Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

О.А. Мишурина
Э.Р. Муллина

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

Магнитогорск
2018

УДК 542 (076.5)

Рецензенты:

директор ООО «Фабрика картонной продукции»
В.Г. Чуваков

кандидат химических наук,
доцент кафедры прикладной и теоретической физики,
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»
В.А. Дозоров

Мишурина О.А., Муллина Э.Р.
Контроль качества упаковочных материалов на основе целлюлозы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ольга Алексеевна Мишурина, Эльвира Ринатовна Муллина ; ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан. (0,75 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования : IBM PC, любой, более l GHz ; 512 Мб RAM ; 10 Мб HDD ; MS Windows XP и выше ; Adobe Reader 8.0 и выше ; CD/DVD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-5-9967-1123-9

Пособие составлено в соответствии с рабочей программой дисциплин «Производство упаковочных материалов на основе бумаги» и «Производство тары из картона и гофрокартона». Содержит краткое изложение теоретического материала следующих разделов дисциплины: Классификация основных видов целлюлозных упаковочных и полиграфических материалов, перечень основных требований, предъявляемых к упаковочным материалам на основе целлюлозы (бумага, картон), показатели качества бумаги-основы, взаимосвязь качества исходного целлюлозного сырья с потребительскими свойствами готовой упаковочной и полиграфической продукции. Контроль качества упаковочного картона и гофрокартона. Практическая часть. В конце теоретического курса предложены контрольные вопросы по темам.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства».

УДК 542 (076.5)

ISBN 978-5-9967-1123-9 © Мишурина О.А., Муллина Э.Р., 2018
© ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 2018

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ 5
ВВЕДЕНИЕ 6
1. Виды бумаг и области ее применения 8
1.1. Показатели качества бумаги-основы 9
1.2. Свойства бумаги и их связь со свойствами волокнистых полуфабрикатов 14
1.2.1. Проклеивающие вещества 16
1.2.2. Связующие проклеивающие материалы 18
1.3. Требования, предъявляемее к упаковочным целлюлозным материалам, используемым для изготовления потребительской тары 19
1.4. Прочностные свойства бумаг и картонов и их взаимосвязь с композицией бумажной массы 21
1.5. Факторы, формирующие сорбционные свойства бумаги и картона 22
1.6. Требования, предъявляемые к целлюлозной основе при различных способах её переработки 24
1.6.1. Требования к целлюлозной основе при различных способах нанесения полимерных покрытий 27
1.6.2. Требования к целлюлозной основе при нанесении меловальных покрытий 29
2. ГОФРОКАРТОН 31
2.1. Виды гофрокартона 31
2.2. Физико-механические свойства гофрированного картона 34
2.3. Требования, предъявляемые к сырью для изготовления гофрированного картона 36
2.4. Требования к качеству гофрокартона 39
3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 41
3.1. Подготовка образцов к испытанию (кондиционирование) 41
3.2 Определение продольного и поперечного направления бумаги 41
3.3. Определение толщины 42
3.4. Определение массы 1м^2 бумаги 42
3.5. Определение плотности бумаги 43
3.6. Определение влажности 44
3.7. Определение поверхностной впитываемости воды при одностороннем смачивании 44
3.8. Определение капиллярной впитываемости 45
3.9. Определение степени проклейки 46
3.10. Определение зольности 46
3.11. Определение прочности на разрыв и удлинения при растяжении 47
3.12. Определение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве 49
3.13. Определение водопоглощения 49
3.14. Определение паропроницаемости 50
3.15. Определение влагопрочности 51
3.16. Определение композиции исследуемых образцов бумаги и картона 51
3.16.1. Морфологическое исследование волокон под микроскопом 51
3.16.2. Гистохимический метод определения вида волокон 53
(с помощью окрашивающих реактивов) 53
3.16.3. Определение композиции исследуемых образцов бумаги и картона 56

3.16.4. Определение беленой и небеленой целлюлозы в исследуемых образцах бумаги и картона» 57
3.17. Определение качественных характеристик гофрокартона 58
3.17.1 Определение сопротивления расслаиванию картона 58
3.17.2. Определение абсолютного сопротивления продавливанию 61
3.17.3. Определение сопротивления торцовому сжатию вдоль гофров 62
3.17.4. Определение массы одного квадратного метра гофрированного картона 63
3.17.5. Йодное тестирование клеевых линий гофрированного картона 63
3.18. Определение реологических свойств покровной суспензии, ... 64
используемых в производстве мелованного картона 64
3.19. Определение сорбционных свойств мелованной бумаги 65
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 67
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 68

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие написано в соответствии с требованиями Государственных образовательных стандартов высшего образования и программе учебного курса для студентов, обучающихся по направлению 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства».

Предлагаемое пособие рекомендовано в качестве наглядного материала к курсу лекций для студентов, изучающих дисциплины «Производство упаковочных материалов на основе бумаги» и «Производство тары из картона и гофрокартона» в качестве наглядного материала к курсу лекций.

В теоретической части электронного ресурса представлен перечень основных требований, предъявляемых к упаковочным материалам на основе целлюлозы (бумага, картон).

В первой главе рассмотрены основные виды бумаг и области ее применения. Показатели качества целлюлозной основы. Рассмотрена взаимосвязь качества исходного целлюлозного сырья с потребительскими свойствами готовой упаковочной и полиграфической продукции. Требования, предъявляемее к упаковочным целлюлозным материалам, используемым для изготовления потребительской тары.

Во второй главе представлен теоретический материал по основным видам и типа гофрокартона: строение, структура и основные области применения. Рассмотрены основные требования, предъявляемые к качеству упаковочного гофрокартона.

В третьей главе – практической части пособия, рассмотрены основные методы контроля качества упаковочных и полиграфических целлюлозных материалов.

Данное учебное пособие способствует организации как аудиторной, так и самостоятельной работы студентов.

ВВЕДЕНИЕ

Упаковочные материалы (бумага, картона) на сегодняшний день находят широкое применение в различных отраслях промышленности, принося большой экономический эффект, заменяя металл и дерево, например, в текстильной, электротехнической, автомобильной (шпули, гильзы, корпуса катушек, фильтры. прокладки) промышленностях. важное значение в быту и сфере обслуживания имеют санитарно-гигиенические изделия из бумаги. хирургические комплекты, салфетки, носовые платки и другие изделия разового потребления, изготовленные на автоматических линиях без затрат ручного труда и дефицитных материалов.

Перечень основных требований, предъявляемых к упаковочным материалам на основе целлюлозы (бумага, картон) определяется несколькими категориями.

Требования социального назначения. Они характеризуют соответствие производства различных видов упаковки и упаковочных материалов потребностям общества в целом, групп населения, оптимальному ассортименту и объемам производства упаковываемого товара.

Так как упаковка является частью любого товара, то потребность в ней будет до тех пор, пока существуют товары. Потребность в упаковке дифференцируется в зависимости от доступности и стоимости сырьевых материалов, от видов и разновидности упаковки.

Функциональные требования. Они предусматривают соответствие упаковки выполнению основной функции – защите товара от внешних воздействий и т.д. Упаковочные средства должны отвечать следующим функциональным требованиям – предохранять упаковочный товар от отрицательного воздействия влаги, кислорода воздуха, тепла, света, механических воздействий и др., обеспечивать полную сохранность качества и количества товара при транспортировании, хранении и реализации. Упаковка должна быть химически инертна и устойчива к действию упакованного товара.

Требования к надежности в потреблении. Надежность – это способность упаковки выполнять свои функции в течение определенного времени. Упаковка должна быть прочной и надежной при эксплуатации в течение времени, совпадающего со сроками годности, хранения или транспортирования товара. Требования к надежности тары и упаковки зависят от требований к ее ремонтопригодности, долговечности и сохраняемости.

Ремонтопригодность характеризует пригодность возвратной тары к обнаружению и устранению неисправностей путем ремонта. Это требование тесно связано с унификацией узлов и деталей, используемых при изготовлении различных видов упаковки, чаще всего деревянных ящиков, тары-оборудования, металлических фляг, канистр.

Долговечность тары и упаковочных материалов подразумевает обеспечение и сохранение основных физико-механических и физико-химических показателей качества и способность выполнять свои функции в

течении необходимого времени при упаковывании, хранении, транспортировании, распределении товара и использовании его в течении срока годности.

Требования сохраняемости разовой тары должны быть оптимальными, поскольку она не должна быть на много выше долговечности (или годности) упакованного товара, так как это вступит в противоречие с требованиями утилизации упаковки.

Гигиенические требования обеспечивают безопасные условия для жизнедеятельности человека при его взаимодействии с упаковкой и упакованным в нее товаром. Особое значение эти требования приобретают, когда речь идет об упаковке из различных полимерных материалов, металлических сплавов, контактирующих непосредственно с пищей или питьевой водой. Тара или упаковка, содержащая или выделяющая в процессе эксплуатации вредные для организма человека вещества в количествах, превышающих гигиенические нормативы, не пригодна для использования по назначению.

Антропометрические требования предусматривают соответствие упаковки размерам и форме руки человека. Например, бутылка с напитком или чистящим средством по своим размерам должны соответствовать размерам руки взрослого человека, обеспечивая тем самым максимальную степень удобства и комфортности при использовании товара в данной упаковке, переноске, открывании и закрывании.

Тара для товаров детского ассортимента должна соответствовать размера руки ребенка, а усилие, необходимое для открывания, – силе его руки. В тех случаях, когда упаковка должна быть недоступна для ребенка, необходимо использование такой укупорки, которую ребенок не сможет открыть.

Психологические требования характеризуют соответствие упаковки психике человека, ее восприятию на подсознательном уровне. Эстетические требования. Это требования к выразительности, рациональности формы упаковки, внешнему оформлению, четкости и совершенству исполнения всех элементов упаковки.

Экологические требования. Они предусматривают отсутствие отрицательного воздействия на окружающую среду при производстве, транспортировании, хранении и эксплуатации упаковки, а так же и после ее функционального использования. Острая экологическая проблема возникла в области применения упаковочных материалов в связи с большими затратами сырья и энергии при их производстве, а так же с загрязнением окружающей среды как в ходе процесса производства, так и после использования тароупаковочных материалов.

Требования безопасности. Это необходимость обеспечить безопасность человека при пользовании упаковкой. Требования безопасности упаковки являются приоритетными в установлении ее качества. Если они не соблюдаются, то важность иных потребительских свойств тары или упаковочного материала становится незначительной.

1. ВИДЫ БУМАГ И ОБЛАСТИ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Все многообразие видов бумаги подразделяется на десять классов [3, 5, 9]:

1. ***Бумага для печати*** − наиболее массовый вид бумаг, предназначенных для печатания различными методами издательской и изобразительной продукции (газетная, типографская, офсетная, для глубокой печати, иллюстрационная, картографическая, обложечная, этикеточная и др.).

2. ***Декоративная*** − бумага, имеющая окрашенную гладкую, или крепированную поверхность, или поверхность, имитирующую бархат, мрамор, кожу, полотно; это – аэрографная, бархатная, крепированная, мраморная и другие виды бумаг, применяемые для отделки книжных переплетов, оформления книжно-журнальной продукции.

3. ***Бумага для письма***, машинописи, черчения и рисования – писчая, писчая цветная, тетрадная, почтовая, машинописная, ротаторная, копировальная, чертежная, бумага ватман, бумажная калька, прозрачная чертежная бумага, рисовальная и др.

4. ***Электротехническая бумага*** − электроизоляционная, телефонная, конден-саторная, кабельная, полупроводящая кабельная и др.

5. ***Упаковочная и оберточная бумага*** − это бумага для упаковки продуктов на автоматах, упаковочная бумага для сахара, чая, фруктов, стеклянной тары, текстильной продукции, мешочная бумага, бумага для спичечных коробок, светонепроницаемая бумага для кинофотоматериалов, жиронепроницаемая упаковочная бумага, оберточная, растительный пергамент, пергамин, под-пергамент и др.

6. ***Светочувствительная бумага*** − светочувствительная, диапозитивная светочувствительная и фотографическая бумага, бумажная диапозитивная светочувствительная калька.

7. ***Бумага для изготовления папирос и сигаре*****т** − курительная, мундштучная, папиросная и сигаретная.

8. ***Впитывающая бумага*** − впитывающая бумага для хроматографии, промокательная, фильтровальная различного назначения.

9. ***Промышленно-техническая бумага*** разного назначения для ртутно-цинковых элементов, химических источников тока, каландровая бумага, патронная, шпагатная, водорастворимая, перфокарточная, термореактивная, теплочувствительная, для электрографии, гуммированная бумага для переводных изображений и др.

10. ***Бумага-основа*** − к ней относятся бумаги, используемые в качестве основы для производства многих видов бумаг, бумажных изделий и фибры путем соответствующих обработок, пропиток и покрытий (бумага-основа, основа мелованной, термореактивной, копировальной, парафинированной, пергамента, фотобумаги, фотокальки, абразивной; основа для переводной фольги, облицо-вочного материала, упаковочной для молочных продуктов, гигиенических салфеток, клееной ленты, склеенного картона и др.).

Требования, предъявляемые к бумаге-основе, обусловлены назначением готовой продукции и условиями ее эксплуатации, методом и параметрами процесса обработки и переработки, а также типом используемого оборудования. Необходимые свойства бумаге и картону, применяемых в качестве основы для производства упаковочных материалов на основе бумаги, придаются путем подбора соответствующего состава по волокну, применением в определенном количестве того или иного проклеивающего и наполняющего вещества, а также параметрами технологических процессов отлива, прессования, сушки и отделки.

1.1. Показатели качества бумаги-основы

Показатели, предъявляемые к бумаге и картону, классифицируются следующим образом [2, 10 11]:

▪ ***физические показатели*** – масса 1м^2, толщина, объемная масса, направление бумаги, сжимаемость бумаги, просвет, прозрачность, воздухопроницаемость, газопроницаемость, водопроницаемость, жиропроницаемость, промокаемость, впитываемость, лоск, гладкость;

▪ ***механические показатели*** – упругость, сопротивление разрыву при растяжении, излому при перегибе и изгибе, сопротивление разрыву и скручиванию, удлинение при разрыве;

▪ ***химические пок****азатели* – зольность, род и степень проклейки, кислотность и щелочность;

▪ ***оптические показ****атели* – белизна, светопроницаемость, прозрачность и непрозрачность, лоск.

• ***сорбционные показатели*** – влагопрочность, гидрофобность, впитывающая способность.

Физические и механические свойства бумаг и картонов в основном обусловливаются: композицией, качеством волокнистых материалов; характером обработки волокон полуфабрикатов при варке, отбелке; режимом размола волокон; качеством и количеством вводимых в волокнистую массу наполняющих, клеевых, красящих и других веществ; режимом отлива, прессования, сушки на машине и последующей отделке бумаг и картонов на специальных отделочных станках. Все эти показатели имеют тесную зависимость друг от друга. Степень их влияния на оценку свойств бумаги-основы. Бумага (картон) имеет определённую структуру, обусловленную большей ориентацией волокон в направлении движения сетки бумагоделательной машины и большим натяжением, испытываемым бумагой в этом направлении, известном под названием машинного. Поперечным является направление бумаги под прямым углом к направлению движения сетки бумагоделательной машины.

Физические показатели бумаги

1. *Гладкость* бумаги, то есть микрорельеф, микрогеометрия ее поверхности определяет "разрешающую способность" бумаги: ее способность передавать без разрывов и искажений тончайшие красочные линии, точки и их комбинации. Это одно из важнейших печатных свойств бумаги. Чем выше гладкость бумаги, тем больше полнота контакта между ее поверхностью и печатной формой, тем меньшее давление нужно приложить при печатании, тем выше качество изображения. Гладкость бумаги определяется в секундах с помощью пневматических приборов или с помощью профилограмм, дающих наглядное представление о характере поверхности бумаги.

2. Обратной величиной гладкости является *шероховатость,* которая измеряется в микрометрах. Она напрямую характеризует микрорельеф поверхности бумаги. Как правило, в технических спецификациях бумаги указывают одну из двух этих величин.

3. Важной геометрической характеристикой бумаги, наряду с толщиной и массой 1 $м^2$, является *пухлость.* Она характеризует степень спрессованности бумаги и очень тесно связана с такой оптической характеристикой, как непрозрачность. То есть, чем пухлее бумага, тем она более непрозрачна при равном граммаже. Пухлость измеряется в $см^3/г$. Пухлость печатных бумаг колеблется, в среднем, от 2 $см^3/г$ (для рыхлых, пористых) до 0,73 $см^3/г$ (для высокоплотных каландрированных бумаг).

4. *Пористость* непосредственно влияет на впитывающую способность бумаги, то есть на ее способность воспринимать печатную краску и вполне может служить характеристикой структуры бумаги. Бумага является пористо-капиллярным материалом, при этом различают макро- и микропористость. Макропоры, или просто поры, - это пространства между волокнами, заполненные воздухом и влагой. Микропоры, или капилляры, - мельчайшие пространства неопределенной формы, пронизывающие покровный слой мелованных бумаг, а также образующиеся между частичками наполнителя или между ними и стенками целлюлозных волокон у немелованных бумаг. Капилляры есть и внутри целлюлозных волокон.

