Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Омский государственный технический университет»

**Л. Г. Варепо**

**ПОЛИГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**БУМАГА**

Учебное пособие

*Рекомендовано Государственным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский государственный университет печати» в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 261202 «Технология полиграфического производства*»

Омск

Издательство ОмГТУ

2010

УДК 655.531:676.22(075)

ББК 35.779я73

В18

Рецензенты:

*В.А. Наумов*, д-р техн. наук, проф., зав. каф. химии, г. Москва

*А.В. Белан*, канд. техн. наук, доц., директор ЗАО «Полиграф», г. Омск

Варепо, Л.Г.

В 18 **Полиграфические материалы. Бумага** : учеб. пособие / Л. Г. Варепо. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010. – 132 с.

ISBN 978-5-8149-0819-3

Рассматриваются вопросы классификации бумаги, ее виды и свойства, характеристика полуфабрикатов, технологические особенности производства бумаги.

Предназначено для студентов специальности 261202 «Технология полиграфического производства», а также для студентов специальности 230204 «Информационные технологии в медиаиндустрии» при изучении курса «Материалы для печатных и информационных систем».

*Печатается по решению редакционно-издательского совета*

*Омского государственного технического университета*.

**УДК 655.531:676.22(075)**

**ББК 35.779я73**

**ISBN** **978-5-8149-0819-3** © ГОУ ВПО «Омский государственный

технический университет», 2010

**ПРЕДИСЛОВИЕ**

Преобразования на экономическом рынке, происходящие в настоящее время, оказывают существенное влияние на изменение структуры полиграфической отрасли и информационного пространства. Благодаря развитию компьютерных технологий, разнообразного программного обеспечения издательских и полиграфических процессов, развитию автоматизации производства перед современной полиграфической отраслью открылись новые перспективы. Наряду с изданием различной многокрасочной листовой рекламно-ком­мер­ческой продукции, массовых иллюстрированных журналов, газет, этикеточной и упаковочной продукции, элитной продукции потребительского назначения и прочих видов печатной продукции, появились совершенно новые типы изданий – мультимедийные издания, электронные книги и другие носители информации. Достичь высокого качества выпускаемой продукции, удовлетворяющей требованиям современного потребителя, позволяют современные технические средства, новые технологии и материалы.

Производство бумаги и ее ассортимент, как одного из основных носителей печатной информации, не только не сокращается, а наоборот увеличивается. Данное учебное пособие знакомит с новым ассортиментом материалов для печатных и информационных систем, особенностями их производства и применения.

В первой главе представлены общие сведения о бумаге, требования к бумаге для печати, классификация бумаг.

Во второй главе рассматривается характеристика основных компонентов для производства различных видов бумаг, технологические особенности ее производства, свойства.

В третьей главе представлены сведения как об основных видах бумаги, так и новых, в частности магнитных, синтетических, электронных, что представляет значительный практический интерес.

**Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БУМАГЕ**

*Бумага* – это многокомпонентная система, состоящая из специально обработанных растительных волокон, тесно переплетенных между собой и связанных химическими силами сцепления различного вида.

*Бумага* – это пористое капиллярное тело, состоящее из природных (растительных), а в некоторых случаях, – синтетических волокон, доступное для проникновения воздуха, влаги и полиграфических красок. Помимо волокнистых компонентов, формирующих структуру бумаги и ее основные свойства, в состав бумаги могут вводиться проклеивающие вещества, минеральные наполнители, краситель и другие специальные добавки. Бумага представляет собой тонкий листовой материал.

Согласно стандарту ISO/CD4046–4, «бумага» – общий термин для материалов в виде сплошного листа или полотна, получаемых осаждением волокон или их смесей из жидких суспензий на соответствующих формующих устройствах с добавлением или без добавления других веществ. На эти материалы можно наносить покрытия, их можно пропитывать в процессе изготовления или по окончании его, при этом материалы не теряют своей тождественности бумаги.

*Картон* – листовой или рулонный материал, характеризующийся относительно высокой жесткостью, получаемый подобно бумаге из волокнистой массы и отличающийся от нее большей толщиной и массой квадратного метра. Условно считается, что картоном является материал, имеющий массу 1м2 более 225 г.

В настоящее время крайне востребованными являются высококачественные виды бумаги и картона (мелованные, этикеточные, офсетные, декоративные, санитарно-гигиеническая продукция и др.). В процентном отношении их доля выглядит следующим образом (за основу взяты усредненные показатели): газетная бумага – 70 %, офсетная – 20 %, текстурная – 5 %, мелованная –   
3 %, писчая и тетрадная – 1,5 %, типографская – 0,5 %.

## Выпуск целлюлозно-бумажной продукции в России постоянно развивается. Первое место по выработке бумаги принадлежит Северному экономическому району, в котором особенно выделяется Карелия (Кондопожский и Сержский ЦБК). В Архангельской области размещается Соломбальский ЦБК. Крупные ЦБК расположены в Котласе, Новодвинске, Сыктывкаре.

В Уральском экономическом районе производство почти целиком сконцентрировано в Пермской области: Краснокамске, Соликамске, Перми и др.   
В Свердловской области ЦБК расположены в Туринске и Новой Ляле.

На территории Волго-Вятского района наиболее крупные предприятия действуют в Нижегородской области (Правдинский, Балахнинский ЦБК), в республике Марий Эл (Марийский ЦБК в г. Волжске).

