупрова Л.В., Ершова О.В.

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

В работе исследованы структура и свойства бумаги-основы, используемые в производстве упаковочных материалов. Проведен анализ качества исходного сырья по химическим, физическим, механическим и влагопрочностным показателям. Рассмотрено влияние основных и вспомогательных веществ на структуру и физические свойства бумаги-основы. Проанализировано влияние композиционного состава по волокну на механические свойства и впитывающую способность бумаг, используемых для производства упаковочных материалов. Изучено влияние зольности на прочность и впитывающую способность исследуемых образцов бумаги. Проанализирована зависимость между показателями проклейки бумаги-основы и её впитывающей способностью. Рассмотрены требования, предъявляемые к капиллярно-пористой структуре бумаги-основы при различных способах ее обработки. Установлена зависимость между показателями впитываемости исходных бумаг и их адгезионными свойствами. Исследовано влияния впитывающей способности и адгезионных свойств исходного волокнистого сырья на качество готовой продукции. Установлено влияние капиллярно-пористой структуры бумаги-основы на композиционную устойчивость упаковочного материала.

Ключевые слова: бумага-основа, структура, свойства, гидрофобизация, композиция, качество, бумажная упаковка.

DEPENDENCE OF MECHANICAL PROPERTIES OF PACKING MATERIAL ON SURFACE STRUCTURE OF PAPER-BASIS

Mishurina O.A., Mullina E.R., Chuprova L.V., Ershova O.V.

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

The article the structure and properties of paper-basis used in the manufacture of packing materials. The analysis of the quality of raw materials for the chemical, physical, mechanical indicators. Influence of basic and auxiliary substances is considered on a structure and physical properties of paper-basis. Influence is analysed 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 requirements produced to tobasis at the different ways of her treatment are considered. 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 surface and structure of paper-basis is set on composition stability of packing material.

Keywords: paper-basis, structure, properties, hydrophobization, composition, quality, paper packing.

Заданная капиллярно-пористая структура основы определяет композиционную устойчивость упаковочного материала и направленное формирование структуры покрытия.

Под структурой композиционного материала (бумаги) понимается совокупность представлений о расположении и взаимной связи всех составных частей материала. Применительно к бумаге ее структура определяется особенностями строения составляющих бумагу волокон, наполнителей и проклеивающих веществ.

Бумага-основа непосредственно влияет как на прочностные, так и на деформационные свойства композиционного упаковочного материала. Требования, предъявляемые к бумаге-основе, обусловлены назначением готовой продукции, методом и параметрами процесса обработки и переработки, типом используемого оборудования и способом нанесения печати.

Для бумаги-основы особо важное значение имеет однородность структуры и свойства ее поверхности, на который наносится покровный слой. Недопустимыми являются плохой просвет, наличие сгустков, сорность. На поверхности основы не должно быть складок, проколов, раковин и других повреждений [1, 2, 12].

Плотность бумаги определяется гибкостью и пластичностью составляющих ее волокон. Минеральные наполнители увеличивают плотность бумаги, хотя при этом и повышают ее пористость. Фракционный состав волокон по их длине также влияет на плотность бумаги. Мелкие волокна заполняют пространство между длинными, способствуя повышению плотности. Уплотнение бумаги происходит при прессовании и каландрировании.

Высокая степень уплотнения нежелательна для бумаг, предназначенных для каландрирования и печати. В то же время газо-, паро-, жиронепроницаемые бумаги должны иметь минимальную пористость [3, 12].

Бумаги, облагораживаемые расплавами, должны быть менее пористые, несколько уплотненные, так как состав остается на поверхности.

Необходимая плотность (пористость) бумаги-основы обуславливается степенью помола массы, степенью ее уплотнения и содержанием наполнителя [3, 6].

Основа должна иметь определенную впитываемость, которая обеспечивала бы надежное закрепление покрытия на поверхности. В то же время не должно происходить глубокое проникновение жидкости вместе со связующим или пленкообразующим веществом во внутрь основы, так как увеличивается количество наносимого покрытия и возможно ослабление сил сцепления покрытия с основой. Поверхность бумаги-основы должна быть сомкнутой и не слишком пористой, со степенью проклейки 0,75–1,25 мм при нанесении вязких составов растворов полимеров и не менее 2 мм при нанесении водных дисперсий [12].

Для увеличения впитываемости необходимо вырабатывать бумагу из массы садкого помола, не подвергать полотно сильному уплотнению в прессовой части, несколько увеличить температуру на первых сушильных цилиндрах. Реакционная способность бумаги-основы определяется ее химическим составом и капиллярно-пористой структурой [3, 12].