Сорбционные показатели бумаги

Впитывающая способность бумаги, в первую очередь зависит от ее структуры, так как процессы взаимодействия бумаги с печатной краской принципиально различны. Прежде чем говорить об особенностях этого взаимодействия в тех или иных случаях, необходимо еще раз вспомнить основные типы структур современных печатных бумаг. Если изобразить структуры бумаги в виде шкалы, то на одном из ее концов разместятся макропористые бумаги, состоящие целиком из древесной массы, например, газетные. Другой конец шкалы, соответственно, займут чистоцеллюлозные микропористые бумаги, например, мелованные. Немного левее расположатся

чистоцеллюлозные немелованные бумаги, тоже микропористые. А все остальные займут оставшийся промежуток.

Для печатных видов бумаг и картонов одним из наиболее важных свойств является впитывающая способность.

Впитывающая способность бумаги в первую очередь зависит от ее структуры. Если изобразить структуры бумаги в виде шкалы, на одном из ее концов разместятся крупнопористые бумаги, состоящие целиком из древесной массы, а на другом — чистоцеллюлозные микропористые бумаги.

Оптические свойства бумаги

1. *Оптическая яркость* - это способность бумаги отражать свет рассеянно и равномерно во всех направлениях.

Мелованные бумаги без оптического отбеливателя имеют оптическую яркость не менее 76%, а с оптическим отбеливателем - не менее 84%. Печатные бумаги с содержанием древесной массы должны иметь оптическую яркость не менее 72%, а вот газетная бумага может быть недостаточно белой. Её оптическая яркость составляет в среднем 65%.

2. Практическим свойством печатной бумаги является ее *непрозрачность.* Особенно важна непрозрачность при двухсторонней печати. Для повышения непрозрачности подбирают композицию волокнистых материалов, комбинируют степень их помола, вводят наполнители.

3. К оптическим свойствам бумаги относится также ее лоск или *глянец.* Лоск, или глянец, - это результат зеркального отражения поверхностью бумаги падающего на нее света. Естественно, это тесно связано с микрогеометрией поверхности, то есть с гладкостью бумаги. Обычно с повышением гладкости лоск тоже увеличивается. Однако, эта связь неоднозначна. Следует помнить, что гладкость определяется механическим способом, а лоск - это оптическая характеристика. Глянец глазированной бумаги может составлять 75-80%, а матовой - до 30%.

Механические свойства бумаги

Механические свойства бумаги: разрывная длина или прочность на разрыв, прочность на излом, сопротивление раздиранию, сопротивление расслаиванию, жесткость, упругость при сжатии и т.д. Механические свойства бумаги подразделяются на прочностные и деформационные.

Прочностные свойства. Механическая прочность бумаги-основы характеризуется величинами напряжений, разрушающих ее структуру. Под напряжением понимается внутренняя сила, приходящаяся на единицу площади, которая сопротивляется внешней прилагаемой нагрузке.

Механическую прочность бумаги характеризуют различными показателями: сопротивление разрыву, сопротивление излому, продавливанию, истиранию, раздиранию и надрыву.

Показатели, характеризующие прочность бумаги-основы, определяются условиями эксплуатации готового материала, т.е. прочность бумаги-основы должна быть достаточной, чтобы выдержать те напряжения, которые возникают при проведении полотна через установку нанесения или пропитки, через сушильное устройство и оборудование отделки.

Бумага должна выдерживать растягивающее усилие при одновременном воздействии тепла и набухания, в результате влияния растворителей или водной фазы из дисперсий. В этом случае бумага должна обладать определенной влагостойкостью. Это качество определяют по показателю сопротивления разрыву при растяжении или продавливании после выдерживания в воде в течение определенного промежутка времени и выражают либо в единицах времени, принятых для данного показателя, либо процентным соотношением соответствующих показателей, установленных для бумаги во влажном и сухом состоянии. Для повышения *влагостойкости* бумаги в состав бумажной массы при изготовлении добавляют гидрофобные вещества (эта операция называется проклейкой в массе) или же проклеивающие вещества наносятся на поверхность уже готовой бумаги (поверхностная проклейка).

Деформационные свойства бумаги проявляются тогда, когда под действием напряжения изменяется форма и размеры образца без его разрушения. Относительная деформация – это отношение изменения размера к его первоначальному значению.

Деформационные свойства бумаги характеризуются следующими показателями: удлинение, упругость и жесткость.

Удлинение бумаги. Под удлинением бумаги понимают величину растяжения, претерпеваемого бумагой под действием приложенного усилия до разрыва.

Способность бумаги растягиваться под нагрузкой (удлинение бумаги) является одной из важнейших характеристик основы, подвергаемой обработке. Повышенная растяжимость бумаги способствует перераспределению напряжений, возникающих под действием прилагаемой нагрузки, предупреждая этим их опасную локальную концентрацию, которая может привести к разрушению бумаги.

На способность бумаги удлиняться положительно влияют длина и гибкость волокон и отрицательно - силы связи между ними. Все меры, приводящие к уменьшению вытяжки и увеличению усадки полотна на бумагоделательной машине, способствуют увеличению растяжимости бумаги. Увеличивают данный показатель также умеренное увлажнение бумаги и микрокрепирование. Эффективным средством повышения относительного удлинения бумаги является ее пластификация соответствующим увлажнением с добавкой пластификаторов (водные растворы глицерина, сорбита, маннита или гликолей).

Упругость бумаги. Под упругостью бумаги понимают способность ею испытывать обратимые деформации: после прекращения действия внешних сил

мгновенно возвращаться в исходное положение. Необходимые упругопластичные свойства придают бумаге и картону путем подбора соответствующего состава по волокну, характером и степенью помола полуфабрикатов, величиной уплотнения, ориентацией волокон в процессе отлива. Высокой упругостью обладают хлопковые волокна; сульфатные более упруги, чем сульфитные, небеленые более упруги, чем беленые. Бумага с повышенной объемной массой характеризуется большей упругостью и меньшей пластичностью. Введение наполнителей в бумагу увеличивает ее пластические свойства.

Упругопластические свойства бумаги основы зависят от характера размола волокна, степени помола, величины уплотнения полотна, ориентации волокон в процессе отлива. Для получения требуемых пластических свойств волокно в размолотой бумажной массе должно быть сравнительно тонким и длинным и тщательно разработано, в массе должны отсутствовать пучки и грубые волокна, чтобы получить по возможности пористое, мягкое бумажное полотно, способное воспринять без разрушения значительную остаточную деформацию при свертывании. Бумага с повышенной плотностью характеризуется большей упругостью и меньшей пластичностью. Введение наполнителей в бумагу увеличивает ее пластические свойства, а введение смол, придающих влагопрочность, например меламиноформальдегидной, - упругость.

Жесткость бумаги. Под жесткостью бумаги понимают способность материала сопротивляться деформациям, возникающим под действием собственной массы и прилагаемых сил, характеризуется жесткостью.

Жесткость бумажного полотна зависит, прежде всего, от величины межволоконных сил связи и прямо пропорциональна его толщине в третьей степени. Поэтому увеличение межволоконных сил связи в бумаге за счет увеличения степени помола полуфабрикатов или путем введения крахмала, карбоксиметилцеллюлозы и других веществ повышает жесткость материала. Введение наполнителя, уменьшение толщины бумаги и картона за счет их уплотнения, а также повышение влажности или введение пластификатора приводят к уменьшению жесткости материала.

Ориентация волокон при отливе в машинном направлении обеспечивает получение изделий с повышенной жесткостью при изгибе в этом направлении. Жесткость при изгибе, приобретающая особое значение при изготовлении тары (пакетов, мешков, коробок и др.), зависит от жесткости индивидуальных волокон и в тем большей степени, чем меньше масса 1 $м^2$ бумаги.

Готовые изделия в процессе их эксплуатации должны проявлять жесткость (сопротивляемость деформации под действием внешних сил и нагрузок) и упругость (способность после прекращения действия внешних сил возвращаться в исходное положение).

1.2. Свойства бумаги и их связь со свойствами волокнистых полуфабрикатов

Все волокнистые материалы различного происхождения, известные на сегодняшний день, могут служить полуфабрикатом для производства бумаги и картона. Однако основную массу волокнистых полуфабрикатов бумажно-картонного производства составляют растительные волокна: волокна древесины в виде различной древесной массы, целлюлозы и полуцеллюлозы; волокна макулатуры в виде макулатурной массы; волокна тростника и соломы в виде тростниковой и соломенной целлюлозы и полуцеллюлозы; волокна тряпья в виде тряпичной полумассы. Для придания некоторых специальных свойств бумаге и картону нашли также применение животные (шерстяные), минеральные (асбестовые, базальтовые, стеклянные) и синтетические (лавсан, нитрон, капрон, поливинильные, полиэтиленовые, полиэфирные и др.) волокна.

К числу основных показателей, характеризующих свойства различных видов бумаги, относятся: толщина, или объемная масса; зольность; степень проклейки; гладкость; белизна; прозрачность; сопротивление разрыву, излому, продавливанию, раздиранию; удлинение до разрыва; прочность поверхности; влагопрочность; деформация при намокании; скручиваемость; впитывающая способность; воздухопроницаемость; показатели электрической прочности.

Для достижения тех или иных необходимых свойств бумаги (картона) пользуются следующими методами [4, 6-8, 10, 11]:

- подбором исходных волокнистых полуфабрикатов, т. е. составлением композиции бумаги и картона по виду и происхождению волокон;
- изменением технологических режимов одного или нескольких основных процессов бумажного производства (массного размола, отлива, сушки);
- введением в бумажную массу различных добавок минеральных наполнителей, красителей, дефлокулянтов, проклеивающих и других веществ);
- отделкой бумаги или картона, включая операции каландрирования, крепирования, гофрирования, тиснения, армирования, покрытия синтетическими пленками и др.;
- обработкой поверхности бумаги или картона химикатами (поверхностная проклейка, пропитка различными составами, окраска, мелование, пластификация, лакирование, обработка минеральными реагентами).

В бумажно-картонном производстве часто одни и те же свойства изготовляемой продукции можно придать различными методами, поэтому в каждом конкретном случае необходимо выбирать наиболее простой, экономичный и наиболее удобный метод.

Композиция бумажной массы определяется видом получаемой бумаги. Обычно в состав бумаги, помимо волокнистых полуфабрикатов, входят минеральные наполнители, проклеивающие и вспомогательные вещества [1].

За счет введения ***минеральных наполнителей*** снижается себестоимость производства бумаги – вследствие меньшей стоимости наполнителя;

повышается белизна бумаги – большинство наполнителей имеют более высокую степень белизны; существенно увеличивается гладкость поверхности бумаги; уменьшается прозрачность бумаги — это дает возможность писать и печатать с обеих сторон листа; улучшается равномерность просвета; увеличивается мягкость и пластичность – бумага меньше «шумит» при перелистывании; снижается плотность, пористость и, следовательно, впитываемость типографских красок.

О содержании наполнителя в бумаге судят по показателю зольности бумаги, который определяют по массе прокаленного остатка после сжигания навески бумаги.

По содержанию наполнителя бумагу делят на четыре группы [10, 11]:

– с естественной зольностью (наполнители не вводятся) — фильтровальная, электроизоляционная, основа для фибры и пергамента, жиронепроницаемая;

– малозольная (зольность до 5 %), в которой важно сохранить механическую прочность — газетная, мундштучная, обойная и др;

– средней зольности — писчая с зольностью до 6–8 %, некоторые виды бумаги для печати с зольностью до 15 %;

– высокозольная (зольность свыше 15 %) — типографская, для глубокой печати и др.

Общим недостатком введения наполнителей является заметное снижение механической прочности и степени проклейки бумаги. Кроме того, с увеличением содержания наполнителей в большей степени проявляется пылимость бумаги, что резко ухудшает качество печати: бумажная пыль прилипает к печатной форме, забивает набор и клише.

Для наполнения бумаги чаще всего применяют каолин, мел, реже тальк, гипс, диоксид титана и др. (табл. 15.2.87).

Введение в композицию ***проклеивающих веществ*** преследует цель придать бумаге или картону ограниченные впитывающие свойства по отношению к воде, чернилам, типографской краске и другим жидкостям. У неклееной бумаги с неограниченным впитыванием чернила будут впитываться в толщу листа бумаги, расплываться и проходить на обратную сторону. Полное отсутствие впитывающих свойств будет вызывать стекание чернил с поверхности бумаги. Эти явления делают бумагу непригодной для письма и печати. Поэтому процесс проклейки призван обеспечить для каждого конкретного вида бумаги и картона свою строго определенную впитывающую способность, которая оценивается степенью проклейки [4, 10].

В производстве клееной бумаги большое влияние на удержание наполнителей и степень проклейки бумаги оказывает последовательность введения в бумажную массу отдельных компонентов. Наибольшее удержание наполнителя обнаруживается в случае введения его первым, а наилучшие результаты проклейки оказываются в той бумаге, где наполнитель был введен последним. Поэтому при выработке высокозольных бумаг рекомендуется компоненты вводить в последовательности: наполнитель — клей — сульфат

алюминия, а при выработке сильноклееных бумаг — в последовательности: клей — сульфат алюминия — наполнитель.

Различают поверхностную проклейку и проклейку в массе. *Поверхностную проклейку* осуществляют нанесением крахмального или животного клея на поверхность готовой бумаги. Применяется она для производства некоторых специальных высокосортных видов бумаги — документной, чертежной, картографической и др. Подавляющее большинство видов бумаги и картона проклеивается введением проклеивающих веществ в бумажную массу перед отливом бумажного листа, т.е. проклеивается в массе. Для *проклейки в массе* применяют гидрофобные (водоотталкивающие) вещества, а процесс проклейки еще называют гидрофобизацией бумаги или картона.

Для гидрофобизации бумаги и картона имеется большой выбор гидрофобных веществ, среди которых наиболее широкое применение нашли: различные виды канифоли (живичная, экстракционная, талловая) и их модификации; талловый пек; нефтеполимерные смолы (НПС); парафин; нефтяные остатки и др.

Расход канифоли зависит от требуемой степени проклейки и составляет 0,5–3,5 масс. % от массы волокна, расход сульфата алюминия в 2–2,5 раза выше.

В настоящее время широкое распространение получает проклейка бумаги и картона в нейтральной и слабощелочной среде (нейтральная проклейка). Этот вид проклейки осуществляется при pH бумажной массы от 6,8 до 8,5. Преимуществами нейтральной проклейки являются: существенное улучшение процессов формирования бумаги по сравнению с проклейкой в кислой среде, возможность использования $CaCO_3$ в качестве наполнителя, повышение прочности бумаги, снижение расходов клея и коагулянта, повышение долговечности бумаги, снижение коррозии оборудования.

Контроль качества проклейки бумаги осуществляют по показателю степени проклейки, который определяют различными методами. В России наиболее распространен штриховой метод: на бумагу стандартными чернилами с помощью рейсфедера наносят линии различной толщины, мм: 0,25; 0,5; 0,75 … 2,0. За степень проклейки принимается наиболее широкая линия после высыхания чернил, при которой чернила не расплылись и не прошли на обратную сторону. Степень проклейки нормируется ГОСТом. Например, писчая бумага № 1, тетрадная № 1 и № 2 должны иметь проклейку не менее 0,25 мм.

1.2.1. Проклеивающие вещества

Для придания бумаге специфических сорбционных свойств, применяются различные виды проклеивающих веществ, которые сообщают бумаге необходимую водостойкость.

К числу проклеивающих веществ относят такие, 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.

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.

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. При проклейке в массе, проклеивающие материалы подаются в бумажную массу перед формированием листа и благодаря этому равномерно распределяются по всему листу.

Поверхностная проклейка это один из наиболее управляемых процессов при производстве бумаги. В зависимости от назначения бумаги оптимальные свойства могут быть достигнуты за счет применения различных проклеивающих композиций и устройств для поверхностной проклейки. Для поверхностной проклейки применяют гидрофильные высокомолекулярные вещества, которые образуют на поверхности бумаги пленку. Наиболее часто используют крахмалы различных модификаций, натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы и поливиниловый спирт.

Химические вспомогательные средства для проклейки в массе и с поверхности бумаги и картона могут быть представлены следующими группами: материалы для проклейки в массе на основе канифольных продуктов (основные); гидрофобные вещества, дополняющие канифольные продукты и упрочняющие материалы; синтетические проклеивающие материалы; стабилизаторы (защитные коллоиды и диспергаторы); коагулянты и флокулянты. В свою очередь, материалы на основе канифольных продуктов делятся на модифицированные и не модифицированные канифоли (живичную, талловую, экстракционную), талловый пек, клеи-пасты из канифолей (усиленные и не усиленные), порошкообразные клеи (усиленные и не усиленные) и клеи композиционные на основе канифольных и других гидрофобизирующих материалов; гидрофобные вещества на основе воска и парафина, крахмалы и их производные, вещества для придания влагопрочности, силикатные клеи, отходы от переработки канифоли, продукты на основе лигнинных веществ, активного ила и др.; синтетические проклеивающие материалы – димеры алкилкетенов, производные органических кислот, катионоактивные сополимеры акриловой кислоты, нефтеполимерные смолы, нефтяные воски, кремнийорганические соединения, сополимеры

малеинового ангидрида и стирола, а также акриловых эфиров малеинового ангидрида и стирола; стабилизаторы – модифицированные крахмалы, диспергаторы НФ и катионные полиэлектролиты; коагулянты – сульфат алюминия, алюминат натрия, квасцы, катионоактивные полимеры и катионные флокулянты.