*Газетная бумага* составляет основную часть всего объема печатной бумаги, производимой в России. Ее выпускают как для внутренних потребностей полиграфической отрасли, так и для экспорта за рубеж (причем большую часть производимой у нас в стране газетной бумаги). Газетную бумагу производят около 10 предприятий, как основные можно выделить среди них следующие: открытые акционерные общества «Волга», «Кондопога», «Соликамскбум­пром», «Кама» (рис. 1.1).

Рис. 1.1. Гистограмма процентного соотношения фирм-производителей   
газетной бумаги

В отличие от газетной, основное количество *офсетной бумаги* российских ЦБП реализуется на внутреннем рынке. Офсетную бумагу производят Краснокамская фабрика «Гознака», Сыктывкарский ЛПК, АО «Светогорск» и др. (рис. 1.2).

Рис. 1.2. Гистограмма процентного соотношения фирм-производителей   
офсетной бумаги

*Мелованная бумага*. Производство высококачественной мелованной бумаги в России развивается очень скромными темпами, в то время как поставка импортных видов мелованной бумаги растет и ширится.

На Санкт-­Петербургской бумажной фабрике Гознака производится два вида мелованной бумаги. Первый – бумага для односторонней печати с двухслойным мелованным покрытием со стороны, предназначенной для многокрасочной печати. Сторона, не предназначенная для многокрасочной печати, имеет однослойное мелованное по­крытие, отличающееся меньшей гладкостью и белизной по сравнению с лицевой стороной. Второй вид бумаги,  выпускаемой на фабрике – бумага для двухсторонней печати, имеющая однослойное или двухслойное мелованное покрытие с каждой стороны.

Мелованную бумагу выпускает и ОАО «Фабрика технических бумаг “Октябрь”». В качестве основы для нанесения покрытия используется продукция Сыктывкарского ЛПК, что значительно улучшает качество этой бумаги. Бумага производится двустороннего мелования с показателем белизны 94…96 % и массой 115 г/м2 . На фабрике «Октябрь» изготавливается также бумага одностороннего литого мелования массой от 160 до 300 г/м2.

*Этикеточная и упаковочная бумага.* В настоящее время производство этикеточной бумаги у нас в стране невелико. Производителями являются Архангельский ЦБК, Выборгская бумажная фабрика, фабрика «Коммунар», Краснокам­ская и Санкт-­Петербургская фабрики Гознака, а также Серпуховская и Троицкая бумажные фабрики. На этих фабриках в основном производится невлагостойкая бумага, предназначенная для упаковки сухих продуктов: консервов, шоколада, мягких сигаретных пачек.

На фабрике Гознака выпускается каландрированная этикеточная бумага для многокрасочной печати офсетным способом, подходящая для по­следующей отделки (бронзированию, лакированию, фигурной высечке). Бумага изготавливается из 100 % беленой целлюлозы.

Троицкая бумажная фабрика специализируется на производстве бумаги для пищевой промышленности. Здесь выпускается растительный пергамент массой от 40 до 65 г/м2 для упаковки жиро-­ и влагосодержащих продуктов (масло, маргарин, творожные изделия).

*Дизайнерская бумага.* В настоящее время представлено большое разнообразие видов дизайнерской бумаги. Однако подавляющее большинство их импортируется из­-за рубежа. Тисненые бумаги СПБФ Гознака (г. Санкт-Петер­бург) – это чистоцеллюлозные виды бумаги массой до 280 г/м2 с несколькими вариантами тиснения: «холст», «лен», «кожа», «дерево» и «яичная скорлупа». Нейтральные пастельные тона делают их универсальным решением для создания продукции самого разного рода – представительской продукции, календарей, рекламных материалов и даже элитной упаковки. Бумаги подходят для офсетной и трафаретной печати, бескрасочного тиснения и тиснения фольгой, хорошо поддаются различным видам послепечатной обработки: резке, фальцовке. Тисненые бумаги отличаются высокими показателями жесткости, пухлости и стой­кости к физическим воздействиям. К дизайнерским бумагам отечественного производства следует отнести бумаги ручной выделки с различной фактурой.

Бумагу выпускают различными форматами. Существует три форматных ряда А, В, С. Назначение и стандартные метрические форматы бумаги приведены в приложении А.

* 1. **Общие требования к бумаге для печати**

Каждый способ печати предъявляет опре­деленные требования к используемым крас­кам и запечатываемому материалу. Однако есть ряд требований, общих для всех видов печатных бумаг. Бумага, применяемая в полиграфии, должна отвечать следующим требованиям:

1. иметь однородную равномерную структуру, хорошо воспринимать печатную краску;
2. быть достаточно белой, светостойкой и непрозрачной, иметь однородный цвет;
3. иметь достаточную механическую прочность;
4. быть химически инертной;
5. иметь чистую поверхность с минимальной сорностью, без складок, морщин и механических повреждений;
6. не иметь статического электричества.

Все требования к бумаге можно разделить на две группы:

первая группа – обеспечение стабильности печати;

вторая – обеспечение требований оптических параметров оттиска.

Неоднородность бумаги по толщине, впитывающей способности по отношению к краске, гладкости, стойкости поверхности к выщипыванию от партии к партии и от лис­та к листу является причиной многих про­изводственных трудностей и неполадок, в том числе вызывает необходимость остановки машины для регулирования краски или ре­жима работы. Оптическая однородность бу­маги является необходимым условием обес­печения потребительской пригодности печат­ной продукции.