Бумага-основа должна иметь поверхность с определенной степенью гладкости. Требования к гладкости поверхности зависят от свойств наносимого покрытия и способа нанесения. На поверхности бумаги различают макро- и микронеровности: первые обусловлены неоднородностью толщины листа, местами скопления волокон или их

разрежением, вторые – расположением фибрилл, характером их переплетения, усадкой бумаги, маркировкой и присутствием частиц наполнителя. Вид неровностей определяет характер распределения толщины слоя покрытия по поверхности листа [5, 6, 12].

Показатели, характеризующие прочность основы, и величина этих показателей зависят от условий, при которых используется материал. Например, у бумаги-основы для парафинирования, предназначенной для упаковки металлических изделий, нормирован показатель сопротивления продавливанию, а у той же бумаги, но используемой для упаковки кондитерских изделий – разрушающее усилие в поперечном направлении [4, 10].

Механические свойства бумаги могут быть направленно изменены за счет введения в композицию высокопрочных синтетических волокон, применения специальных полимеров-связующих либо на стадии получения бумаги, либо путем проведения специальной обработки.

В состав бумаги, помимо волокнистых полуфабрикатов, входят минеральные наполнители, проклеивающие и вспомогательные вещества, которые также изменяют механические свойства исходного бумажного сырья, кроме того, влияют на его влагопрочностные показатели – впитываемость, влажность и другие. Некоторое улучшение деформационных свойств может быть достигнуто за счет ее пропитки растворами гидрофобных полимеров [8, 10, 11].

При введении минеральных наполнителей в состав бумажного полотна преследуется цель, прежде всего, снижения себестоимости производства бумаги – вследствие меньшей стоимости наполнителя, при этом повышается белизна бумаги – большинство наполнителей имеют более высокую степень белизны; существенно увеличивается гладкость поверхности бумаги; уменьшается прозрачность бумаги – это дает возможность печатать с обеих сторон листа; улучшается равномерность просвета; увеличивается мягкость и пластичность; снижается плотность, пористость и, следовательно, впитываемость типографских красок [12].

Общим недостатком введения наполнителей является значительное снижение механических и вязкоупругих показателей бумаги, так как частицы наполнителя ослабляют межволоконные связи, понижая прочность и усилие, необходимое для расслоения бумаги [7, 9].

Введение в композицию проклеивающих веществ преследует цель придать бумаге или картону ограниченные впитывающие свойства по отношению к воде, чернилам, типографской краске и другим жидкостям. Поэтому процесс проклейки призван обеспечить для каждого конкретного вида бумаги и картона свою строго определенную впитывающую способность, которая оценивается степенью проклейки [7, 9, 10].

Под проклейкой волокон при изготовлении бумаги подразумевается процесс, при котором в исходную массу вводятся вещества, способствующие склеиванию волокон и тем самым снижению впитывающей способности листов за счет заполнения пустотелых капилляров клеевыми растворами, дающими сплошную пленку на поверхности

пропитываемого бумажного полотна. При этом улучшается не только смачиваемость и прочность бумаги, но и ее гидрофобность [11,12].

Цель работы: установление взаимосвязи между композиционным составом по волокну, содержанием неволокнистых материалов (наполнителей, проклеивающих и связующих веществ) и механическими свойствами бумаги-основы.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлись образцы бумаг различных производителей.

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 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 (с использованием сухого индикатора).

Результаты исследования

Анализ влияния макроструктуры бумажного листа на механические свойства бумаг показал, что неоднородность физических свойств, в том числе колебание плотности в различных участках бумаги, непосредственно связаны с характером распределения волокон и их ассоциаций в бумажном листе, т.е. определяется макроструктурой.

Механические свойства бумаги зависят в основном от свойств волокнистых частиц. Известно, что основным компонентом волокнистой массы, напрямую влияющим на изменение деформационно-прочностных свойств бумаг и картонов, является макулатурная масса – увеличение процентного содержания данных волокнистых полуфабрикатов в исходном сырье приводит к снижению уровня прочности, жесткости и чистоты поверхности картона. 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.

Волокна лиственных пород целлюлозы представляют собой относительно короткие толстостенные клетки с иглообразно заостренными концами. Бумага, содержащая большое количество лиственной целлюлозы, отличается большой пористостью и вследствие этого обладает хорошей впитывающей способностью по отношению к проклеивающим составам и пониженной деформацией при увлажнении. Наиболее эффективно использование лиственной целлюлозы в композиции с хвойной целлюлозой, т.к. короткие волокна лиственной целлюлозы заполняют промежутки между более длинными волокнами хвойной целлюлозы, при этом повышается однородность, гладкость бумаги-основы, она приобретает

более ровный просвет. Также в производстве бумаги используются волокна древесной массы, которые характеризуются укороченной длиной при более значительной толщине. Они обладают ограниченной механической прочностью на разрыв, а также увеличивают пористость и впитываемость картонов.