Наиболее широкое применение в процессах гидрофобизации находят крахмала и его модификации. Это связано как с его уникальными функциональными свойствами, низкой стоимостью и экологической чистотой. Кроме того возможность различной модификации крахмала позволяет варьировать сорбционными свойствами бумаги-основы.

Для удержания волокон и частиц наполнителя при проклейке в нейтральных и слабощелочных средах, в основном, используют катионный модифицированный крахмал, либо его комбинации с анионными веществами (силиказоль, карбоксиметилцеллюлоза), при этом повышается прочность на разрыв, сопротивление продавливанию. Введение в бумажную массу крахмала, натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и других веществ, увеличивающих силы связи между волокнами, повышает жёсткость бумаги.

Катионный крахмал. Положительно заряженная функциональная группа на поверхности крахмала при введении в волокнистую суспензию нейтрализует отрицательный заряд поверхности молекул целлюлозы, в результате поверхность бумаги становится нейтральной – гидрофобной. Данные модификации крахмала находят наиболее широкое применение в производстве бумаги и картона.

Анионный крахмал. Содержит отрицательно заряженные группы, которые снижают фиксацию его частиц на поверхности целлюлозы. Поэтому данная модификация крахмала преимущественно используется в качестве связующего материала.

В последнее время появляется информация об использовании различных видов комбинаций модифицирования крахмала**,** что позволяет дополнительно увеличить механическую прочность бумаги, экономить химикаты, повысить удержание волокна на формующей части бумагоделательной машины.

Катионно-анионный крахмал. Молекулы катионного крахмала, добавленные в суспензию целлюлозной массы, могут сцепляться с анионными от природы волокнами целлюлозной массы силами электростатического притяжения и, таким образом, удерживаться во влажном волокнистом материале и оставаться в конечной бумаге или картоне.

1.2.2. Связующие проклеивающие материалы

Связующие вещества применяются с целью увеличения сил связи между волокнами и повышения прочности бумаги. Склеивая волокна между собой, эти вещества повышают внутреннюю прочность бумаги, устраняют пыление и выщипывание отдельных волокон и даже целых слоев бумаги с поверхности листа при печатании липкими красками, увеличивают сомкнутость бумаги,

улучшают отделку поверхности бумаги на суперкаландре. Кроме того, связующие вещества способствуют улучшению проклейки бумаги канифольным клеем, делая ее более надежной и стабильной: бумага не расклеивается при хранении.

Связующие материалы могут быть введены в массу или нанесены на поверхность бумаги. Проклейка массы гораздо проще и не требует дополнительной сушки бумаги, однако расход проклеивающего вещества несколько больше, так как часть его теряется со сточными водами.

Натуральные связующие подразделяют на животные белковые (казеин, животный клей, альбумин), растительные белковые (соевые и зерновые протеины), полисахариды (крахмал и его производные, эфиры целлюлозы, карбокси-метилцеллюлоза (КМЦ), метилцеллюлоза (МЦ), оксиэтилцеллюлоза (ОЭЦ).

Достоинством натуральных связующих является их низкая стоимость, растворимость в воде, довольно высокая температурная устойчивость и механическая стабильность.

Недостатки – подвержены гниению (воздействию микро-организмов), снижают белизну, непрозрачность и лоск бумаги, дают пенящиеся меловальные пасты и более склонны к миграции в ней, чем синтетические.

В качестве синтетических связующих наиболее часто применяют водные дисперсии латексов, элементарным звеном которых является бутадиенстирол, бутадиенакрилонитрил, винилацетаты, акрилаты и др. За исключением поливинилового спирта все синтетические связующие являются гидрофобными веществами, устойчивыми к воздействию энзимов и микроорганизмов.

Недостатки – высокая чувствительность к изменению температуры и ограниченная механическая стабильность, что создает большие трудности при их транспортировке зимой и ограничивает срок хранения. Обычно они дороже, чем натуральные связующие.

По силе связывания, в частности пигментов меловальных паст, первое место занимает поливиниловый спирт (ПВС), затем – КМЦ, соевый протеин, казеин, энзиматический и оксидированный крахмалы.

1.3. Требования, предъявляемее к упаковочным целлюлозным материалам, используемым для изготовления потребительской тары

Бумага и картон являются самыми распространенными материалами в упаковочной отрасли. Основной характеристикой бумажных материалов является вес одного квадратного метра в граммах. По этому показателю различают бумагу от 5 до 150 г/м^2, тонкий картон от 151 до 400 г/м^2 и картон от 401 до 1200 г/м^2 . По содержанию волокнистой смеси, бумагу подразделяют на следующие виды: тончайшую из макулатуры или специальной целлюлозы, тонкую из целлюлозы, полутонкую из целлюлозы и некоторого количества древесной массы, обычную из целлюлозы и некоторого количества древесной массы и макулатуры. Бумагу с повышенной плотностью (крафтбумага)

используют для упаковки и транспортировки цемента, гашеной извести, удобрений, кормов, зерновой продукции.

Тонкий картон с плотностью от 141 до 400 г/м^2 – часто используемый упаковочный материал как самостоятельно, так и в сочетании с другими материалами. Наибольшее распространение тонкий картон имеет в производстве складных коробок. При производстве тонкого картона помимо основного волокнистого материала используют вторичное сырье, красящие вещества, пигменты, склеивающие вещества (каустическая сода, квасцы и т.д.), крахмал для придания более качественного внешнего вида его поверхности.

Гофрированный картон состоит из двух и более слоев, из которых по крайней мере один сформирован в виде волн (гофра) и приклеен к плоскому листу. Гофрокартон применяют для изготовления коробок для укладки различных предметов. Прочный картон (от 401 до 1200 г/м^2) предназначен для изготовления ящиков с клеевым креплением боковых стенок или с применением металлических скрепок. Процесс производства прочного картона тот же самый, что и при производстве бумаги и тонкого картона: приготовление смеси, ее склеивание, добавление взвешенных веществ (глины или каолина), окраска при помощи минеральных пигментов или органических красителей.

Бумага и картон, служащие для изготовления тары на ротационных машинах, должны иметь равномерную толщину по всей ширине, что обеспечит движение полотна бумаги (картона) на машине без перекосов и образования морщин.

Листовая бумага (картон) должна иметь строго прямоугольную форму; косина допустима в пределах до 0,2%. Это обеспечит нормальную работу машин по заготовке закроя и выпуск изделий хорошего качества. Влажность бумаги должна быть в пределах 6-8%, а картона 6-12%.

Бумага и картон, предназначенные для нанесения печати, должны иметь гладкую поверхность и зольность не менее 8%. Нормы гладкости и зольности устанавливаются стандартами, в зависимости от видов бумаги и способов печати.

Механическая прочность бумажных материалов, применяемых для изготовления тары, должна соответствовать требованиям, предъявляемым к прочности изделий в зависимости от веса и свойств затариваемой в них продукции, способов ее транспортировки и условий хранения.

Бумажные материалы, используемые для завертывания и изготовления тары, должны обладать водо-, паро-, аромато-, жиро- и газонепроницаемостью. Эти свойства бумажные материалы приобретают либо в технологическом процессе их производства за счет соответствующего размола волокнистых материалов, проклейки и добавки в массу синтетических смол, либо за счет специальной обработки уже готовых бумажных материалов, в результате чего получаются новые комбинированные материалы.

Для достижения тех или иных необходимых свойств картона пользуются следующими методами: подбором исходных волокнистых полуфабрикатов, т.е.

составлением композиции бумаги и картона по виду и происхождению волокон; изменением технологических режимов одного или нескольких основных процессов бумажного производства (массного размола, отлива, сушки); введением в бумажную массу различных добавок (минеральных наполнителей, красителей, дефлокулянтов, проклеивающих и других веществ); отделкой бумаги или картона, включая операции каландрирования, крепирования, гофрирования, тиснения, армирования, покрытия синтетическими пленками и др.; обработкой поверхности бумаги или картона химикатами (поверхностная проклейка, пропитка различными составами, окраска, мелование, пластификация, лакирование, обработка минеральными реагентами).

1.4. Прочностные свойства бумаг и картонов и их взаимосвязь с композицией бумажной массы

Прочностные характеристики бумаг и картонов включают в себя их механические и физико-механические показатели. Свойства бумаг и картонов зависят от композиции бумажной массы по волокну. Используемые в производстве гофрокартона бумага (для гофрирования) и картон (для плоских слоев) зачастую в своем составе имеют определенное количество макулатурной и древесной массы. Причем, увеличение процентного содержания данных волокнистых полуфабрикатов в исходном сырье приводит к снижению уровня прочности, жестокости и чистоты поверхности бумаги [11].

Применение вторичного волокна взамен свежих древесных полуфабрикатов связано с определенными трудностями вследствие нестабильности состава макулатурной массы. Вторичная масса и составляющие ее фракции различаются между собой, в основном, средней длиной волокна и способностью образовывать связи между волокнами в бумаге.

При этом необходимо отметить негативную тенденцию в области переработки макулатуры — это медленное понижение ее качества. Как отмечают все эксперты, данный процесс будет продолжаться и впредь. Систематический многократный возврат макулатурного волокна в производство делает этот процесс практически неизбежным, ведь макулатурные волокна по своим физико-химическим и морфологическим свойствам значительно отличаются от первичных целлюлозных волокон. Наряду с целыми волокнами имеются разорванные, раздавленные с поперечными трещинами, присутствует волокнистая мелочь. В ряде случаев при переработке происходит расщепление волокон вдоль оси. Вторичные волокна проходят как минимум один цикл переработки, включающий процессы измельчения и сушки. Химическая и физическая структура волокон претерпевает необратимые изменения: большая часть пор и капилляров разрушается, поверхность волокна сжимается и роговеет, что препятствует прониканию воды внутрь волокна и его последующему набуханию. Процессы ороговения приводят к уменьшению удельной поверхности волокна, а это

сопровождается частичной потерей способности к образованию химических связей, что является основной причиной ухудшения физических качеств волокон из макулатуры [10].

Другая негативная сторона процесса роспуска и размола — разрушение волокнистой структуры. Подвергшиеся сушке волокна макулатурной массы из-за ороговения во время этих процессов оказываются по сравнению с первичными полуфабрикатами, значительно измельченными и слабо фибриллированными, а получаемая бумага — менее прочной, более рыхлой, мягкой и непрозрачной. Следовательно, наличие мелких волокон и их обрывков, так называемого мельштофа — одна из основных отрицательных характеристик макулатурной массы. Присутствие мелкой фракции обуславливает не только увеличение степени помола и ухудшение обезвоживания бумажной массы на сетке бумагоделательной машины, но и не позволяет нормализировать процесс размола для максимального восстановления бумагообразующих свойств вторичных волокон. Кроме того, мелкие обрывки имеют слабую способность к образованию межмолекулярных связей, при формировании листа бумаги уменьшают механическое сцепление волокон, что в целом приводит к снижению прочностных характеристик готовой продукции. Вообще же, по своему составу макулатурная масса представляет собой полидисперсную систему с повышенным содержанием мелких волокон, и именно поэтому роспуск волокон должен осуществляться бережно, с сохранением целостности волокон при минимальном размельчении загрязнений [11].

1.5. Факторы, формирующие сорбционные свойства бумаги и картона

Впитывающая способность бумаги, в первую очередь зависит от ее структуры, так как процессы взаимодействия бумаги с печатной краской принципиально различны.

Впитывающая способность бумаги в первую очередь зависит от ее структуры. Если изобразить структуры бумаги в виде шкалы, на одном из ее концов разместятся крупнопористые бумаги, состоящие целиком из древесной массы, а на другом – чистоцел-люлозные микропористые бумаги.

Величина впитывающей способности приобретает особо важное значение, если бумага подвергается химической обработке (основа для пергамента), а также, если используется как фильтрующий или санитарно-гигиенический материал. Чаще всего этот показатель характеризуется величиной капиллярной впитываемости воды, миллиметр за единицу времени или впитываемостью при полном погружении (г воды/г бумаги).

Пористость – один из важнейших показателей бумаги и картона, определяющий воздухонепроницаемость, впитывающую и фильтрующую способности целлюлозы-основы.

Бумага и картон является пористо-капиллярным материалом, при этом различают макро- и микропористость. Макропоры, или просто поры, - это

пространства между волокнами, заполненные воздухом и влагой. Микропоры, или капилляры, - мельчайшие пространства неопределенной формы, пронизывающие покровный слой мелованных бумаг, а также образующиеся между частичками наполнителя или между ними и стенками целлюлозных волокон у немелованных бумаг. Капилляры есть и внутри целлюлозных волокон.

Если изобразить структуры бумаги в виде шкалы, то на одном из ее концов разместятся макропористые бумаги, состоящие целиком из древесной массы, например, газетные. Другой конец шкалы, соответственно, займут чистоцеллюлозные микропористые бумаги, например, мелованные. Немного левее расположатся чистоцеллюлозные немелованные бумаги, тоже микропористые. А все остальные займут оставшийся промежуток.

Значение пористости непосредственно влияет на впитывающую способность бумаги, то есть и на ее способность воспринимать печатную краску и вполне может служить характеристикой структуры бумаги.

К микропористым (капиллярным) относятся мелованные бумаги. Они также хорошо впитывают краску, но уже под действием сил капиллярного давления. Здесь пористость составляет всего лишь 30%, а размер пор не превышает 0,03 мкм.

Пористые, пухлые бумага и картон менее склонны к скручиванию и вследствие их большей упругости обеспечивают более равномерное каландрирование и лучшие условия для нанесения печати. В то же время для бумаги с определенными свойствами (газо-, воздухо-, паро-, жиронепроницаемыми) пористость должна быть минимальной. Если пористость бумаги-основы допустима при нанесении полимерного покрытия с целью придания продукции паронепроницаемости, то для получения влаго- и жиронепро-ницаемости минимальная пористость основы имеет решающее значение. Эти требования объясняются различием в механизме прохождения пара и жира через полимер и бумагу.

Необходимая пористость бумаги и картона обусловливается как степенью помола и содержанием наполнителя (зольностью), так и степенью их уплотнения. В процессе каландрирования в значительной степени уменьшается количество пор на поверхности (диаметр поверхностных пор 10 – 100 мкм), в то время как внутренняя пористость (диаметр пор от 0,1 до 10 мкм) зависит, прежде всего, от степени разработки волокон в процессе размола.

Пористость бумаги (картона) рассматривается как отношение объема пор к общему объему бумаги.

Величина пористости для различных видов бумаги-основы, в зависимости от ее назначения, может колебаться в достаточно широких пределах от 30 до 90 %.

На практике о величине пористости обычно судят по показателю воздухопроницаемости или капиллярной впитываемости. Воздухопроницаемость характеризуется объемом воздуха, проходящего через определенную площадь бумаги в единицу времени в стандартных условиях,

капиллярная впитываемость – по способности воды или водных растворов подниматься по капиллярам бумаги и выражается высотой (в миллиметрах), на которую в течение определенного времени поднимается жидкость по вертикально закрепленной и нижним концом опущенной в жидкость полоске испытуемой бумаги.

Показатель воздухонепроницаемости регламентируется для многих видов бумаги: основа упаковочной, копировальной, битумированной, для шлифовальных шкурок и др.

При использовании для облагораживания бумаги или картона горячих расплавов необходимы основы менее пористые, несколько уплотненные, так как в этом случае состав в большей степени остается на поверхности. Однако при чрезмерном уплотнении основы прочность закрепления состава уменьшается. Необходимая плотность (пористость) бумаги-основы обусловливается степенью помола массы, степенью ее уплотнения и содержанием наполнителя. Плотность бумаги для обоев составляет: 0,46 – 0,62 г/см^3; мешочной бумаги, предназначенной для битумирования: 0,48 – 0,53 г/см^3; бумаги для парафинирования: 0,5 – 0,65 г/см^3.

Показатели, по которым можно судить о сорбционных свойствах целлюлозы-основы являются: степень проклейки, капиллярная впитываемость и впитываемость при одностороннем смачивании.

1.6. Требования, предъявляемые к целлюлозной основе при различных способах её переработки

Бумага-основа обеспечивает прочностные и деформационные свойства. Заданная капиллярно-пористая структура основы – композиционную устойчивость материала и направленное формирование структуры покрытия. Барьерный слой – сохранные функции. Поверхностная обработка – проклейка или меловальное покрытие – высокое качество печати для обеспечения информационно-художественных функций.

Бумага-основа выполняет функции носителя покрытия или пропиточного состава и должна проходить без обрывов стадии нанесения покрытия или пропитки, сушки и отделки. Свойства волокнистой основы оказывают большое влияние на качество готовой продукции. Требования, предъявляемые к бумаге-основе, обусловлены назначением готовой продукции, методом и параметрами процесса обработки и переработки, типом используемого оборудования и способом нанесения печати. К числу важнейших свойств основы относятся: механическая прочность, капиллярно-пористая структура, содержание влаги, белизна, непрозрачность, ровность поверхности, деформационная устойчивость.

Структурные свойства

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, проклеивающих и окрашивающих веществ [10].

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.

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 [4].

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

Необходимая плотность (пористость) бумаги-основы обусловливается степенью помола массы, степенью ее уплотнения и содержанием наполнителя.

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 [6-9].

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. Один из путей повышения реакционной способности - щелочное облагораживание [10].

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.

Чрезмерная гладкость ухудшает закрепление покровного слоя. Чрезмерно шероховатая поверхность увеличивает расход наносимого состава.