В печатных процессах от свойств бумаги зависит качество выполнения таких техно­логических операций, как переход печатной краски (или тонера в электрофотографии и других бесконтактных способах печати) с печатной формы на бумагу; высыхание пе­чатных оттисков; транспортирование бума­ги через печатную машину (ввод и прохож­дение); послепечатные (отделочные) опера­ции. Очевидно, что переход печатной краски и ее высыхание (при прочих равных услови­ях – режима работы печатной машины, свойств печатной краски и пр.) зависят от сорбционной способности бумаги по отношению к ком­понентам краски. Прохождение бумаги через машину опре­деляет принципиальную возможность выпол­нения процесса печати в целом и получения оттисков необходимого качества. Наиболее распространенный де­фект, возникающий при прохождении бума­ги через печатную машину, – возникновение морщин. В наименьшей степени подвержена об­разованию морщин жесткая бумага с низкой растяжимостью.

Предъявляемые требования к бумаге, пред­назначенной для разных способов печати с использованием печатной формы, в Россий­ской Федерации регламентируются следую­щими стандартами:

ГОСТ 9094-89 «Бумага для печати офсет­ная»;

ГОСТ 9095-89 «Бумага для печати типо­графская»;

ГОСТ 21444-75 «Бумага мелованная»;

ГОСТ 1339-79 «Бумага картографиче­ская»;

ГОСТ 9168-80 «Бумага для глубокой пе­чати»;

ГОСТ 6742-79 «Бумага форзацная»;

ГОСТ 20283-89 «Бумага обложечная»;

ГОСТ 25089-81 «Бумага типографская для многотомных изданий»;

ГОСТ 6445-74 «Бумага газетная».

**1.2. Классификация бумаги и картона**

* + 1. **Классификация видов печатной бумаги**

В традиционной классификации бумага для печати разделяется на несколько видов в зависимости от способа печати, для которого она предназначена: для высокой печати; для офсетной печати; для глубокой печати; для печати без применения печатной формы: электрофотографическим, электростатическим, струйным, термографическим и другими способами.

Печатные виды бумаги

Книжно-журнальная

бумага

Газетная бумага

Специальные виды бумаги

Для электрофотографии (ксерографии), струйной печати, электрографии (электростатика),

термографии, фотографии

Документная, банкнотная, картографическая,   
для словарей

(«библьдрук»), офисная, самокопировальная, самоклеящаяся, оформительская (обложечная, форзацная),   
с водяными знаками

Бумага для печати   
без печатной формы

**1.2.2. Классификация видов печатной бумаги   
в зависимости от технологических факторов ее производства**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Технологический фактор | Подвид бумаги | Особенности свойств,  технологии, назначение |
| 1 | 2 | 3 |
| Состав по волокну | чистоцеллюлозная | содержит 100 % древесной целлюлозы; допускается введение в композицию не более 20 % беленой древесной массы. |
| с содержанием  древесной массы | высокое содержание древесной массы до 100 % (газетная и книж­но-журнальная); до 50…70 % (книжная  и книжно-журналь­ная). |
| бумага  с содержанием  макулатуры | содержит макулатуру, в том числе  100 % вторичных волокон. Бумага газетная, книжно-жур­нальная, офис­ная, включая бумагу для ксерокопирования, полиграфический картон. |
| с использованием  недревесного  сырья | содержит волокна хлопка, льна, кукурузы, соломы, тростника и др. Специальные, защищенные от подделки бумаги (банкнотная, для удостоверений личности, для ценных бумаг, акцизных марок и пр.), оформительская, декоративная (для буклетов, альбомов, открыток, постеров и пр.) |
| Вид сетки, применяемой для отлива  бумаги, вид прессовых сукон, эгутер | с ровной  поверхностью | отлив бумажного полотна производится на гладкой сетке; используются прессовые сукна с ровной поверхностью. |
| с водяными  знаками | отлив бумажного полотна производится на сетке со штампованным или филигранным водяным знаком и рельефным эгутером. |
| с рельефной  поверхностью | отлив бумаги производится на сетке  с рельефным эгутером, возможно  использование прессованных сукон  с рельефной поверхностью. |

Продолжение табл.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Поверхностная  обработка | с поверхностной  проклейкой | масса наносимого на сторо­ну покрытия  0,5…4,0 г/м2. |
| пигментированная | масса наносимого на сторону покрытия  1,0…7,0 г/м2. |
| мелованная | легкое мелование (полупокрытие), масса покрытия 10…15 г/м2; полное покрытие: двукратное – масса покрытия 20…30 г/м2, трехкратное – масса покрытия свыше 50 г/м2; литое мелование – масса покрытия свыше 30 г/м2. |
| Поверхностная отделка | каландрированная | имеет матовую поверхность. |
| суперкаландрированная | имеет сомкнутую поверхность  с лоском. |
| с тиснением | имеет поверхность с выпукло-вогну-тым рисунком. |
| Окрашивание,  придание оптических эффектов | окрашенная  в массе | равномерное окрашивание (интенсивное и пастельное). Создание эффекта «мраморности», введение окрашенных элементов для получения оптических эффектов. |
| окрашенная  с поверхности | равномерное окрашивание (интенсивное и пастельное). Неравномерное окрашивание, одностороннее окрашивание. Придание бумаге специальных оптических эффектов, например нанесение цветных полос, красителей, невидимых при обычном освещении, но видимых при определенных длинах волн. |