Результаты композиционного состава исследуемых образцов бумаги представлены в таблице 1.

Таблица 1

Композиционный состав исследуемых образцов картона

Образец	Композиционный состав	Соотношение волокон, %
1	а) целлюлоза хвойная	19
	б) целлюлоза лиственная	35
	в) древесная масса	34
	г) макулатура	8
2	а) целлюлоза хвойная	15
	б) целлюлоза лиственная	28
	в) древесная масса	40
	г) макулатура	17
3	а) целлюлоза хвойная	18
	б) целлюлоза лиственная	40
	в) древесная масса	34
	г) макулатура	18

Прочностные характеристики анализируемых образцов бумаги-основы представлены в таблице 2.

Таблица 2

Прочностные показатели исследуемых образцов бумаги

Образцы бумаг	Разрушающее усилие, Н	Разрывная длина, км	Предел прочности, МПа
1	343,14	5,360	30,72
2	167,54	2,114	19,36
3	149,64	1,861	18,25

Анализ полученных результатов показал:

– высокими показателями механической прочности характеризуются образцы бумаг под номером 1. Данный факт может объясняться тем, что данные образцы имеют оптимально сбалансированный композиционный состав по волокну, обеспечивающий максимальное межволоконное сцепление. Кроме того, данные образцы бумаг характеризуются невысоким содержанием макулатурной массы в композиции;

– минимальные значения прочностных показателей характерны для образцов бумаги под номером 3, что связано с высоким содержанием в композиции волокон макулатурной массы, а также максимальными значениями зольности, что напрямую указывает на чрезмерное введение в волокнистую основу наполнителей, как более дешевого заменителя волокон целлюлозы.

Впитывающая способность картона определяется следующими показателями: свойствами компонентов композиции основы по волокну, степенью проклейки и зольностью, показателями массы и толщины картона, а также показателями влажности, капиллярной и поверхностной впитываемости воды при одностороннем смачивании. Сравнительные показатели влияния данных параметров сырья на впитывающую способность бумаг представлены в таблице 3.

Таблица 3

Значения сорбционных и химических свойств исследуемых образцов бумаги

Образцы бумаг	Капиллярная впитываемость, мм	Поверхностная впитываемость G,(г/м ²)	Степень проклейки, с/мм	Зольность, г
1	2,25	139,5	89,96	3,739
2	1,85	75,5	112,67	4,808
3	1,20	70	100,47	5,209

Анализ представленных результатов (табл. 3) показал, что:

– наблюдается влияние состава по волокну на впитывающую способность бумаги, а именно при низкой ее проклейке, с увеличением процентного содержания макулатурной массы впитывающая способность основы 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. Все это обуславливает повышение пористости бумаги;

– прослеживается прямолинейная зависимость влияния степени проклейки бумаги на ее впитывающую способность – с увеличением значений данного показателя впитывающая способность бумаг 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 неоднозначно, так, при максимальных показателях зольности впитывающая способность бумаги также максимально высокая. Однако в дальнейшем изменение параметров зольности картонов не влияет на изменение их впитываемости. Следовательно, зависимости между количеством наполнителя в бумаге и её впитываемостью нет.

Заключение

Полученные практические результаты исследования позволили сделать следующие выводы:

– капиллярно-пористая структура основы определяет композиционную устойчивость

упаковочного материала;

– механические и сорбционные свойства бумаги-основы зависит от композиционного состава целлюлозных волокон и связи между ними, а также от количества введенных основных и вспомогательных веществ (наполнителей, проклеивающих, связующих и др.).

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. ун-т, 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., Ершова О.В., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Технологические решения по производству упаковочного картона с улучшенными влагопрочностными свойствами // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-19. – С.4166-4170.
10. Мишурина О.А., Жерякова К.В., Муллина Э.Р. Химические аспекты влияния гидрофильных и гидрофобных компонентов на эффективность проклейки бумаги // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 6-1. – С. 83-85.
11. Мишурина О.А., Муллина Э.Р., Жерякова К.В., Корниенко Н.Д., Фёдорова Ю.С. Анализ влияния сорбционных свойств бумаги-основы на процесс адгезии при получении различных видов бумажной упаковки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 6-2. – С. 200-202.

12. 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.