Отрицательное действие шероховатости проявляется при нанесении составов, не смачивающих поверхность бумаги-основы.

Высокая гладкость требуется для равномерного формирования пленки при покрытии бумаги водными дисперсиями.

Повышенная шероховатость желательна при склеивании отдельных слоев бумаги: клей заполняет углубления, проникает в поры склеиваемого материала и волокон и, затвердевая, образует связанную систему.

Белизна поверхности бумаги-основы оказывает влияние на белизну покрытия. Для получения покрытия с высокой белизной желательно иметь белизну основы не менее 80%.

В некоторых случаях имеет значение химическая чистота основы. Например, при выработке бумаги, предназначенной для упаковки пищевых продуктов.

Механические свойства

Прочная бумага-основа необходима для придания прочности готовому материалу с учетом возможного изменения этого показателя в процессе обработки[18].

Прочность определяется:

- прочностью бумагообразующих волокон (целлюлозных и синтетических);
- степенью и характером переплетения волокон между собой;
- прочностью межволоконных связей;
- наличием в бумаге веществ неволоконного характера.

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.

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.

Механические свойства бумаги зависят от содержания в ней влаги. Некоторое улучшение деформационных свойств может быть достигнуто за счет ее пропитки растворами гидрофобных полимеров (канифольного клея, латекса синтетического каучука, меламиноформальдегидной смолы). Значительное улучшение деформационных свойств может быть достигнуто за счет армирования бумаги-основы фольгой, полиэтиленовой пленкой и др. материалами. Основные показатели: сопротивление бумаги разрыву, излому, продавливанию, надрыву, ударной нагрузке и другие.

Деформационные свойства

Способность бумаги растягиваться под нагрузкой - одна из важнейших характеристик основы, предупреждающая преждевременное разрушение бумаги.

Готовые изделия в процессе их эксплуатации должны проявлять жесткость (сопротивляемость деформации под действием внешних сил и нагрузок) и упругость (способность после прекращения действия внешних сил возвращаться в исходное положение)[11].

Необходимые упругопластичные свойства придают бумаге и картону путем подбора соответствующего состава по волокну, характером и степенью помола полуфабрикатов, величиной уплотнения, ориентацией волокон в процессе отлива. Высокой упругостью обладают хлопковые волокна; сульфатные более упруги, чем сульфитные; небеленые более упруги, чем беленые. Бумага с повышенной объемной массой характеризуется большей упругостью и меньшей пластичностью. Введение наполнителей в бумагу увеличивает ее пластические свойства.

Увеличение межволоконных сил связи в бумаге или картоне за счет увеличения степени помола полуфабрикатов или введения крахмала, карбокси-метилцеллюлозы и других веществ повышает жесткость материала [3, 6].

При нанесении покрытий из растворов или водных дисперсий большое значение имеет влажность бумаги: чрезмерно сухая или слишком влажная бумага плохо воспринимает покрытие; кроме того, пересушенная бумага более склонна к скручиванию. Обычно влажность основы находится в пределах 5–8%.

При производстве многих видов бумаги, предназначенной для нанесения пигментных и полимерных покрытий, используют минеральные наполнители (каолин, тальк, двуокись титана). При этом уменьшается деформация и скручиваемость бумаги, повышается эластичность, непрозрачность и белизна; при использовании цветных наполнителей бумага приобретает цвет. Содержание наполнителей от 3 до 20 %.

Следовательно, для получения продукта с нужной суммой свойств его требования, предъявляемые к бумаге-основе, должны быть согласованы со свойствами конечного продукта и учитывать тот метод, режим обработки, переработки и условия эксплуатации.

1.6.1. Требования к целлюлозной основе при различных способах нанесения полимерных покрытий

При нанесении покрытий из водных растворов или дисперсий большое значение имеет влажность бумаги. Чрезмерно сухая или слишком влажная бумага-основа более склонна к скручиванию, что затрудняет процесс обработки. Обычно влажность основы находится в пределах 5-7%. При нанесении составов, содержащих растворы пленкообразующих веществ (вязкие составы), поверхность основы должна быть гладкой, сомкнутой и не слишком

пористой, со степенью проклейки 0,5 - 1,25мм. При нанесении водных дисперсий степень проклейки должна быть не менее 2 мм. Основа должна равномерно впитывать наносимый состав и прочно закреплять его без проникновения на большую глубину.

Адгезия – (лат. adhaesio – прилипание, сцепление, притяжение) – поверхностное явление, которое заключается в возникновении механической прочности при контакте поверхностей двух разных тел (конденсированных фаз). Причиной адгезии является молекулярное притяжение контактирующих фаз или их химическое взаимодействие. Явление адгезии лежит в основе образования прочного контакта (склеивания) между твердым телом – субстратом и клеящим агентом – адгезивом, являющимися основными компонентами адгезионного соединения. В волокнистых ПКМ субстратами являются волокна, а адгезивами – полимерные матрицы (связующие).

Клейкость характеризует не только способность вещества прилипать, но и приобретать вследствие удаления растворителя, охлаждению и протекания химических реакций внутреннюю прочность, обеспечивающую связывание в единую систему склеиваемых поверхностей.

По водостойкости клеи делят на три группы:

- адгезивы повышенной водостойкости образуют клеевые соединения, стойкие в кипящей воде (мочевиноформальдегидная смола, вулканизирующий каучуковый клей и другие);

- адгезивы средней водостойкости дают склейку, неразрушаемую в холодной воде (казеин, мочевиноформальдегидные смолы, животный клей после дубления, формальдегидный крахмал);

- неводостойкие адгезивы дают соединения, разрушаемые водой (ПВА, ПВС, крахмальные декстриновые и животные клеи).

Бумага - основа перед покрытием, как правило, имеет машинную отделку, и величина гладкости ее не превышает 60 с. Более высокая гладкость требуется для равномерного формирования пленки при покрытии бумаги и водными дисперсиями. Лучшее качество склейки получается при использовании шероховатой, пухлой бумаги. Однако при этом бумага должна иметь достаточную связанность внутренней структуры.

При нанесении покрытий в виде растворов в органическом растворителе бумага-основа должна быть достаточно гладкой, сомкнутой и мелкопористой.

При нанесении горячих растворов на бумагу и картон бумага - основа должна быть уплотненной с минимальной пористостью, так как в этом случае состав в большей степени остается на поверхности. Однако при чрезмерном уплотнении основы прочность закрепления состава уменьшается. Более высокая адгезия наблюдается при использовании бумаги с невысоким содержанием наполнителя машинной гладкости со сравнительно шероховатой поверхностью. При нанесении покровного состава из расплава можно использовать неклееную бумагу-основу; в этом случае необходимость проклейки определяется условиями эксплуатации продукции.

При нанесении покрытия в виде лака, состоящего из синтетических смол и смеси высыхающих масел, основа должна иметь гладкую, с хорошей впитывающей способностью поверхность, желательно микропористую. В этом случае смола останется в основном на поверхности, что обеспечивает получение пленки с хорошим блеском. При нанесении лака в органическом растворителе поверхность основы должна быть сомкнутой и гладкой.

При склеивании материалов с помощью водных адгезивов бумага-основа должна иметь определенную воздухонепроницаемость, чтобы обладать достаточной проницаемостью для прохождения при сушке жидкости, входящей в состав клея.

Для хорошего склеивания нескольких слоев бумаги или картона их поверхность должна быть машинной отделки, то есть иметь определенную шероховатость. При склеивании бумаги с тонкой полимерной пленкой или фольгой (кашировании) поверхность бумаги должна иметь достаточную гладкость, чтобы приклеиваемый материал плотно прилегал к поверхности основы.

1.6.2. Требования к целлюлозной основе при нанесении меловальных покрытий

При меловании на бумагу-основу с одной или с двух сторон наносится покровный слой, состоящий из пигментов и связующих веществ. Покрытие придает бумаге и картону гладкость, белизну, требуемый лоск, делает их поверхность сомкнутой, хорошо впитывающей печатные краски, также придает устойчивость к истиранию и изгибу, а также определенную стойкость в отношении воды и жира. Мелованная бумага используется для художественной многокрасочной печати, а также для типографской печати, для черно-белой и цветной иллюстрационно-текстовой печати массовых изданий книг и журналов, каталогов, проспектов, многокрасочных репродукций, для воспроизводства схем и чертежей. Мелованный картон применяется для почтовых карточек, вкладышей в книги, для различного рода циферблатов.

Бумагу-основу для мелования вырабатывают массой 35–200 г/м^2, а картон-основу массой 250–300 г/м^2. В композицию входит беленая сульфитная или сульфатная целлюлоза, желательна добавка лиственной целлюлозы в количестве до 50%[17]. При выработке мелованной продукции для массовых видов печати в состав основы вводят высококачественную древесную массу, по возможности отбеленную.

Разрывная длина целлюлозной основы колеблется от 2500 до 5500–6000 м. Объемная масса основы в зависимости от массы 1м^2 бумаги и композиции находится в пределах 0,75–0,95 г/см^3. Степень проклейки бумаги-основы и поверхностного слоя картона должна быть умеренной и составлять от 0,75 до 1,25 мм. В композицию основы вводится 6–20 % минерального наполнителя[11].

Меловальная суспензия должна обладать определенной суммой свойств, которые обусловлены требованиями к качеству готовой продукции и зависят от типа наносящего устройства. В состав меловальной пасты входят следующие компоненты: белый пигмент (каолин, сульфат бария, двуокись титана, белый сатинит), связующее вещество (казеин, крахмал, дисперсия полиакрилата, поливинилацетатная дисперсия), средство для изменения вязкости меловальных составов (мочевина), средство для улучшения водоудерживаемости меловальной пасты (карбоксиметилцеллюлоза), пеногаситель (*n*-бутилфосфат, силиконовые препараты), стабилизатор (формальдегид), оптический отбеливатель, пластификатор (глицерин, сорбит), средство, повышающее влагопрочность (раствор формальдегида). Масса мелованного покрытия обычно составляет 10 – 25 г/м^2. При производстве легких мелованных бумаг (45 – 50 г/м^2) минимальная масса покрытия бумаги для глубокой и офсетной печати 10 г/м^2, а для высокой: 6 – 8 г/м^2, с каждой стороны [10].

Нанесение меловальной суспензии на бумагу и картон производится на отдельно стоящей установке или бумаго- и картоноделательной машине. Установки для мелования включают следующие узлы: раскат, устройство для мелования, сушильное устройство, накат.

Для нанесения меловальных составов применяются устройства валикового типа, с дозирующим стежнем (валиком), с шабером-лезвием, с воздушным шабером. Ввиду того, что покрытие, нанесенное на устройство с воздушным шабером, сохраняет профиль основы, обычно этому устройству предшествует устройство для нанесения первого слоя валикового или шаберного типа.

Меловальное покрытие сушат контактно-конвекционным способом или с помощью инфракрасных лучей. Для придания бумаге гладкости, сомкнутости и лоска ее увлажняют до 5–8 % и подвергают суперкаландрированию.

2. ГОФРОКАРТОН

Гофрированный картон представляет собой многослойную конструкцию. Он состоит из плоских слоев картона (в иностранной литературе их называют лайнерами) и волнистых гофрированных слоев картона (их называют флютингом). Эти слои соединены между собой клеем. (рис. 1).

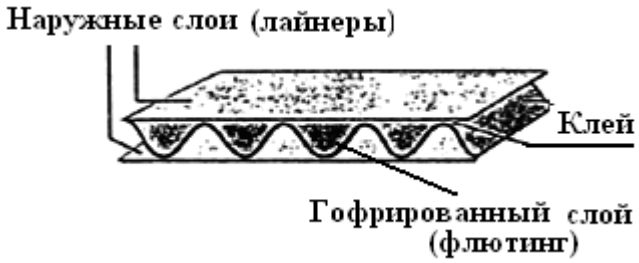

Рис. 1. Строение гофрированного картона

Гофрированный картон относится к анизотропным конструкциям и обладает неодинаковыми свойствами в различных направлениях.

При приложении сил в направлении, перпендикулярном гофрам, гофрокартон работает как амортизирующий материал за счет малой жесткости в этом направлении волнистого слоя. При приложении сил вдоль направления гофров, гофрокартон проявляет высокую плоскостную и торцевую жесткость благодаря большой жесткости в этом направлении волнистого слоя.

Плоские слои гофрированного картона фиксируют положение волнистых слоев, поэтому воспринимают сжимающие, растягивающие и продавливающие нагрузки.

Выбор вида и типа гофрокартона производят, исходя из требований к прочностным показателям тары и упаковки, при которых обеспечивается сохранность упаковываемого продукта, требований к внешнему виду тары, к качеству и способу нанесения изображения, к виду и технологии выполнения отделочных процессов, к технологии и оборудованию для механической формообразующей обработки, склеивания и фальцевания.

Гофрокартон характеризуется следующими показателями: количеством слоев; типом, маркой, массой 1 $м^2$ и толщиной картона для плоских слое; типом, маркой, массой 1 $м^2$ и толщиной картона для гофрированных слоев; геометрическими параметрами гофрированных слоев; толщиной.

2.1. Виды гофрокартона

Гофрированный картон, в зависимости от числа образующих (плоских и волокнистых) слоев подразделяется на следующие типы:

а) двухслойный гофрокартон, состоящий из плоского и волнистого (гофрированного) слоев, условное обозначение Д (рис. 2).

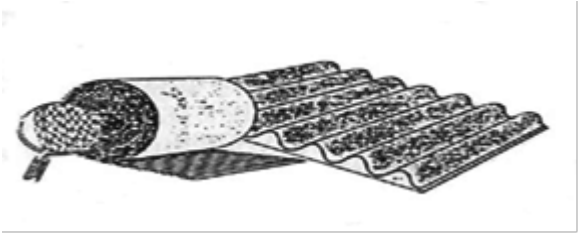

Рис. 2. Двухслойный гофрокартон

Этот вид гофрокартона гибкий, сматывается в рулон, хотя может быть изготовлен и в листах. Используется как прокладочный и оберточный материал;

б) трехслойный гофрокартон, состоящий из двух плоских и одного волнистого слоев (Т) (рис. 3).

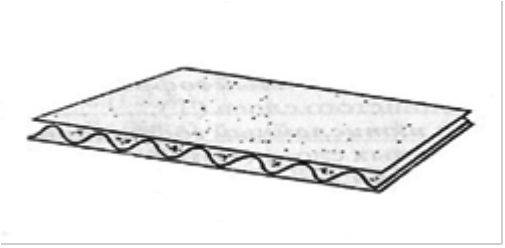

Рис. 3. Трехслойный гофрокартон

Один гофрированный слой приклеен между двумя плоскими. Этот и последующие виды картона жесткие и изготовляются только в листах. Трехслойный гофрированный картон преимуществен-но применяется для изготовления тарных коробок и вкладышей;

в) пятислойный гофрокартон, состоящий из трех плоских и двух волнистых слоев (П) (рис. 4).

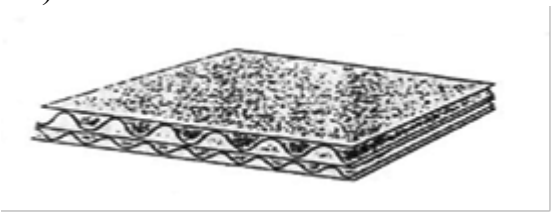

Рис. 4. Пятислойный гофрокартон

Два гофрированных слоя приклеены между тремя плоскими. Основное назначение – изготовление крупных тарных коробок;

г) семислойный гофрокартон, состоящий из четырех плоских и трех волнистых слоев (С) (рис. 5).

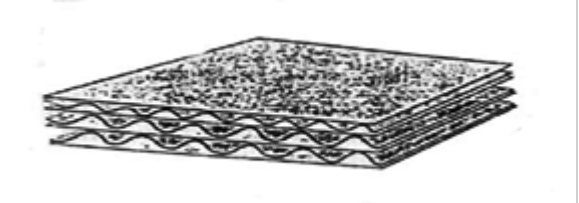

Рис. 5. Семислойный гофрокартон

Три гофрированных слоя приклеены между четырьмя плоскими. Применяется для изготовления особо прочных коробок (ящиков).

Основной характеристикой волнистого слоя гофрированного картона является его профиль, который имеет пять видов гофра: крупный гофр А; средний С; мелкий В, микрогофр Е, большой гофр К. Размеры разных типов гофра приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные типы гофра

Тип гофра	*Наименование*	*Высота h, мм*	*Шаг b, мм*
А	Крупный	4,5 - 5,5	8,0 – 9,5
С	Средний	3,5 - 4,4	6,5 – 8,0
В	Мелкий	2,5 - 3,4	4,5 – 6,4
Е	Микро	1,1 - 1,6	3,2 – 3,6
К	Большой	6,6 - 7,0	11,0 – 12,0

Двухслойный гофрированный картон используется как прокладочный и оберточный материал, изготавливается с гофром В и Е в рулонах и не обладает необходимой жесткостью для изготовления ящиков.

Трехслойный гофрированный картон наиболее широко применяется в производстве ящиков, тары и различных комплектующих изделий, обладает необходимой жесткостью; изготавливают его только в листах, применяя гофры А и Б.

Пятислойный гофрированный картон идет на изготовление крупой тары. Исходя из свойств различных видов тары, для наружного слоя ящиков рекомендуется применять гофр В, а для внутреннего гофр А.