**1.2.3. Европейская классификация видов печатной бумаги   
в зависимости от особенностей ее технологии**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Обозначение подвида бумаги | Состав по волокну | Вид отделки и обработка  поверхности |
| MWC (Medium Weight Coated) | с содержанием  древесной массы | суперкаландрированная (лощеная) или матовая с двойным покрытием (полное мелование). |
| LWC (Light Weight Coated) | с содержанием  древесной массы | суперкаландрированная или матовая  с одинарным покрытием. |
| MFC (Matt Free Coated) | с содержанием  древесной массы | матовая с одинарным покрытием. |
| SC (Super  Calendared) | с содержанием  древесной массы | суперкаландрированная без покрытия. |
| MF (Matt Free) | с содержанием  древесной массы | матовая без покрытия. |
| WF/HWC (Wood Free/Heavy Weight Coated) | чистоцеллюлозные  (Wood Free) | Суперкаландрированная или матовая  с тройным покрытием (полное  покрытие). |
| WF/MWC (Middle Weight Coated) | чистоцеллюлозные | суперкаландрированная или матовая  с двойным покрытием (полное  покрытие). |
| WF/LoWC (Light Weight Coated) | чистоцеллюлозные | суперкаландрированная или матовая  с одинарным покрытием. |
| WF/MF (Matt Free Coated) | чистоцеллюлозные | матовая без покрытия. |

**1.2.4. Стандартная классификация бумаги (ГОСТ 17586–80)**

В соответствии с «Общероссийским клас­сификатором продукции   
ОК 005-93» под­класс бумаги в зависимости от ее назначе­ния разделяется на девять групп (которые в свою очередь подразделяются на подгруппы).

*– Бумага для печати*: газетная, типографс­кая, офсетная, для глубокой печати, мелованная, картографическая, документная, обложечная, афишная, билетная, этикеточная, для обоев, для игральных карт.

*– Бумага для письма, черчения и рисования*: акварельная, бристольская, бумажная натуральная калька, ватман, верже, для картотек, для почтовых документов, копировальная, машинописная, писчая для письма чернилами, почтовая, прозрачная чертежная, пропитанная прозрачная чертежная, рисовальная, тетрадная, цветная писчая, чертежная.

*– Декоративная бумага*: аэрографная, бархатная, крепированная декоративная, перламутровая, цветная глянцевая, шагреневая, для оклейки переплетов беловых изделий.

*– Электротехническая бумага*: изоляционная, электроизоляционная (пропиточная, намоточная, асбестовая, бакелитизированная), кабельная (крепированная, водонепроницаемая, полупроводящая), телефонная, конденсаторная (для электролитических конденсаторов), для элект­роизоляционных трубок, для оклейки электротехнической стали, электропроводящая, крепированная электротехническая, сепараторная.

*– Оберточная и упаковочная бумага*: антикоррозионная, графитная, бандерольная, для упаковки продуктов на автоматах (чая, сахара, фруктов, стеклянной тары, мануфактуры), мешочная, крепированная упаковочная, парафинированная, для упаковки папирос и сигарет, прокладочная (для линолеума, для резиновой обуви), светонепроницаемая для кинофотоматериалов, жиронепроницаемая, биостойкая, битумированная, двухслойная упаковочная, обер­точная, растительный пергамент, пергамин, подпергамент.

*– Светочувствительная и переводная бума­га*: диазотипная позитивная светочувствительная, светочувствительная диазотропная калька, белая переводная, автографская, гумированная для переводных изображений.

*– Бумага для изготовления папирос и сигарет*: курительная, мундштучная, фильтрующая мундштучная, папиросная, сигаретная.

*– Впитывающая бумага*: для хроматографии и электрофореза, ионообменная для хроматографии и электрофореза, для капельно­го анализа, промокательная, фильтровальная, быстрофильтрующая, среднефильтрующая, медленнофильтрующая, лабораторная фильтровальная, для фильтрации растворов ацетилцеллюлозы, для фильтрации смазочно-охлаждающих жидкостей.

*– Промышленно-техническая бумага разного назначения*: для окиснортутных элементов, для химических источников тока, каландровая, для патронирования, шпульная, шпагатная, для гоф­рирования, для копирования, биоцидная, бактерицидная, инсектицидная, фунгицидная, для мульчирования, трафаретная, абажурная, для фотоальбомов, для изделий бытового и санитарно-гигиенического назначения (гигиеническая, крепированная медицинская).

**1.2.5. Стандартная классификация картона (ГОСТ 17926-80)**

*Тарный картон:* гофрированный, для плос­ких слоев гофрирования, коробочный, термосвариваемый.

*Картон для полиграфического производ­ства:* переплетный, цветной склеенный, для стереотипных матриц, билетный.

*Фильтровальный картон:* для фильтра­ции нефтепродуктов и технических масел, для фильтрования дизельного топлива, для филь­трования вин, для фильтрования пива, для фильтрования воздуха, противопыльный.

*Картон для легкой промышленности:* обувной, стелечный, для задников, для платформ, простилочный, чемоданный, околышный.

*Технический картон:* водонепроницаемый, обивочный водостойкий, для радиотехничес­кой промышленности, прокладочный, термо­изоляционный прокладочный, шпульный, жаккардовый, заменитель фибры, электроизо­ляционный, электроизоляционный для рабо­ты в масляной среде, электроизоляционный для работы в воздушной среде, оксидный элек­троизоляционный, огнестойкий, прессшпан, циферблатный.

*Строительный картон:* кровельный, об­лицовочный.

*Картоны прочие* (чертежный, глянцевый, офсетный и др.).