Семислойный гофрированный картон идет на изготовление особо прочных ящиков и ящиков-контейнеров до 2000 кг с очередностью гофров С – А – К.

Гофрированный картон с гофром А, обладая большой упругостью, используется при изготовлении ящиков для упаковки хрупкой продукции, требующей более надежной защиты от динамических нагрузок. Большая высота и шаг гофров придают ему хорошие амортизационные свойства, этот вид гофрокартона используется также для различного рода амортизаторов комплектующих деталей.

Гофрированный картон с гофром В обладает большей жесткостью, чем картон с гофром А, и применяется для продукции, не требующей высокой амортизационной защиты (консервы в металлических банках, упакованные товары бытовой химии и др.). На нем получается более качественная печать. Гофр В широко используется для производства двухслойного картона, идущего для защиты поверхностных слоев изделия (полированных изделий и т. п.).

Гофрированный картон с гофром С наиболее распространен в виде трехслойного картона, сочетая свойства картона гофра А с В. Он обладает хорошими амортизационными свойствами и достаточной жесткостью и

применяется для производства упаковки разнообразных изделий, включая хрупкие изделия, мягкую и жесткую продукцию, требующую надежной защиты поверхностного слоя. Гофрированный картон с гофром С имеет за счет большого количества гофров на 1 м высокую плоскостную жесткость и ровную поверхность, необходимую для высококачественной печати при изготовлении потребительской упаковки.

Картон с гофром Е имеет высокий показатель торцевой жесткости по сравнению со сплошным склеенным картоном такой же массы. Комбинация гофра Е с другими типами: А – Е, В – Е, позволяет получить гофрированный картон высокой прочности. Семислойный картон с гофром Е используется для изготовления поддонов и контейнеров. Для получения требуемых физико-механических прочностных свойств гофрированного картона комбинирую:' сочетания различных типов гофров. Так, наружный слой картона с гофром Е дает хорошую жесткость в обоих направлениях, амортизирует сильный удар, снижает коробление и мало теряет прочность при повышении относительной влажности среды. Внутренний слой с гофром В создает достаточные жесткость и сопротивление плоскому сжатию для противодействия давлению с внутренней стороны. Средний слой с гофром А дает хорошую упругость, необходимую для амортизации ударных нагрузок.

В зависимости от показателей физико-механических испытаний для гофрированных картонов с индексами Т и П, согласно ГОСТ 7376—77 предусмотрены следующие марки: Т-0; Т-1; Т-3; Т-4 и П-1; П-2; П-3.

2.2. Физико-механические свойства гофрированного картона

Физико-механические свойства гофрированного картона для производства ящиков определяются следующими параметрами: массой 1м^2, толщиной, плотностью, сопротивлением излому, разрыву, продавливанию, плоскостному сжатию, кольцевой и торцевой жесткостью, влажностью, а также качеством склеивания и рилевания.

Масса 1 м^2 зависит от слоев картона и бумаги, количества клея и типа гофров.

Толщина гофрокартона зависит от толщины исходных материалов и типа гофров.

Плотность (объемная масса) гофрированного картона зависит от массы 1 м^2 и толщины. Плотность гофрированного картона в несколько раз меньше плотности исходных материалов за счет воздушной прослойки между гофрами.

Сопротивление излому зависит от сопротивления плоских слоев и определяется числом двойных перегибов (не менее 80 – 100 в поперечном направлении), характеризующих способность картона сопротивляться разрыву в местах линий изгиба (рилевания) и других способах переработки картона.

Сопротивление разрыву и *предел прочности на растяжение* определяют одновременно на разрывных машинах. Метод испытания на растяжение

основан на определении величины разрушающей силы и удлинения до момента разрыва. Характеристикой прочности при растяжении могут служить:

– разрушающее усилие (разрывной груз): предельная разрушающая сила, действующая на полоску определенной ширины;

– предел прочности при растяжении: разрушающая сила, отнесенная к площади поперечного сечения образца перед началом испытания;

– разрывная длина: это полученная расчетным путем предельная длина полоски бумаги, начиная с которой полоска, подвешенная за один конец, разрывается у точки закрепления под собственным весом;

– относительное удлинение: изменение длины образца к моменту разрыва, отнесенное к исходной длине;

– работа разрыва: работа, которую необходимо произвести для деформирования полоски определенной длины от начала нагружения до разрушения.

Сопротивление разрыву зависит от сопротивления плоских слоев, является показателем качества двухслойного картона. Этот показатель контролирует качество рилевания для многослойного гофрированного картона.

Сопротивление продавливанию. Метод основан на определении давления, необходимого для разрушения зажатого по кольцу образца картона. Сопротивление продавливанию является показателем для выбора гофрированного картона при конструировании и изготовлении ящиков.

Сопротивление смятию кольца из испытуемого материала (кольцевая жесткость) применяется для испытания картона и бумаги, а так же характеризует жесткость гофрированного картона и изготовляемых из него ящиков.

Сопротивление плоскостному сжатию картона является одним из определяющих показателей свойств гофрированного картона и показывает усилие, которое может выдержать картон от равномерно распределенной по плоскости нагрузки до разрушения гофр (потери устойчивости). Плоскостная жесткость образца гофрированной бумаги характеризует упругость волнистого слоя и оказывает влияние на свойства гофрированного картона при его переработке и соответственно на жесткость гофрированного картона в изделии.

Сопротивление торцевому сжатию вдоль гофров зависит от кольцевой жесткости плоских и волнистых слоев в поперечном направлении полотна, определяется по прочности ящика на сжатие.

Влажность гофрированного картона. Повышение влажности картона приводит к уменьшению механической прочности (жесткости, сопротивления разрыву и т. п.), снижение влажности — к его пластичности. Применение различных покрытий и пропиток смолами повышает влагостойкость картона. Влагостойкость (%) показывает отношение жесткости или других прочностных показателей после увлажнения к жесткости в нормальных условиях. Водонепроницаемость материала определяется продолжительностью времени, в течение которого вода проникает через материал.

Качество склеивания слоев гофрированного картона зависит влажности картона и вида применяемого клея. Непрочное склеивание гофрированного картона снижает показатель его торцевой жесткости и сопротивлению сжатию картонных ящиков.

2.3. Требования, предъявляемые к сырью для изготовления гофрированного картона

Требования к картону для плоских слоев

Плоские слои гофрированного картона (лайнеры) способствуют сохранению его формы. От качества плоских слоев в значительной степени зависят свойства готового гофрокартона, в том числе его способность воспринимать различные нагрузки в условиях эксплуатации, а также внешний вид упаковки.

В качестве плоского слоя гофрированного картона можно, в принципе, использовать любой картон, пригодный к склеиванию. Однако для плоских слоев разработаны специальные сорта картона, обеспечивающие высокую прочность, стойкость к ударам и к другим видам воздействий. Эти сорта называют крафт-картоном (или крафт-лайнером), что в переводе с немецкого означает прочный или силовой картон.

Крафт-картон обычно состоит из двух слоев, соединенных друг с другом бесклеевым способом на картоноделательной машине. Верхний слой имеет повышенную прочность, гладкость и пористость. Прочность обеспечивает стойкость гофрокартона к истиранию и к образованию трещин в процессе биговки и фальцовки. Гладкость и пористость обеспечивает хороший внешний вид и высокие печатные свойства.

Нижний слой придает крафт-картону требуемые жесткость и прочность, а также определяет его способность к склеиванию с гофрированным слоем. Наиболее привлекательным внешним видом и высокими печатными свойствами отличается крафт-картон с верхним слоем из сульфатной целлюлозы. Нижний слой состоит из переработанной вторичной массы. Некоторые марки плоских слоев изготавливают целиком из сульфатной целлюлозы. Этот тип картонов называют белым картоном.

Для придания гофрокартону и таре из него специальных свойств выпускают следующие типы плоских слоев для внешней отделки: разноцветные однотонные, а также с переливами типа мрамора или облачности; ламинированные или с различными другими покрытиями, повышающими влагостойкость, стойкость к истиранию, проколам и т.д.

Наибольшее распространение получил картон для плоских слоев с массой (плотностью) квадратного метра 125, 150, 175, и 225 г/м^2. Для наиболее прочных и жестких слоев гофрокартона применяют плоские слои с массой (плотностью) квадратного метра от 200 до 450 г/м^2. В России картон для

плоских слоев гофрокартона выпускается 5 марок по ГОСТ 7420-89: К-0, К-1, К-2, К-3 и К-4.

Картон должен изготовляться в рулонах. Размеры рулонов картона должны соответствовать нормам, указанным в таблице 2, ширина и диаметр рулона должны устанавливаться по согласованию с потребителем.

Таблица 2

Размеры рулонов картона

Наименование размера	Размер	Допускаемое отклонение
Ширина рулона, мм	от 900 до 2650	± 5
Наружный диаметр рулона, мм	от 900 до 1500	± 20
Внутренний диаметр гильз, мм	70, 75, 100, 110, 120	-

В составе по волокну картона марок КВС, К-0, К-1 для экспорта сульфатная небеленая целлюлоза должна составлять не менее 80%.

Для картона марок К-2 сульфатную целлюлозу применяют только для верхнего покровного слоя.

В составе по волокну картона марок К-3, К-4 сульфатная (сульфитная) небеленая целлюлоза должна составлять не менее 22%.

Картон должен изготовляться машинной гладкости. Число обрывов в рулоне для картона марок КВС, К-0, К-1 и К-2 не должно превышать одного, а для марок К-3, К-4 не должно быть более двух.

Концы полотна рулона в местах обрыва по всей ширине должны быть склеены клеем, изготовленным из растворимого силиката натрия по ГОСТ 13079, или другим клеем, клеевой лентой на бумажной основе по ГОСТ 18251. Места склейки не должны вызывать склеивания соседних слоев. Места обрывов или склепки должны быть отмечены видимыми с торца рулона цветными сигналами. По согласованию с потребителем допускается не склеивать концы полотна рулона в местах обрыва.

Не допускается использование картона массой площадью 1 $м^2$ 125 г для изготовления трехслойного гофрированного картона, предназначенного для тары под рыбные продукты.

При переработке картона не должно быть отслаивания поверхностного слоя. Метод определения прочности поверхностного слоя картона для экспорта должен быть указан в требовании внешнеторговой организации. Картон, предназначенный для экспорта, не должен иметь повреждений поверхностного слоя при переработке на гофроагрегате со скоростью более 200 м/мин. Предельные отклонения массы картона площадью 1 $м^2$ по ширине рулона не должны быть более 5% среднего значения.

Для продукции, предназначенной на экспорт, предельные отклонения массы картона площадью 1 $м^2$ по ширине рулона не должны превышать 3 %

среднего значения для марок КВС, К-0, К-1, К-2 и 4 % для марок К-3, К-4. Испытания проводят по ГОСТ 13199. На поверхности верхнего слоя картона не допускаются складки и морщины длиной более 50 мм, пятна размером более 15 мм в наибольшем измерении, задиры.

Требования к картону для гофрированных слоев

От картона для гофрированных слоев требуется сохранение полученного в процессе гофрирования профиля и размеров как при сжимании слоев гофрокартона, так и при изготовлении и эксплуатации тары.

В Европе картон для гофрированных слоев чаще всего выпускают с массой 1м^2: 112, 127 и 150 г/м^2, а для тяжелых условий эксплуатации и ответственных конструкций тары применяют с большей массой (плотностью) 1м^2: 175, 200 и 250 г/м^2.

В России картон для гофрированных слоев принято называть бумагой для гофрирования. Ее выпускают по ГОСТ 7376-89 трех марок: Б-1, Б-2 и Б-3.

- Марка Б-1 состоит из 25% сульфатной небеленой целлюлозы и 75% полуцеллюлозы.
- Марка Б-2 имеет в своем составе 25% сульфатной целлюлозы и 75% полуфабрикатов высокого выхода (полуцеллюлозы высокого выхода).
- Марка Б-3 состоит на 35% из сульфатной целлюлозы, остальной состав волокна не нормируется.

Как правило, все физико-механические показатели гофрокартонов соответствуют требованиям ГОСТ 7376-89, за исключением показателя сопротивлению плоскостному сжатию гофрированного образца.

Стандарт устанавливает требования к бумаге, изготовляемой для нужд народного хозяйства и для экспорта. Показатели технического уровня, установленные настоящим стандартом, предусмотрены для высшей и первой категорий качества. Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 1684-79.

Бумага для гофрирования должна изготовляться марок: Б-1 высшей и первой категорий качества, Б-2 и Б-3 - первой категории качества. Бумага должна изготовляться в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке. По требованию потребителя бумага должна изготовляться с впитываемостью более 70 г. Бумага переводится во второй сорт при наличии следующих отклонений от норм:

- снижении или увеличении влажности на 1 %;

- снижении сопротивления плоскостному сжатию и сопротивления торцевому сжатию не более чём на 10 % для бумаги марки Б-3 массой 1 м^2 140 и 160 г.

Концы полотна бумаги по всей ширине рулона должны быть, прочно склеены клеем по ГОСТ 13078-81 или клеевой лентой по ГОСТ 18251-72 и нормативно-технической документации. Места склейки должны быть отмечены видимыми с торца рулона цветными сигналами. Ширина склейки должна быть

не менее 50 мм. Места склейки не должны вызывать склеивания соседних слоев.

2.4. Требования к качеству гофрокартона

Гофрированный картон должен изготовляться в соответствии с требованиями ГОСТ 7376-89 по технологическим регламентам, утвержденным в установленном порядке [9].

Гофрированный картон по показателям качества должен соответствовать нормам, указанным в таблице 3.

Таблица 3

Характеристики гофрокартона

Наименование показателя	Норма марки					
	Д	Класс 1				
		Т11	Т12	Т13	Т14	Т15
Сопротивление продавливанию (абс.), МПа (кгс/см^2), не менее	0,20 (2,00)	1,10 (11,0)	1,30 (13,0)	1,50 (15,0)	1,70 (17,0)	2,00 (20,0)
Удельное сопротивление разрыву с приложением разрушающего усилия вдоль гофров по линии рилевки после выполнения одного двойного перегиба на 180°, кН/м, не менее	-	8	10	12	14	16
Сопротивление торцовому сжатию вдоль гофров, кН/м, не менее	-	3,0	3,0	3,2	3,6	4,0
Сопротивление расслаиванию, кН/м, не менее	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Влажность, %	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12

Картон должен изготовляться с обрезными кромками. По требованию потребителя картон изготовляют без обреза кромок. Необрезанные кромки при определении площади картона не учитываются.

Слои гофрированного картона должны быть склеены между собой по вершинам гофров. Допускаются расклеенные участки площадью не более 20 см^2 каждый. Сумма площадей расклеенных участков должна быть не более

50 $см^2$ на 1 $м^2$ гофрированного картона. Допускается расслаивание картона по кромке листа на величину не более 10 мм от края кромки.

На поверхности гофрированного картона не допускаются задиры площадью более 80 $см^2$; складки и морщины длиной более 50 мм; вмятины и пятна размером более 15 мм в наибольшем измерении; разрывы и разрезы кромки листа более 10 мм.

Допускается изготовление гофрированного картона с короблением листа в направлении вдоль гофров не более 20 мм на 1 м листа картона.

Гофрированные слои картона должны иметь полный профиль высоты гофров по всей площади листа. Допускается, смятие гофров по кромке листа.

Гофрированный картон должен выдерживать без разрушения не менее 10 двойных перегибов на 180° по линии рилевки. Допускаются трещины на поверхности одного из плоских слоев гофрированного картона без обнажения гофрированного слоя. Сумма длин трещин одного образца не должна превышать 25 мм.

Физико-механические свойства гофрированного картона для производства ящиков определяются следующими параметрами: массой 1 $м^2$, толщиной; плотностью; сопротивлением излому, разрыву, продавливанию, плоскостному сжатию; кольцевой и торцевой жесткостью; влажностью, а также качеством склеивания и рилевания.

Масса 1 мг зависит от слоев картона и бумаги, количества клея и типа гофров.

Толщина гофрокартона зависит от толщины исходных материалов и типа гофров.

Плотность (объемная масса) гофрированного картона зависит от массы 1 $м^2$ и толщины. Плотность гофрированного картона в несколько раз меньше плотности исходных материалов за счет воздушной прослойки между гофрами.

Сопротивление излому зависит от сопротивления плоских слоев и определяется числом двойных перегибов (не менее 80-100 в поперечном направлении), характеризующих способность картона сопротивляться разрыву в местах линий изгиба (рилевания) и других способах переработки картона.

Сопротивление разрыву и предел прочности на растяжение определяют одновременно на разрывных машинах. Метод испытания на растяжение основан на определении величины разрушающей силы и удлинения до момента разрыва.

Характеристикой прочности при растяжении могут служить:

– разрушающее усилие (разрывной груз) - предельная разрушающая сила, действующая на полоску определенной ширины;

– предел прочности при растяжении - разрушающая сила, отнесенная к площади поперечного сечения образца перед началом испытания;

– разрывная длина - это полученная расчетным путем предельная длина полоски бумаги, начиная с которой полоска, подвешенная за один конец, разрывается у точки закрепления под собственным весом.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Подготовка образцов к испытанию (кондиционирование)

Перед определением свойств бумаги или картона образцы, подготовленные к испытанию, должны подвергаться кондиционированию в стандартных условиях. Делается это с целью получения воспроизводимых результатов, так как показатели бумаги в силу гигроскопичности целлюлозных волокон сильно меняются в зависимости от ее равновесной влажности. Согласно стандарту кондиционирование проводят при относительной влажности воздуха $65 \pm 2\%$ и температуре 20 ± 2^0С.

Помещение, предназначенное для проведения испытаний бумаги, должно быть оборудовано кондиционером для автоматического поддержания заданных параметров воздуха. Контроль относительной влажности воздуха ведется с помощью волосяных гигрометров или психрометров по разности температур сухого и мокрого термометра.

При отсутствии кондиционера предварительное кондиционирование можно проводить в эксикаторе, в воздушном пространстве которого при температуре 20^0С относительная влажность составляет 65%. Этих условий достигают, заливая в эксикатор или серную кислоту (ρ=1,289г/см^3), или насыщенный раствор соли нитрата аммония. При пользовании эксикатором необходимо особо следить, чтобы на образцы не попали капли серной кислоты, так как это приводит к разрушению бумаги. Время кондиционирования для каждого вида бумаги указывается в стандартах или технических условиях на продукцию.

Для проведения некоторых испытаний (определение сопротивления разрыву и излому, капиллярной впитываемости) образцы нарезают на полоски шириной 15мм на специальном ноже.

При нарезании образцов необходимо следить, чтобы кромка их точно совпадали с продольными и поперечными направлениями (по ходу машины) и были ровными. Края образцов должны быть строго параллельны: отклонения по ширине по всей длине образца не должны превышать $\pm 0{,}1$мм. Для проверки параллельности кромок образец складывают пополам и надвигают конец одной половины образца на другой, совпадение кромок по всей длине указывают на их параллельность. Ножом можно пользоваться и для нарезания образцов других размеров. В этом случае испытуемый образец необходимо предварительно размерить. Образцы должны быть без складок, вмятин, морщин и других повреждений.

3.2 Определение продольного и поперечного направления бумаги

В бумажном листе, изготовленном на бумагоделательной машине, различают два направления: продольное (машинное), совпадающее с направлением движения бумажного полотна на машине, и поперечное,

перпендикулярное к продольному. Определить продольное и поперечное направление в бумаге можно следующим образом. Из испытуемого листа бумаги при помощи ножа по двум взаимно перпендикулярным направлениям вырезают две полоски бумаги размером 15х200мм, складывают их вместе и зажимают с одного конца пальцами. При перекидывании зажатых в пальцах полосок бумаги направо и налево свободные концы их будут либо лежать один на другом, либо расходиться.

Более жесткая и менее изгибающаяся полоска соответствует машинному направлению бумаги.

Продольное и поперечное направление должны быть определены для каждого образца испытуемой бумаги и помечены стрелками.

3.3. Определение толщины
(ГОСТ 13199-88)

Данный параметр не распространяется на образцы гофрокартона и тисненые виды бумаг.

Ход анализа

Перед определением из испытываемых листов бумаги вырезают 10 образцов размером 200 х 250 мм – если бумага имеет толщину более 15мкм, и 20 образцов – при толщине 15мкм и менее.

Измерение ведут в пяти точках, в один или несколько слоев в зависимости от толщины бумаги: 50мкм и более – один слой, от 15 до 50 мкм – пять слоев, менее 15 мкм – десять слоев.

Результаты измерений выражают средним арифметическим и округляют до 0,1 мкм при толщине бумаги менее 30мкм, до 1мкм при толщине от 30 до 100 мкм включительно и до 10 мкм при толщине бумаги более 100мкм.

3.4. Определение массы 1м^2 бумаги
(ГОСТ 13199-88)

Данный параметр не распространяется на образцы гофрокартона и тисненые виды бумаг.

Метод основан на взвешивании образцов с последующим пересчётом на массу листа площадью 1 м^2.

Ход анализа

С помощью ножа или металлического шаблона из бумаги нарезают 10 образцов размером (100,0 ± 0,5) × (100,0 ± 0,5) мм. Образцы должны быть без складок, вмятин, морщин и других повреждений.

Каждый образец взвешивают по одному на лабораторных весах общего назначения с точностью до (± 0,001) г. Массу продукции (волокнистых полуфабрикатов, бумаги и картона) площадью 1 м^2 в граммах вычисляют для каждого взвешенного образца по формуле:

$$m = \frac{M}{S} \cdot 10^4,$$

где M – масса образца, г; S – площадь образца, см^2.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов определений.

Результат определения массы 1м^2 бумаги округляют до 0,01г – при массе бумаги менее 25 г; до 0,1 г\м^2 – при массе 1м^2 от 25 до 100г включительно и до 1г\м$^{2-}$ при массе 1м^2 свыше 100г.

Суммарно массу 1м^2 бумаги можно также определять с помощью квадратных весов, у которых при взвешивании одного образца определенной площади прямо указывается масса 1м^2. Квадратные весы состоят из штатива, измерительного сектора и измерительной стрелки, шарнирно закрепленной в центре сектора. На правом плече стрелки имеется или крючок, или специальное приспособление из проволоки для подвешивания листов бумаги, а левый конец стрелки, перемещаясь вдоль сектора, указывает массу 1м^2 бумаги. Обычно на сектор нанесены две шкалы, одна из которых показывает массу образца в граммах, а другая – массу 1м^2.

Квадратные весы рассчитаны на определенную площадь образца и при пользовании ими, необходимо обращать на это внимание. Перед взвешиванием при помощи уравнительных винтов стрелку весов необходимо установить на нуль. При взвешивании на квадратных веса за массу 1 м^2 бумаги принимают среднее из 10 определений.

3.5. Определение плотности бумаги
(ГОСТ 13199-88)

Данный параметр не распространяется на образцы гофрокартона и тисненые виды бумаг.

Ход анализа

Плотность бумаги (У), т.е. массу 1см^3 бумаги в граммах, определяют исходя из толщины и массы 1м^2 бумаги, определенных на одних и тех же образцах по следующей формуле:

$$У = \frac{а}{Н \times 1000}$$

где а – масса 1м^2, г;

Н – толщина, мм.

Округление допускается до 0,01 г \ см^3.

3.6. Определение влажности
(ГОСТ 13525.19-91)

Метод основан на взвешивании образца бумаги (картона) в момент отбора проб и после высушивания его до постоянной массы.

Ход анализа

Испытуемый образец бумаги (картона) предварительно взвешивают на аналитических весах с точностью до четвертого знак. Затем взвешенный бюкс с исследуемым образцом помещают в сушильный шкаф и сушат до постоянной температуры (не менее 30 минут) с открытой крышкой. Температура сушки должна быть (105 ± 2ºС).

По окончании сушки образец быстро закрывают крышкой, помещают в эксикатор и охлаждают в течение 20-30 минут. После охлаждения бюкс с содержимым взвешивают и рассчитывают массу высушенного образца. Взвешивание производят с точностью до второго десятичного знака. Затем испытуемый образец и сосуд помещают в сушильный шкаф и сушат дополнительно в течении времени, составляющим не менее половины времени первоначальной сушки. Дополнительную сушку и повторное взвешивание следует выполнять до достижения постоянного значения массы.

Влажность образца бумаги или картона W в процентах вычисляют по формуле:

$$W = (m_1 - m_2 / m_1 – m) \cdot 100\ \%,$$

где m – масса сосуда для взвешивания, г;

m_1 – масса сосуда для взвешивания с навеской до высушивания, г;

m_2 – масса сосуда для взвешивания с навеской после высушивания, г.

3.7. Определение поверхностной впитываемости воды при одностороннем смачивании
(ГОСТ 12605-97)

Метод заключается в определении массы воды в граммах, поглощенной поверхностью бумаги или картона при смачивании одной стороны испытуемого образца при определенных условиях в течение установленного временя, по разности взвешивания до и после смачивания.

Ход анализа

Листы проб кондиционируют по ГОСТ 13523. Из каждого отобранного листа пробы вырезают по одному образцу размером (125±2) × (125±2) мм. На каждом образце отмечают верхнюю и сеточную стороны.

Испытуемый образец взвешивают с точность до 0,001 г. Затем образец помещают на плоское основание испытуемой стороной к воде. Цилиндр шлифованной стороной ставят на испытуемый образец и плотно зажимают, чтобы предотвратить просачивания воды между испытуемым образцом и

цилиндром. В сосуд наливают (100±5) $см^2$ и включают секундомер. Для каждого испытания используют новую воду. Продолжительность контакта с водой выбирают в зависимости от впитываемости бумаги и картона. Для бумаги 30 секунд, а для картона 60 секунд.

Поверхностную впитываемость воды при одностороннем смачивании для каждого испытуемого образца бумаги и картона определяют по формуле:

$$Кобб_x = 10^4 (m_2 - m_1) / A,$$

где m_1 – масса образца до испытания, г;

m_2 – масса образца после испытания, г;

A – площадь испытуемой поверхности образца, $см^2$.

3.8. Определение капиллярной впитываемости
(ГОСТ 12602-67)

Сущность метода заключается в определении высоты впитывания воды по капиллярам полоски бумаги или картона, подвешенной вертикально и опущенной в воду нижним концом. Показатель капиллярной впитываемости выражается в миллиметрах.

Ход анализа

Из каждого листа пробы вырезают по три полоски исследуемых образцов бумаги (картона). Образцы для испытания должны иметь ширину (15±0,1) мм и длину 200 мм.

Планку с линейкой опускают до упора и наливают в ванночку такое количество жидкости, чтобы концы линеек касались ее поверхности. По мере израсходования доливают недостающее количество жидкости. Планку с линейками поднимают и закрепляют на стойке.

Образцы для испытаний закрепляют зажимами так, чтобы они были расположены вертикально и находились на расстоянии 1 – 2 мм от измерительных линеек. Планку плавно опускают до упора и одновременно с момента погружения нижних концов образцов в жидкость включают секундомер.

Концы образцов должны быть погружены на глубину 10 мм. Продолжительность испытания 10 минут. По истечении установленного времени ведут отсчет высоты впитывания по шкале. Капиллярная впитываемость выражается в миллиметрах как среднее арифметическое из трех определений, округленное до одного миллиметра.

3.9. Определение степени проклейки
(ГОСТ 13648.6 – 86)

Ход анализа

Для испытания из бумаги вырезают три образца размером 50×50 мм, измеряют их толщину и отгибают кверху края шириной 5 мм. На дно образовавшейся коробочки насыпают через сетку № 24 тонким слоем сухой индикатор*.

Коробочку (образец бумаги) помещают в ванну с водой, имеющей температуру 20 ± 1 °С, и включают секундомер. При появлении первых признаков изменения окраски (фиолетовые точки) секундомер останавливают и фиксируют время.

Степень проклейки (Д) в с/мм определяют по формуле:

$$Д = \frac{t}{h},$$

где t – время, с;

h – толщина бумаги, мм.

Результат определения степени проклейки бумаги выражается средним арифметическим всех пяти определений.

* *Индикатор* состоит из девяти частей сахарной пудры, одной части крахмала, 0,2 частей основного фиолетового К. Перед смешиванием сахарную пудру и крахмал растирают отдельно друг от друга, просеивают через сетку № 40 и высушивают при температуре около 100 ºС в течение 15 ч. Затем составляют смесь из трех компонентов, тщательно перемешивают, высушивают в течение 30 минут и опять просеивают через сетку № 40. Хранят приготовленный индикатор в склянке с притертой пробкой.

3.10. Определение зольности
(ГОСТ 7629- 93)

Ход анализа

Для испытания из бумаги вырезают три образца размером 100×100 мм, взвешивают каждый образец на весах с точностью 0,0001 г. Затем исследуемые образцы необходимо положить в бюксы и сжигать при температуре 600 °С в течение 15 минут.

Вынутый из муфеля тигель охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры, а затем взвешивают с точностью до 0,0002г. После взвешивания тигель вновь помещают в муфель для контрольного прокаливания на 30 – 40 мин, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. В случае необходимости контрольное прокаливание продолжают до постоянной массы тигля с золой.

Зольность (Z) в г определяют по формуле:

$$Z = m_1 - m_2$$

где m_1 – масса образца до сжигания, г;

m_2 – масса образца после сжигания, г.

Результат определения зольности бумаги выражается средним арифметическим всех трех определений.

3.11. Определение прочности на разрыв и удлинения при растяжении (ГОСТ 13525.1-79)

Для испытания используют разрывные машины, отвечающие следующим требованиям:

- относительная погрешность измерения силы не должна превышать ± 1 %;
- ширина зажимов должна соответствовать ширине испытуемых образцов;
- зажимы должны удерживать образец без скольжения в течение всего испытания;
- расстояние между зажимами должно быть регулируемым и обеспечивать установку значений: (50 ± 1) мм, (100 ± 1) мм, (180 ± 1) мм;
- скорость перемещения подвижного зажима должна быть переменной с плавной регулировкой и ее отклонение при любом установочном значении не должно превышать ± 5 %.

Весы лабораторные должны быть рычажные с погрешностью взвешивания не более 0,001 г.

Подготовка к испытанию

1. Образцы подвергают кондиционированию по ГОСТ 13523-78 при относительной влажности, температуре воздуха и в течение времени, указанных в нормативно-технической документации на продукцию.
2. Расстояние между зажимами разрывной машины устанавливают 180 мм для бумаги и картона.
3. При определении предела прочности при растяжении предварительно измеряют толщину каждого образца по длине в трех точках.
4. Скорость испытания подбирают так, чтобы разрыв образца наступил через (20 ± 5) с от начала нагружения.

Ход анализа

Испытания проводят в кондиционных условиях по ГОСТ 13523-78 при температуре и относительной влажности воздуха, указанных в нормативно-технической документации на продукцию.

Образец закрепляют в зажимах разрывной машины, не касаясь его испытуемой части, с силой натяжения не более 0,3 Н так, чтобы он не скользил во время испытания и чтобы прилагаемая сила имела направление, параллельное его краям.

Испытывают по 10 образцов бумаги и по 10 образцов картона в машинном

и поперечном направлениях, или в одном из них, в зависимости от указаний в нормативно-технической документации на продукцию.

Разрушающее усилие должно находиться в области 0,1 и 0,9 конечных значений шкалы, а для разрывных машин маятникового типа – в области 0,2 и 0,8 конечных значений шкалы. Разрушающее усилие и удлинение отсчитывают с точностью до одного деления шкалы. Результаты испытаний образцов, разорвавшихся у кромок зажимов, или сместившихся при испытании не учитывают. Повторно испытывают образцы, вырезанные из тех же листов пробы.

Разрушающее усилие определяют средним арифметическим значением результатов десяти измерений для бумаги и картона в машинном или поперечном направлениях, либо средним арифметическим для обоих направлений, либо другим значением в зависимости от того, как показатель нормируется в стандартах на продукцию.

Относительная погрешность определения разрушающего усилия при растяжении не превышает ± 4 % при доверительной вероятности 0,95.

Удельное сопротивление разрыву $f_{уд}$, кН/м, вычисляют по формуле:

$$F_{уд} = \frac{F}{b},$$

где F - разрушающее усилие, Н;

b - ширина образца, мм.

Предел прочности при растяжении σ, МПа, вычисляют по формуле:

$$\sigma = \frac{F}{b \cdot h},$$

где F – разрушающее усилие, Н;

b – ширина образца, мм;

h – толщина образца, мм

(среднее арифметическое результатов измерений

толщины всех испытуемых образцов).

Результат округляют с точностью до 1,0 МПа.

Относительная погрешность определения предела прочности при растяжении не превышает ± 10 % при доверительной вероятности 0,95.

Разрывную длину L в метрах вычисляют по формуле:

$$L = \frac{l_0 \cdot F}{m},$$

где F – разрушающее усилие;
l_0 – номинальное расстояние между зажимами, мм;
m – масса образца, г
(среднее арифметическое результатов измерений
толщины всех испытуемых образцов).

3.12. Определение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве
(ГОСТ 2678-94)

За разрывную нагрузку целлюлозного материала принимают средне-арифметическое значение результатов всех измерений по основе.

Вычисление проводят до первого десятичного знака с последующим округлением до целого числа.

Условную прочность (σ_p) в мегапаскалях образца вычисляют по формуле:

$$\sigma_p = \frac{P_p}{bh_0},$$

где P_p – разрывная сила, Н;
b – ширина образца, м;
h_0 – среднее значение толщины образца на рабочем участке, м.

Результат округляют до 0,1 МПа.

Относительное удлинение (ε) в процентах вычисляют по формуле:

$$\varepsilon = \frac{l_2 - l}{l} \cdot 100,$$

где l – длина рабочего участка образца до испытания, мм;
l_2 – длина рабочего участка образца в момент разрыва или
максимального значения силы, мм.

Результат округляют до 1%.

3.13. Определение водопоглощения
(ГОСТ 2678-74)

Испытание проводят на трех образцах размерами размером: (100х100)±1 мм. Подготовленный образец взвешивают (m_1), а затем погружают на (60±5) с в

сосуд с водой, после чего его извлекают из воды, вытирают хлопчатобумажной тканью или фильтровальной бумагой в течение 30 – 60 с и взвешивают (m_2). Затем образец снова помещают в воду таким образом, чтобы слой воды над ним был не менее 50 мм и выдерживают в течение времени, указанного в НД на продукцию конкретного вида. После этого образец извлекают из воды, осушают и взвешивают (m_3). Время с момента извлечения образца из воды до взвешивания не должно превышать 60 с.