Российский ГОСТна коробочный картон также разделяет картон в зависимости от структуры, регламентируя такие марки, как:

М – картон мелованный по верхнему слою из беленой целлюлозы;

МНО – картон мелованный по небеленой основе;

НМ – картон немелованный с покровным слоем из беленой целлюлозы;

А – картон с верхним слоем из беленой целлюлозы;

Б – картон с верхним слоем из небеленой целлюлозы;

В – картон с ненормируемым составом по волокну;

Г – картон из полуфабрикатов и прочих полуфабрикатов.

Мелованный картон имеет высокую гладкость поверхности, поэтому он используется для создания упаковки с хорошим качеством печати.

На практике при работе с упаковочным картоном чаще всего приходится ориентироваться на маркировки, заявленные производителями картона. Европейские производители чаще всего пользуются классификацией картона по способу производства (составу картона). В Европе различные сорта картона маркируют заглавными буквами и цифрами: первые буквы обозначают группу отделки поверхности, вторые буквы – состав слоев, цифры показывают группу качества.

Обозначения групп отделки поверхности картона:

GG – литого мелования;

G – мелованный;

U – немелованный.

Обозначения состава слоев картона:

Z – целлюлозный; Т – триплекс-картон;

C – хром- и хром-эрзац; D – дуплекс-картон.

В зависимости от структуры внутреннего слоя упаковочный картон можно разделить на три группы: чистоцеллюлозный картон; картон из первичных волокон; картон из вторсырья – макулатурный.

Однако такое разделение будет условным, т.к. часто в качестве внутреннего слоя может использоваться смесь целлюлозы, древесной и макулатурной массы в разных пропорциях.

**1.3. Свойства бумаги**

Бумага, как и всякое физическое тело, характеризуется комплексом *физических свойств***.** К ним относятся показатели структуры, молекулярно-физические, механические, оптические и другие свойства. Все это определяет реакцию бумаги на различные воздействия на нее. Знание структуры и физических свойств бумаги позволит прогнозировать ее поведение в производстве полиграфической продукции.

Термин *«печатные свойства»* бумаги – часть общего понятия «печатно-технологические свойства». Он применяется для характеристики свойств бумаги, от которых зависит результат непосредственного процесса печатания, т.е. от взаимодействия бумаги, краски и печатающих элементов формы.

Печатно-технологические свойства включают в себя комплекс свойств бумаги, от которых в наибольшей степени зависит результат процесса выпуска печатного издания. Бумага участвует в различных технологических операциях производства печатного издания, результат которых определяется механическими, упругопластическими, оптическими, электрическими и гигроскопическими свойствами бумаги.

*Потребительские свойства* – это комплекс важных для потребителя характеристик бумаги, которые помимо визуальных параметров полиграфического издания определяются печатными свойствами бумаги, формируют стабильность размеров и формы изделия, устойчивость к загрязнению, износоустойчивость, светостойкость и многое другое.

Общепринятым является подразделение свойств бумаги на следующие группы:

1. структурно-размерные свойства – формат, толщина, плотность, гладкость, разносторонность и другие – зависят от состава по волокну, степени помола, условий изготовления на машине; структура бумаги влияет на ее прочность, пористость, анизотропию свойств и другие показатели;
2. композиционные свойства – состав по волокну, наличие наполнителей и других компонентов; изменение композиции бумаги позволяет в широких пределах варьировать ее свойства;
3. механические и упругопластические свойства – сопротивление разрыву, излому, расслаиванию, истиранию, влагопрочность и жесткость;
4. оптические свойства – цвет, белизна, лоск, оттенок, светопроницаемость, непрозрачность и др.;
5. сорбционные свойства – степень проклейки, впитывающая способность, гигроскопичность, влажность и др.;
6. химические свойства – наличие остатков кислот или щелочей, минеральных вкраплений, различных катионов и анионов;
7. электрические свойства – электрическое сопротивление, диэлектрическая проницаемость, электрическая прочность и др.;
8. печатные свойства – структура поверхности, мягкость, взаимодействие с печатными красками;
9. специальные свойства – барьерные, жиро-, паро-, газо- и водопроницаемость, влагопрочность, термостойкость и долговечность.

Перечисленные свойства бумаги в значительной степени зависят от свойств исходных волокнистых полуфабрикатов и их анатомического строения, степени и характера помола, наличия наполнителей, проклеивающих веществ и других добавок, а также от условий изго­товления ее на бумагоделательной машине и ряда других фак­торов.

Все эти показатели имеют тесную зависимость друг от друга. Степень их влияния на оценку печатных свойств бумаги различна для различных способов печати.

**Структурно-размерные свойства**. *Гладкость* бумаги – свойство, которое влияет на цвет и глянец краски. Гладкость бумаги, т.е. микрорельеф 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 меньше давление нужно приложить при печатании, тем выше качество изображения. Гладкость бумаги определяется в секундах с помощью пневматических приборов.

Шероховатость является обратной величиной гладкости. Она изме­ряется в микрометрах и напрямую характеризует микрорельеф поверхности бумаги. Как правило, в технических спецификациях бумаги указывают одну из двух этих величин. Трехмерное изображение микрорельефа поверхности некоторых бумаг приведено в приложении Б.