Водопоглощение (W) в процентах по массе вычисляют по формуле:

$$W = \frac{m_3 - m_2}{m_1} \cdot 100 ,$$

где m_1 – масса сухого образца, г;
m_2 – масса образца после одноминутной выдержки в воде, г;
m_3 – масса образца после заданной выдержки в воде, г.

Результат округляют до 0,1 %.

3.14. Определение паропроницаемости
(ГОСТ 25898-2012)

Сущность метода – определение количества водяного пара, проходящего через материал в течение установленного времени при заданной температуре и влажности воздуха. Испытания проводят методами «мокрой чашки» и «сухой чашки». Метод «мокрой чашки» является основным. Для испытания может быть использована климатическая камера, обеспечивающая заданную температуру в пределах (23±0,5) °С и относительную влажность воздуха (50±3) %.

Прибор для определения паропроницаемости состоит из стакана, шаблона и крышки, изготовленного из некорродирующего, прочного и легкого материала, непроницаемого для паров воды.

По результатам взвешивания испытательного сосуда с образцом вычисляют плотность потока водяного пара через образец g, мг/(ч·м^2), по формуле:

$$g = \frac{\Delta m}{\Delta \tau \cdot A} ,$$

где Δm – изменение массы испытательного сосуда с образцом за интервал времени $\Delta\tau$, мг;
$\Delta\tau$ – интервал времени между двумя последовательными взвешиваниями, ч;
A – площадь рабочей поверхности образца, через которую

проходит поток водяного пара, $м^2$.

Продолжительность испытаний в камере тепла – 24 часа.

3.15. Определение влагопрочности
(ГОСТ 13525.7-68)

Ход анализа

Из каждого листа пробы вырезают два образца в продольном и поперечном направлении.

Образцы по одному погружают в воду. Температура воды в ванночке во время испытания должна быть 20 ± 2 °С. По истечении заданных отрезков времени 5, 10 и 30 мин образцы извлекают из воды по одному, соблюдая такую же очередность, как и при погружении образцов в воду.

Каждый образец в отдельности кладут на два листа промокательной бумаги, лежащей на жесткой гладкой поверхности, покрывают сверху двумя листами промокательной бумаги и отжимают избыточную воду, прокатывая валиком по одному разу в ту и другую сторону. Затем определяют требуемые показатели механической прочности влажных образцов. Для каждой стороны или направления картона производят три определения.

Влагопрочность $В_о$, определяют по формуле:

$$B_o = \frac{П_в}{П_с} \cdot 100 ,$$

где $П_в$ – среднеарифметическое значение трех отсчетов требуемого показателя механической прочности влажных образцов, кгс;

$П_с$ – среднеарифметическое значение трех отсчетов требуемого показателя механической прочности сухих образцов, кгс;

Результат округляют до десятых долей процента.

3.16. Определение композиции исследуемых образцов бумаги и картона
(ГОСТУ 7500-85)

3.16.1. Морфологическое исследование волокон под микроскопом

Ход анализа

1) Исследуемые волокна предварительно мацерировать.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА МАЦЕРАЦИИ.

Кусочек древесины поместите в пробирку, с 3-4 мл концентрированной азотной кислоты и внесите кристаллики бертолетовой соли. Затем пробирку осторожно нагрейте на пламени спиртовки (3-4мин). Нагревание прекратить

при первых признаках мацерации, т.е. при появлении отдельных волокон или пучков волокон. Полученную смесь охладите до комнатной температуры.

2) Мацерированные волокна исследуют под микроскопом.

Методика проведения морфологического исследования волокон

Из баночки с волокнистым материалом с помощью препаровальной иглы отберите комочек волокнистой массы и перенесите в пробирку, наполненную на 1/3 водой. Пробирку встряхните до получения однородной суспензии. Полученную массу вылейте на сетку, выложенную на химический стакан, и тщательно промойте дистиллированной водой. После полного стекания воды, с помощью препаровальной иглы, из нескольких мест сетки отберите небольшие комочки волокон (средняя проба) и перенесите на предметное стекло. Затем, с помощью полосок фильтровальной бумаги уберите остатка влаги с предметного стекла. Подсушенную волокнистую массу, тщательно раздергайте препаровальной иглой на отдельные волокна, накройте покровным стеклом и рассмотрите под микроскопом.

Полученные волокна, рекомендуется сначала рассмотреть при малом увеличении, а затем, и при большом.

3) Оформление опыта.

Полученные данные о морфологических свойствах исследуемых волокон необходимо оформить в виде таблицы 4:

Таблица 4

Описание морфологических свойств исследуемых волокон

Наименования волокон	*Внешний вид волокон*		
по группам	по подгруппам	краткое описание морфологии волокон	схематическая зарисовка волокон
1. Целлюлоза древесная	а) хвойная б) лиственная		
2. Целлюлоза однолетних растений			
3. Целлюлоза химическая			
4.Текстильные волокна			
5. Волокна животного происхождения			

При зарисовке препаратов необходимо соблюдать следующий порядок. Сначала подробно ознакомиться со строением волокна по методике и рисункам, затем внимательно просмотреть исследуемый образец, найти в нем все характерные признаки данного волокна и затем уже схематически зарисовать.

3.16.2. Гистохимический метод определения вида волокон (с помощью окрашивающих реактивов)

Реактив Хегрцберга

Раствор хлор-цинк-йода. Для приготовления данного раствора растворяют 50г безводного хлорида цинка в 25мл дистиллированной воды и 0,25г возогнанного йодида с 5,25г йодида калия в 12,5мл дистиллированной воды; смешивают оба раствора и дают отстояться в темном месте в течении ночи. Прозрачный раствор пипеткой переносят в склянку из коричневого стекла с притертой пробкой и прибавляют один кристаллик йода. Раствор пригоден для применения в течение 2 недель.

Реактив Стокера-Дюранта

Реактив Стокера-Дюранта это смесь раствора основного оранжевого (А), соляной кислоты(Б), хлор-цинк-йода(В), хлористого цинка(Г).

Навеску каждого образца (в отдельности) около 0,05 г необходимо прокипятить в течении 1 часа в подкисленной воде (4 капли концентрированной соляной кислоты на 50мл дистиллированной воды), затем отфильтровать подкисленную воду, заменить ее дистиллированной и довести до кипения.

Реактив Зеллегера

Реактив Зеллегера это смесь растворов йодистого калия и азотнокислого кальция (1:1).

Ход анализа

После проведения процесса мацерации, из баночки с волокнистым материалом с помощью препаровальной иглы отберите комочек волокнистой массы и перенесите в пробирку, наполненную на 1/3 водой. Пробирку встряхните до получения однородной суспензии. Полученную массу вылейте на сетку, выложенную на химический стакан, и тщательно промойте дистиллированной водой. После полного стекания воды, с помощью препаровальной иглы, из нескольких мест сетки отберите небольшие комочки волокон (средняя проба) и перенесите на предметное стекло. Затем, с помощью полосок фильтровальной бумаги уберите остатки влаги с предметного стекла.

Подсушенную волокнистую массу, тщательно раздергайте препаровальной иглой на отдельные волокна и наносите 2-3 капли окрашивающего раствора на середину предметного стекла. После окрашивания волокон (в течение 2-3 мин), остатки окрашивающего реактива уберите с помощью полосок фильтровальной бумаги и накройте покровным стеклом. Исследуйте волокна под микроскопом.

В зависимости от целей гистохимического анализа выберите соответствующий реактив для определения группы, подгруппы и вида анализируемого волокна.

Окрашивание волокон реактивом Херцберга

Реактив Херцберга используют только для определения основных групп волокон. После нанесения на волокна реактива Херцберга их необходимо рассмотреть под микроскопом и сравнить полученные окраски с данными таблицы 5.

Таблица 5

Цвет волокон при окрашивании реактивом Херцберга

Наименование волокон по		Цвет волокон
группам	подгруппам	
Целлюлоза древесная	а) хвойная (ель) б) лиственная (липа)	чернильно-фиолетовый
Целлюлоза однолетних растений	солома, тросник	черно-фиолетовый

Продолжение таблицы 5

Наименование волокон по		Цвет волокон
группам	подгруппам	
Текстильные волокна	хлопок, лен	кирпично-красный
Химические волокна	лавсан, капрон	фиолетовый
Волокна минерального происхождения	асбест	коричневый
Волокна животного происхождения	шерсть	желто-оранжевый

Окрашивание волокон реактивом Стокера-Дюранта

Реактив Стокера-Дюранта применяют для определения для определения волокон беленой сульфитной и сульфатной целлюлозы из хвойных и лиственных пород древесины, а также для определения небеленой сульфатной и сульфитной целлюлозы из древесины лиственных пород.

На подготовленные волокна на предметном стекле наносят 2-3 капли раствора (А), выдерживают в течение 1мин, осушают фильтровальной бумагой, промывают один раз раствором (Б), который также удаляют фильтровальной бумагой. Затем добавляют 2-3 капли раствора (В), выдерживают в течение 30с и осушают. В заключение наносят на волокна каплю раствора (Г), накрывают покровным стеклом и через 1-2мин излишек раствора удаляют и исследуют под микроскопом. После рассмотрения волокон под микроскопом, сравните полученные окраски с данными таблицы 6.

Таблица 6

Цвет волокон при окрашивании реактивом Стокера-Дюранта

Вид волокон	Цвет волокон
Целлюлоза из хвойных пород древесины	
Сульфитная небеленая Сульфитная беленая Сульфатная небеленая Сульфатная беленая	Оттенки желто-оранжевого Светло-желтый Чернильный(почти черный) Оттенки сине-голубого
Целлюлоза из лиственных пород древесины	
Сульфитная небеленая и беленая Сульфатная небеленая и беленая	Оттенки желто-оранжевого Оттенки синего

Окрашивание волокон реактивом Зеллегера

Реактив Зеллегера применяют только для определения волокон лиственной и хвойной целлюлозы.

После нанесения на волокна реактива Зеллегера их необходимо рассмотреть под микроскопом и сравнить полученные окраски с данными таблицы 7.

Таблица 7

Цвет волокон при окрашивании реактивом Зеллегера

Наименование волокон по			Цвет волокон
группам	подгруппам	видам	
Целлюлоза древесная	а) хвойная	сульфитная: - беленая - небеленая сульфатная: - беленая - небеленая	 светло-красный светло-желтый светло-голубой желтый
	б) лиственная	сульфитная: - беленая - небеленая сульфатная - беленая - небеленая	 сине-голубой светло-зеленый синий темно-синий

Для определения композиции пользуются методом подсчета волокон, находящихся в образцах бумаги.

Для подсчета поступают следующим образом условно за единицу длины волокна принимают видимый в микроскоп диаметр поля зрения, устанавливают препарат на любом месте просчитывают количество приходящихся в данном поле зрения волокон, отдельно по каждому виду и записывают их число, затем берут следующий образец той же бумаги и снова просчитывают в другом поле зрения.

3.16.3. Определение композиции исследуемых образцов бумаги и картона

Ход анализа

При микроскопическом исследовании образцов бумаги или картона для установления вида входящих в их состав волокнистых материалов, среднюю пробу необходимо отбирать из пяти листов исследуемого образца, нарезав, пять полосок по 15мм.

Все полоски, сложенные вместе, погрузите в пробирку с холодной водой или указанным растворителем в зависимости от вида исследуемого образца и степени обработки его проклеивающими или пропитывающими веществами.

Образцы наклеенной и слабоклееной бумаги и картона замочите в растворе едкого натра на 3-5 мин.

Образец бумаги, имеющей покровный слой, предварительно обработайте 5% раствором соды на холоду или прокипятите в течении 5 мин в 0,5% растворе соды.

Если предварительная обработка образца не проводится, то исследуемый образец бумаги или картона погрузите в пробирку с холодной водой и сильно встряхните. Полученную суспензию вылейте на сетку, помещенную на химическом стакане, несколько раз промойте дистиллированной водой и высушите.

Из полученной бумажной массы, с помощью препарировальной иглы отберите три образца средней плотности, и перенесите на предметное стекло. Затем, с помощью полосок фильтровальной бумаги уберите остатка влаги с предметного стекла.

Подсушенную волокнистую массу, тщательно раздергайте препарировальной иглой на отдельные волокна и нанесите каплю окрашивающего раствора на середину предметного стекла. После окрашивания волокон, остатки окрашивающего реактива уберите с помощью полосок фильтровальной бумаги и накройте покровным стеклом. Исследуйте композиционный состав образца под микроскопом. При этом необходимо определить виды волокон, входящих в состав исследуемого образца, а также их процентное соотношение.

Для определения композиции пользуются методом подсчета волокон, находящихся в образцах бумаги.

Для подсчета поступают следующим образом: условно за единицу длины волокна принимают видимый в микроскоп диаметр поля зрения, устанавливают препарат на любом месте, просчитывают количество приходящихся в данном поле зрения волокон, отдельно по каждому виду и записывают их число, затем берут следующий образец той же бумаги и снова просчитывают в другом поле зрения.

Для примера предположим, что в поле зрения в исследуемом образце обнаружены три вида волокон: хвойная целлюлоза, лиственная целлюлоза и древесная масса, количественное соотношение составляющих волокон следующее:

Поля зрения	*Целлюлоза хвойная*	*Целлюлоза лиственная*	*Древесная масса*
1-е поле зрения	4	3	2
2-е поле зрения	5	3	2
3-е поле зрения	4	1	2
Итого:	4,3	2,3	2

Определяем процентное соотношение в образце бумаги:

$$\text{Целлюлоза хвойная } \frac{4,3}{8,6} \cdot 100\% = 50\%$$

$$\text{Целлюлоза лиственная } \frac{2,3}{8,6} \cdot 100\% = 27\%$$

$$\text{Древесная масса } \frac{2}{8,6} \cdot 100\% = 23\%$$

3.16.4. Определение беленой и небеленой целлюлозы в исследуемых образцах бумаги и картона»

Ход анализа

Для выполнения данного опыта необходимо провести предварительную мацерацию исследуемых образцов бумаги или картона. Для этого исследуемые образцы внесите в пробирку и прокипятите в соляной кислоте в течении 10-15 мин. Затем, полученную массу вылейте на сетку, находящуюся на химическом стакане и несколько раз промойте дистиллированной водой.

Затем волокно исследуемого образца поместите в фарфоровую крышку от тигля и, прилив несколько капель 2% раствора малахитовой зелени, нагрейте над маленьким пламенем спиртовой горелки, при постоянном перемешивании, почти до полного испарения раствора малахитовой зелени.

Затем волокна несколько раз промойте дистиллированной водой на частой сетке до удаления краски. Осушенные волокна снова окрасьте на холоду 1% раствором фуксина в течении 1 мин. Краску смойте водой, подкисленной

раствором соляной кислоты до полного удаления следов краски. Окрашенные волокна перенесите на предметное стекло, распределите их в 1 капле воды и накрываем покровным стеклом, остатки жидкости, удалив фильтровальной бумагой. Полученный образец исследуйте под микроскопом.

Беленая целлюлоза – бесцветные волокна.
Небеленая целлюлоза – бурые волокна.
Полубеленая целлюлоза – розовые волокна.
Древесная масса – сине-зеленая

3.17. Определение качественных характеристик гофрокартона

В процессе эксплуатации и транспортировки упаковки из гофрокартона несут различные нагрузки. Как показывает практика, основными причинами, вызывающими разрушение картонной тары в процессе ее эксплуатации, являются сжимающие или растягивающие усилия. Чаще всего гофроящики испытывают сжимающие нагрузки вдоль плоскости листа гофрокартона, вызывающие следующие деформации:

- изгиб листа гофрокартона перпендикулярно приложенной силе давления;
- локальная изгибная деформация волоконной структуры с нарушением плоскости листа;
- деформации межволоконной сетки компонентов гофрокартона.

Деформация картона зависит от количественного значения следующих показателей:

- сопротивления торцевому сжатию;
- сопротивления расслаиванию;
- жесткости на изгиб;
- сопротивления разрыву.

Сопротивление торцевому сжатию является наиболее значимым свойством при сжимающих нагрузках, а также при определении марки гофрокартона.

Перечисленные свойства гофрокартона меняются под воздействием влаги. Если содержание влаги в материале увеличивается на 1 %, то значение данного показателя уменьшается на 8 %. Содержание влаги также оказывает отрицательное влияние на показатели жесткости на изгиб и сопротивление расслаиванию. Наименее чувствительным к влаге является сопротивление разрыву.

3.17.1 Определение сопротивления расслаиванию картона
(ГОСТ 13648.6-86)

Метод основан на определении направленного перпендикулярно плоскости образца усилия, требующегося для отрыва гофрированного слоя от приклеенного к нему плоского слоя.

Для испытания из листов гофрокартона вырезают 10 образцов прямоугольной формы для каждого места расслаивания – пару слоев, между которыми должно производиться расслаивание. Образец должен иметь ширину 50 мм, измеряемую с помощью штангенциркуля с погрешностью не более 1 мм, а по длине содержать восемь линий склейки в намеченном месте расслаивания. Линия отреза образца должна проходить по линиям склейки предыдущей и последующей восьми, намеченным для расслаивания (рис. 6).

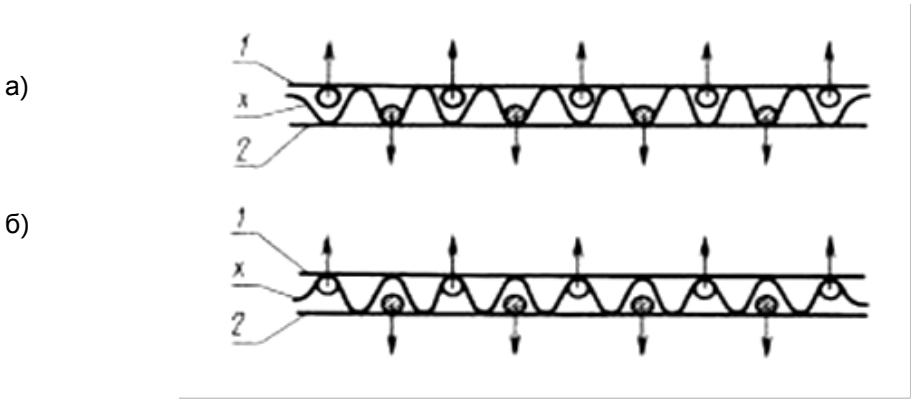

Рис. 6. Места расслоения гофрированного картона
при испытании: 1,2 – плоские слои, х – гофрированный слой,
а – расслоение слоев 1, б – расслоение слоев 2,
◍ - верхняя гребенка; ○ - нижняя гребенка.

Общую длину всех испытуемых линий склейки, определяемую умножением числа одновременно испытуемых линий склейки на ширину образца, выражают в метрах и округляют до 0,001 м.

Ход анализа

Для проведения испытания используют испытательную машину ИП 5158-0,5 с цифровой системой управления, представленной на рис. 7.

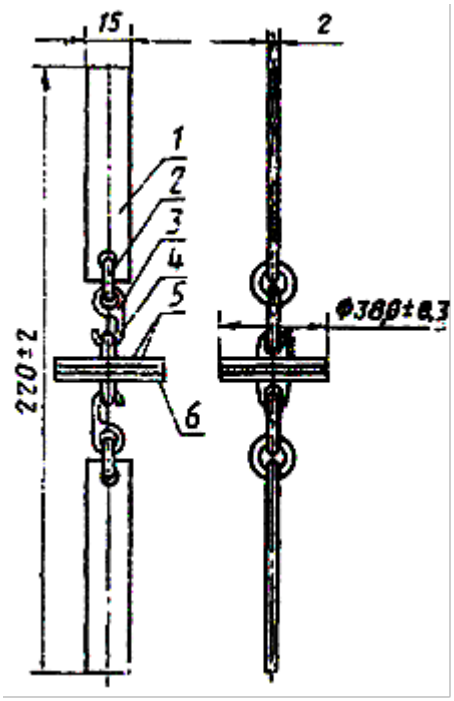

Рис. 7. Испытательная машина ИП 5158-0,5,
приспособления к разрывной машине:
1-хвостовик; 2-кольцо; 3-серьга; 4-ушко;
5-стальные пластинки; 6-образец.

Специальные приспособления к разрывной машине, состоят из двух круглых стальных пластинок диаметром (30,0±0,3) мм и толщиной (2 – 3) мм. Каждая пластинка в центре должна иметь ушко, позволяющая соединить пластинку посредством серьги и кольца с хвостовиком для закрепления в зажимах разрывной машины. Приспособление должно обеспечивать расслаивание картона по месту склейки гофрированного и плоского слоев под воздействием растягивающего усилия, передаваемого образцу через гребенки, вставленные в гофры, как указано на рис. 8.

Нижнюю и верхнюю гребенки приспособления вставляют в образец с противоположных сторон в гофры между разделяемыми плоским и гофрированным слоями (рис. 6, 8).

Приспособление с образцом в собранном виде помещают между плитами машины для испытания. Приведя в движение одну из плит, нагружают образец до момента прекращения роста нагрузки после расслаивания плоского и гофрированного слоев и снимают показания прибора.

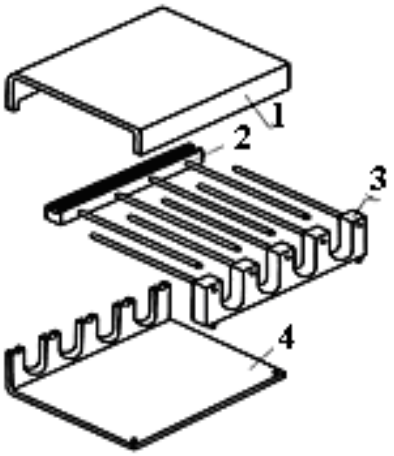

Рис. 8. Приспособление для расслаивания образцов гофрированного картона: 1 – крышка; 2 – верхняя гребенка; 3 – нижняя гребенка; 4 – кронштейн.

Если при испытании происходит отделение другого плоского слоя, то результат не учитывают и испытание повторяют на другом образце.

Сопротивление расслаиванию по площади в ньютонах вычисляют как среднее арифметическое десяти определений.

Предел прочности при расслаивании ($\sigma_р$) в килопаскалях вычисляют по формуле:

$$\sigma_р = C_п \cdot 10/S$$

где $C_п$ – сопротивление расслаиванию по площади, Н;

S – площадь испытуемого образца, равна 11,3 $см^2$.

3.17.2. Определение абсолютного сопротивления продавливанию

(ГОСТ 13525.8-86)

Суть метода заключается в измерении давления, при котором происходит разрушение образца при действии на поверхность плавно нарастающего гидравлического давления, действующего через резиновую диафрагму на поверхность одной стороны зажатого по кольцу образца.

Отбор проб

Производится лаборантом в количестве трёх листов с разных поддонов каждой партии гофрированного картона, пропуская сверху 10-15 листов. Листы маркируются и перемещаются в производственную лабораторию. Пробы кондиционируются в помещении производственной лаборатории в течение 15-20 мин.

Ход анализа

Из отобранных листов гофрокартона с помощью плоттера (или шаблона) вырезать по одному образцу прямоугольной формы шириной 200+-0,5 мм и

длиной 250+-0,5 мм. Образцы должны быть без складок, вмятин, морщин и других механических повреждений.

Включить прибор нажатием кнопки включения/выключения. На дисплее прибора выбрать тип испытания (RST) на сопротивление продавливанию.

Образец помещают на нижнее прижимное кольцо прибора так, чтобы перекрывалась вся поверхность кольца. Закрепляют образец в прижимном устройстве испытуемой стороной вниз и повышают гидравлическое давление до разрушения образца нажатием кнопки START в меню слева. За конечный принимать результаты трех параллельных измерений, который выводится нажатием кнопки STATS в меню слева.

3.17.3. Определение сопротивления торцовому сжатию вдоль гофров
(ГОСТ 20683-97)

Оборудование

Прибор для испытания на сжатие, состоящий ид двух сжимающих плит и устройства для измерения усилия.

Отбор проб

Отбор проб для испытания проводят по ГОСТ 8047.Кондиционироваиие образцов перед испытанием проводят по ГОСТ 13523. Из отобранных листов пробы нарезают десять образцов прямоугольной формы шириной (25,0±0,5) мм и длиной (100,0 ±0,5) мм. Отклонение от параллельности между длинными сторонами образца не должно превышать 0,1 мм. Образцы нарезают в направлении, перпендикулярном к действию нагрузки, указанному в НД на продукцию. Испытуемые образцы гофрированного картона нарезают таким образом, чтобы ширина образцов (25.0 ± 0,5) мм совпадала с направлением гофров. Торцы испытуемого образца, подвергаемые нагрузке, должны иметь чистый обрез, быть параллельными между собой и перпендикулярными к плоскости образца.

Ход анализа

Испытания проводят при разведенном положении прессовых плит прибора. Для определения сопротивления сжатию образец ставят длинной стороной на торец между поддерживающими брусками в середину нижней плиты прибора. Затем необходимо привести в движение одну из плит, нагружают образец и, когда усилие достигнет от 40 до 50 Н, убирают поддерживающие бруски, не выключая прибора.

Нагружение образца продолжают до его разрушения и фиксируют показания прибора. Допускается не убирать поддерживающие бруски с прессовой плиты при условии, если они находятся на ней в момент установки нулевой отметки.

Сопротивление картона торцевому сжатию *R*, кН/м, вычисляют по формуле:

$$R = 0{,}01 \times \overline{F},$$

где $\overline{F}$ - среднее арифметическое значение всех измерений разрушающего усилия, Н.

Результат испытания округляют до двух значащих цифр. Относительная погрешность результатов определения сопротивления торцевому сжатию не должна превышать ±5% с доверительной вероятностью *P*=0,95.

3.17.4. Определение массы одного квадратного метра гофрированного картона

(ГОСТ 13199-88)

Метод основан на взвешивании образцов волокнистых полуфабрикатов, бумаги и картона с последующим пересчетом на массу листа площадью 1 м^2. Образцы взвешивают на лабораторных весах общего назначения, квадрантных весах или специальных взвешивающих устройствах. Периодичность: каждая партия гофрированного картона, поступившая на территорию обособленного подразделения.

Ход анализа

Из отобранных листов гофрокартона с помощью плоттера (или шаблона) вырезать по одному образцу прямоугольной формы шириной 200 мм и длиной 250 мм. Образцы должны быть без складок, вмятин, морщин и других механических повреждений. Нанести маркировку на образец согласно отобранным. Взвесить каждый образец отдельно, зафиксировать результаты.

Массу продукции (волокнистых полуфабрикатов, бумаги и картона) площадью 1 м^2 (*m*) в граммах вычисляют для каждого взвешенного образца по формуле:

$$m = \frac{M}{S} \times 10000,$$

где *M*- масса образца, г;

S - площадь образца, см^2.

3.17.5. Йодное тестирование клеевых линий гофрированного картона

Йодное проявление клеевых линий представляет собой простую процедуру тестирования, которая помогает обнаружить ошибки оператора, найти повреждения узлов гофроагрегата, оптимизировать нанесение крахмального клея в процессе производства.

Материалы и оборудование: гофрированный картон различного профиля канцелярский нож ,7 % раствор йода.

Ход анализа

Образцы гофрокартона длиной 100 мм и шириной 20 мм замачивают в корытце с водой до тех пор пока они не размокнут настолько, что можно легко

разделить лайнер и гофробумагу.

Полученные образцы высушиваются, и на сухие разделенные части гофрокартона разбрызгивается йодный раствор. Когда цвет полностью проявится, образцы высушиваются, и проводится сравнительная оценка качества клеевых линий. Нормальные клеевые линии – это ровные линии шириной 1,5- 2,5 мм. Если ширина более чем 2,5 мм, значит быстро нанесено слишком много адгезива. Ширина меньшая чем 1,5 мм, предполагает недостаточное нанесение адгезива.

3.18. Определение реологических свойств покровной суспензии, используемых в производстве мелованного картона

Определение вязкости покровной суспензии

В вискозиметр, представляющий собой воронку объемом 100 $см^3$, в верхней части которой имеется кольцевой желоб для слива избытка испытуемой жидкости, заливается приготовленная суспензия. Предварительно отверстие сопла воронки диаметром 4 мм закрывается стержнем. Уровень суспензии в воронке должен соответствовать горизонтальной плоскости стенок воронки. Это достигается разравниванием и удалением избытка суспензии в желоб с помощью стеклянной палочки. Затем вынимают стержень и одновременно пускают в ход секундомер. Суспензия выливается в мерный цилиндр на 100 $см^3$. Когда уровень суспензии достигает метки 100 $см^3$, секундомер останавливают. Результат выражается в секундах средним арифметическим числом из трех определений.

Определение концентрации покровной суспензии

В предварительно взвешенный бюкс наливают на 1/3 его объема суспензию и взвешивают. Бюкс с суспензией высушивают в термостате до постоянного веса. Результат испытаний выражают в процентах средним арифметическим числом из двух определений. Концентрацию суспензий подсчитывают по формуле (%):

$$C = M_3 – M_1 / M_2 – M_1 ,$$

где M_1 – масса бюкса, г;

M_2 – масса бюкса с налитой суспензией, г;

M_3 – масса бюкса с абсолютно сухим остатком, г.

Определение плотности покровной суспензии

Определение плотности при точных лабораторных анализах производят с помощью пикнометра, при менее точных – ареометра. Суспензию наливают в

цилиндр объемом 250 $см^3$, доводя температуру исследуемой суспензии до требуемой (обозначенной на ареометре), осторожно погружают ареометр в суспензию, держа его за верхний конец трубки. Ареометр должен свободно плавать в цилиндре, не касаясь его стенок. Деление, до которого погружается ареометр в суспензию, указывает на его плотность и выражается в $г/см^3$.

3.19. Определение сорбционных свойств мелованной бумаги

Ход анализа

Метод основан на определении прироста массы образца после соприкосновения его поверхности с водой в определенных условиях в течении определенного времени на приборе, который состоит из плоскоцилиндрического сосуда с внутренним диаметром 112,8мм. Испытание производят следующим образом.

Из каждого листа пробы с помощью шаблона вырезают два образца бумаги размером 120х130 мм для испытания сеточной и верхней стороны. В цилиндр наливают 100 мл воды, температура которой должна быть 20 ± 1^0С. По мере израсходования необходимо доливать недостающее количество воды. Образец взвешивают на квадратных весах и накладывают на край цилиндра испытуемой стороной вниз, затем крышку опускают, прижимают рычагом и защелкивают фиксатором. Цилиндр переворачивают на 180^0 С и одновременно включают секундомер.

В перевернутом состоянии цилиндр должен оставаться 45 с. Время контакта с бумаги с водой в зависимости от виды испытуемой бумаги может составлять: 20, 45, 105, 285 с. По окончании испытания цилиндр возвращают в исходное положение, открывают крышку и выдвигают подставку. На нее кладут три листа фильтровальной бумаги форматом 150х150мм, на них кладут испытуемый образец и сверху покрывают еще одним листом фильтровальной бумаги. Затем быстро прокатывают подставку под отжимным валиком. Время с момента возвращения цилиндра в исходное положение до начала отжима образца не должно превышать 10-15с. После отжима образец немедленно взвешивают на квадратных весах. Испытанию подвергают пять образцов с лицевой стороны и пять образцов с сеточной стороны. Крышка цилиндра и его края при закладке образца должны быть сухими. Образцы, в которых при испытании вода в каком-нибудь месте прошла на другую сторону, необходимо заменить и испытание повторить.

Впитываемость в г на $1м^2$ подсчитывается отдельно для каждой стороны листа по формуле:

$$G = 100 (\delta - a),$$

где δ - масса образца после испытания, г;

а – масса воздушно-сухого образца, г.

За результат принимается среднее арифметическое значение пяти определений, округленное до 0,1г.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение сорбционным свойствам бумаги и картона.
2. Обоснуйте влияние сорбционных свойств бумаги и картона на конечные свойства упаковочной продукции.
3. Перечислите факторы, влияющие на формирование сорбционных свойств бумаги и картона
4. Показатели, характеризующие сорбционные свойства бумаги и картона.
5. Показатель впитывающей способности бумаги и картона и его влияние на сорбционные свойства целлюлозы-основы.
6. Показатель пористости бумаги и картона и его влияние на сорбционные свойства целлюлозы-основы.
7. Гидрофобизирующие проклеивающие вещества: классификация, свойства, основные области применения.
8. Связующие вещества: классификация, свойства, основные области применения.
9. Взаимосвязь между показателями структуры целлюлозы-основы и сорбционными свойствами бумаги и картона.
10. Физико-механические показатели качества целлюлозной основы.
11. Химические показатели качества целлюлозной основы.
12. Сорбционные свойства целлюлозной основы.
13. Показатели качества гофрокартона.
14. Реалогические свойства покровных составов, используемых в производстве мелованной бумаги и картона.
15. Сорбционные свойства мелованной бумаги и картона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.Аким Э.Л. «Синтетические полимеры в бумажной промышленности» Санкт.-Петербург: 2000г.с. 20-25;

2. Вайсман, Л.М. Структура бумаги и методы ее контроля / Л.М. Вайсман. — М.: Лесная промышленность, 1973. — 152 с.

3. Ермаков С.Г., Хакимов Р.Х. Технология бумаги. – Пермь: Пермский гос. Тех. Университет, 2002.

4. Иванов, С.Н. Технология бумаги [Текст] / С.Н. Иванов. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 700 с.

5. Материалы, используемые в производстве упаковки на основе бумаги: учебное пособие / Медяник Н.Л., Агеев А.Я., Мишурина О.А., Родионова Н.И. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. – 94 с.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. Упаковка на основе бумаги / Марк Дж. Кирван (ред.). – Пер. с англ. В Ашкинази; научн. ред. Э.Л. Аким, Л.Г. Махотина. – СПб.: Профессия, 2008. – 488 с., ил., табл.

10. Пузырев С.А., Т.С.Бурова, С.П.Кречетова, П.Т.Рыжов «Технология обработки и переработки бумаги и картона».М: 1986г. с.7-28.

11. Флят Д.М. «Бумагообразующие свойства волокнистых материалов». М: 1984г. с.7-43.

Учебное текстовое электронное издание

Мишурина Ольга Алексеевна
Муллина Эльвира Ринатовна

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Учебное пособие

0,75 Мб
1 электрон. опт. диск

г. Магнитогорск, 2018 год
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
Адрес: 455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск,
пр. Ленина 38

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»
Кафедра химии
Центр электронных образовательных ресурсов и
дистанционных образовательных технологий
e-mail: ceor_dot@mail.ru