Следует отметить, что понятие однородности для печатной бумаги включает целый комплекс характеристик, отражающих разные аспекты ее качества, в том числе: однородность поверхности, однородность по массе 1 м2, однородность просвета и др.*Просвет бумаги* характеризует степень однородности ее структуры, т.е. степень равномерности распределения в ней волокон.   
O просвете судят по наблюдению бумаги в проходя­щем свете. При этом бумага просвечивает, и можно наблюдать, насколько она оптически однородна, наличие в ней светлых и темных мест свидетельст­вует о неравномерном расположении в бумаге волокон и неравномерной ее толщине. Бумага c сильнооблачным просветом крайне неоднородна. Ее тонкие места являются менее прочными, они оказывают меньшее сопротивление прохождению воды, чернил, типографской краски. Вследствие этого и печать на такой бумаге, в особенности иллюстрационная, оказы­вается низкого качества из-за неравномерного восприятия бума­гой типографской краски.

Существенно улучшает гладкость поверхности нанесение любого покровного слоя – будь то поверхностная проклейка, пигментирование, легкое или простое мелование, которое в свою очередь может быть различным: односторонним и двухсторонним, однократным и многократным и т.д.

*Пористость* непосредственно влияет на впитывающую способность, т.е. способность воспринимать печатную краску, и вполне может служить характеристикой структуры бумаги. Пористость зависит от состава материала (древесная масса, целлюлоза и др.), способа его изготовления и вида обработки. Пористость – это количество свободного воздуха, а также характер его распределения в структуре. Степень пористости раз­личных видов бумажных и картонных материалов можно определить по об­щему объему пор и их среднему ра­диусу. По этому показателю принято различать мелко-, средне- и крупно­пористые субстраты.

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.

**Оптические свойства.** К оптическим свойствам бумаги относится белизна, или цвет, лоск, прозрачность и светопроницаемость. От оптических свойств бумаги зависит контрастность изображения, точность цветопередачи при многокрасочной печати, качество и внешний вид печатной продукции в целом.

*Белизна* бумаги характеризуется коэффициентом отражения как интег­раль­ным, так и по отдельным длинам волн или по всему видимому участку спектра. Для оценки белизны наибольшее распространение получили следующие характеристики:

– белизна (Brightness) – это коэффициент диффузного отражения поверхностью бумаги при освещении определенным источником света, измеренный при длине волны 457 нм;

– белизна CIE (Whitness), рассчитанная по координатам цветности;

– яркость CIE, определяемая в координатах цветности L, a, b и представляющая собой разницу между черным и белым.

В соответствии с действующим в РФ ГОСТ 30113-94 и стандартом   
ISO 2470-77 белизна может превышать 100 %.

При многокрасочной печати цветовая точность изображения, ее соответствие оригиналу возможны только при печатании на достаточно белой бумаге. Для повышения белизны добавляют так называемые оптические отбеливатели *–* люминофоры, а также синие и фиолетовые красители, устраняющие желтоватый оттенок, присущий целлюлозным волокнам. Этот технологический прием называют подцветкой. Так, мелованные бумаги без оптического отбеливателя имеют белизну не менее 76 %, а с оптическим отбеливателем – не менее 84 %.

Печатные бумаги с содержанием древесной массы должны иметь белизну не менее 72 %, белизна газетной бумаги ниже и составляет в среднем 65 %.

*Лоск и глянец* – результат зеркального отражения поверхностью бумаги падающего на нее света. Это тесно связано с микрогеометрией поверхности, т.е. с гладкостью. Обычно с повышением гладкости лоск тоже увеличивается. Однако эта связь неоднозначна. Следует помнить, что гладкость определяется механическим способом, а лоск – это оптическая характеристика. Глянец матовой бумаги может составлять до 30 %, глянцевой – 75–80 %.

*Непрозрачность* – еще одно важное практическое свойство печатной бумаги. Особенно важна непрозрачность при двухсторонней печати. Для повышения непрозрачности подбирают композицию волокнистых мате­риалов, комбинируют степень их помола, вводят наполнители. Наименее прозрачными являются волокна древесной массы, содержащие почти полностью все компоненты исходной древесины. Поэтому введение древесной массы в композицию бумаги способствует снижению ее прозрачности. Светопроницаемость бумаги также уменьшается с повышением массы бумаги.

**Механические свойства.** Механические свойства можно разделить на проч­ностные и деформационные. Среди многих факторов, определяющих проч­ность бумаги, целесообразно выделить прочность волокон, их гибкость и размеры; силы сцепления волокон между собой; расположение волокон в бумаге.

Оценка механической прочности печатной бумаги производится с учетом следующих факторов: анизотропии свойств ее в плоскости листа, приводящей к тому, что значения всех показателей прочности изменяются в зависимости от направления приложения нагрузки в момент испытания листа относительно машинного направления; влагосодержания; скорости приложения нагрузки.

Прочность материала характеризуется напряжением, необходимым для того, чтобы этот материал разрушить (при растяжении образца). В случае бумаги используются следующие характеристики: разрушающее усилие, разрывная длина, разрушающее напряжение, сопротивление раздиранию, продавливанию, надрыву, излому и др. Прочность бумаги на растяжение определяют как силу, необходимую для разрыва полоски бумаги стандартной ширины, которая зависит как от ширины, так и от толщины полоски бумаги. *Разрывная длина* – это расчетная длина полосы бумаги, которая разорвалась бы под действием собственного веса.

По степени уменьшения влияния длины волокон показатели механической прочности располагаются в такой последовательности: сопротивление раздиранию, сопротивление продавливанию, сопротивление излому, разрывная длина.

Деформационные свойства проявляются при воздействии на материал внешних сил и характеризуются временным или постоянным изменением формы или объема тела. Основные технологические операции полиграфического производства сопровождаются существенным деформированием запечатываемого материала. Бумага должна иметь минимальную деформацию при увлажнении, так как по условиям технологии печатного процесса она соприкасается с увлажненными поверхностями. При увеличении влажности волокна набухают и расширяются, главным образом по диаметру; бумага теряет форму, коробится и морщится, а при высушивании происходит обратный процесс: бумага дает усадку, в результате чего меняется ее формат. Изменение влажности бумаги в процессе многокрасочной печати приводит к несовмещению красок и нарушению цветопередачи. Для повышения влагостойкости 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).

Важнейшей характеристикой способности материала к деформированию является жесткость при изгибе. *Изгиб* – это деформация тела под воздействием внешних сил, сопровождающаяся изменением кривизны деформируемого объекта, которая сводится к растяжениям и сжатиям.

*Модуль упругости* – это величина, характеризующая упругие свойства материала и являющаяся коэффициентом пропорциональности между упругим напряжением и соответствующей деформацией. Установлено, что модуль упругости, определенный при изгибе бумаги, имеет меньшее значение по сравнению с модулем упругости при растяжении.

Сопротивление излому снижается при увеличении толщины и массы 1м2 бумаги, ввиду повышения жесткости бумаги, которая приводит к увеличению растягивающих напряжений в поверхностном слое при изгибе.

Сопротивление продавливанию тесно связано с деформационной способ­ностью бумаги, возрастает при увеличении длины волокон, массы 1м2 и находится в прямой зависимости с сопротивлением разрыву и удлинением.

Стойкость поверхности к выщипыванию обусловлена общей энергией межволоконного взаимодействия в структуре бумаги, рельефом поверхности, ее гладкостью, а также степенью ориентации волокон в направлении толщины листа. С повышением гладкости увеличивается площадь контакта поверхности бумаги и печатной формы, а показатель стойкости поверхности к выщипыванию уменьшается.

### Сорбционные свойства. *Абсорбционная способность –* это способность бумаги поглощать и удерживать жидкость. Одно из важнейших свойств печатной бумаги – ее *впитывающая способность.* Правильная оценка впитывающей способности означает вы­полнение условий своевременного и полного закрепления краски и, как результат, получение качественного оттиска. Впитывающая способность бумаги в первую очередь зависит от ее структуры. Для получения качественного отти­ска привлекательны материалы, об­ладающие невысокой абсорбцией, так как в этом случае уменьшается расход краски в целом. Печатный от­тиск получается более четким, краска не затекает глубоко в поры и не про­исходит ее растекания. Однако для таких материалов значи­тельно увеличивается срок высыха­ния красочного слоя.

Изменение влагосодержания бумаги ведет к изменению ее размеров. Увеличение размеров листа бумаги по отношению к первоначальным в результате увлажнения называется *линейной деформацией при увлажнении*. При многокрасочной печати изменение размеров бумаги между краскопрогонами выше допустимого уровня приводит к несовмещению красок и браку печатной продукции. При пересушивании бумаги ее сорбционные свойства ухудшаются, рекомендуется поддерживать влажность внутри стопы бумаги в пределах 45…55 %.

*Кислотность материала.* Показатели кислотности материала влияют на скорость высыхания кра­сочного слоя щелочерастворимой краски на водной основе. Стандартны­ми показателями будут 5–5,5 рН для материалов без покрытия и 7–8,5 рН для материалов с покрытием. Особого внимания требует взаимодействие ма­териалов без покрытия с краской, по­скольку разница в уров­не рН приведет к изменению времени закрепления красочного слоя.

**Контрольные вопросы**

1. Бумага – определение, общие сведения о бумаге.

2. Какие требования предъявляются к печатной бумаге?

3. По каким признакам классифицируется бумага?

4. По каким признакам классифицируется картон?

5. Какими стандартами в Россий­ской Федерации регламентируются требования, предъявляемые к бумаге, пред­назначенной для разных способов печати с использованием печатной формы?

6.Назовите классификацию печатных видов бумаги в зависимости от технологических факторов ее производства.

7.Назовите Европейскую классификацию видов печатной бумаги в зависимости от особенностей ее технологии.

8. На какие группы в соответствии с «Общероссийским клас­сификатором продукции ОК 005-93» разделяется под­класс бумаги в зависимости от ее назначе­ния?

9. На какие марки разделяет Российский ГОСТкоробочный картон в зависимости от структуры?

10. Назовите виды картона, их назначение.

11. Что означают буквы и цифры в обозначении картона в Европе?

12. Назовите основные свойства бумаги, определяющие ее назначение.

13. Как влияет направление волокон в бумаге на показатели прочности?

14. От каких факторов в производстве бумаги и показателей структу­ры зависит прочность ее?

15. Как различаются механические свойства бумаги в разных направле­ниях и чем это обусловлено?

16. Как влияет на механические свойства бумаги изменение ее влажнос­ти?

17. Перечислите оптические свойства бумаги, дайте их краткую харак­теристику.

18. Как влияют оптические свойства бумаги на качество печати?

19. Что такое белизна? Каким показателем она характеризуется?

20. От чего зависит прозрачность бумаги? Какими средствами можно ее снизить?

21. Каким образом сорбционные свойства бумажных материалов оказывают влияние на оптические характеристики красочных слоев?

22. Какие изменения в структуре и свойствах бумаги вызывает изменение влажности?

23. Что такое влагопрочность?

24. Какие осложнения в технологических процессах может вызвать де­формация бумаги при изменении влажности?

* 1. **Глава 2. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ БУМАГИ   
     И ЕЕ ПРОИЗВОДСТВО**

**2.1. Xaрактеристика полуфабрикатов   
для производства бумаги**

Для производства волокнистых полуфабрикатов в целлюлозно-бумажной промышленности используется в основном древесина хвойных и лиственных пород. Из недревесного сырья применяется солома культур­ных злаков – ржи, пшеницы, ячменя, риса, кукурузы; стебли хлопчатника, сахарного тростника и ряда декора­тивных растений. В виде текстильного сырья применяется хлопок, лен, конопля, кунжут; в качестве вторичного сырья – бумажная макулатура.

Для производства бумаги используют полуфабрикаты, основными из которых являются техническая целлюлоза, полуцеллюлоза, механическая масса и макулатура (табл. 2.1).

*Технической целлюлозой* называют волокнистый полуфабрикат, получаемый варкой растительного сырья с растворами химикатов, в результате которой удаляется большая часть нецеллюлозных компонентов – лигнин, гемицеллюлоза, экстрактивные вещества.

*Полуцеллюлоза –* это волокнистый полуфабрикат, отличаю­щийся от целлюлозы соответствующих методов получения тем, что варка в данном случае ведется не до состояния свободного разделения волокон, а лишь до набухания лигнина и частичного его растворения. Окончательное разделение сырья на волокна осуществляется под дейст­вием его размола в дисковых мельницах. Волокна полуцеллюлозы содержат много лигнина, поэтому они более жесткие, чем целлюлозные волокна. Полуцеллюлоза используется для производства тарного и других видов картона, бумаги для гофры, древесноволокнистых плит   
и др.

Существуют следующие способы получения технической целлюлозы и полуцеллюлозы: кислотные; щелочные; нейтральные; окислительные; ступенчатые и комбинированные. Наиболее распространенным методом получения полуцеллюлозы является нейтрально-сульфитный на натриевом основании при темпера­туре 170...180 °С. Выход полуцеллюлозы состав­ляет 65...85 % от массы абсолютно сухого сырья.

Таблица 2.1

Виды целлюлозы и полуцеллюлозы,   
используемые в производстве бумаги для печати и картона

|  |  |
| --- | --- |
| Полуфабрикат | Область применения |
| Жесткая сульфитная целлюлоза  из хвойной древесины (небеленая) | в композиции газетной и типографской бумаги и бумаги для упаковки. |
| Среднежесткая сульфитная  целлюлоза из хвойной и лиственной древесины (небеленая) | в композиции бумаги для печати,  обложечной, спичечной, афишной,  билетной бумаги. |
| Бисульфитная целлюлоза:  из хвойной древесины;  лиственной древесины | в композиции газетной, журнальной  и обойной бумаги;  в композиции бумаги для печати  (50 %), газетной бумаги. |
| Натронная целлюлоза из лиственной древесины | бумага для печати. |
| Беленая сульфатная целлюлоза:  из хвойной древесины  лиственной древесины | основа бумаги для печати,  диазобумаги и фотобумаги,  коробочный картон;  в композиции бумаги для печати  (50 %). |
| Беленая сульфитная и бисульфитная целлюлоза из хвойной древесины | в композиции бумаги для печати,  основы для мелования. |
| Кислородно-щелочная беленая  целлюлоза из лиственной древесины | в композиции бумаги для печати. |
| Целлюлоза высокого выхода  (55…65 %) | в композиции различных видов бумаги и картона. |
| Сульфитная полуцеллюлоза | в композиции газетной бумаги. |
| Бисульфитная полуцеллюлоза | в композиции афишной и газетной  бумаги. |
| Нейтрально-сульфитная целлюлоза | газетная бумага. |

*Макулатура* представляет собой вторичное сырье, т.е. бумагу и картон, бывшие в применении, а также промышленные отходы, получаемые на полиграфических предприятиях и других производствах в процессе выпуска продукции. Макулатура в ряде слу­чаев является полноценным заменителем волокнистых полуфабрикатов из первичного сырья при производстве многих видов картона (тарного, коробочного, переплетного, кровельного и др.) и бумаги (оберточной, типографской, газетной, для гофрирования и др.). Использование макулатуры имеет не только чисто экономическое, но и огромное экологическое значение: предприятия по переработке макулатуры стоят при­мерно в два-три раза дешевле и меньше загрязняют окружающую среду чем предприятия по производству волокнистых полуфабрикатов непос­редственно из растительного сырья, одна тонна макулатуры позво­ляет экономить 3,0...4,5 м³ древесины, или около 15 взрослых де­ревьев.

*Древесная масса –* волокнистый полуфабрикат для производства бумаги и картона, получаемый без использования химических реагентов путем истирания древесины на дефибрерных камнях или размола щепы в дисковых мельницах при атмосферном давлении*,*  является относительно дешевым и очень распространенным волокнистым полуфабрикатом. Существенным достоинством древесной массы является и то, что в процессе ее произ­водства наиболее полно используется растительное сырье. К недостаткам следует отнести ее низкую механи­ческую прочность. В зависимости от применяемой породы дерева и способа его переработки различают несколько видов древесной массы: белая, бурая, химическая.

*Белая древесная масса* вырабатывается либо путем механического истирания древесины в виде балансов на вращающемся камне дефиб­реров разного типа, либо путем размола щепы в дисковых мельницах (рафинерах). Белая древесная масса по своему химическому составу мало отличается от исходной древесины, ее выход достигает до 97 % от массы исходного сырья. По фракционному составу она менее одно­родна чем целлюлоза и состоит из пучков разных размеров из несколь­ких неразделенных волокон, отдельных волокон различной длины с раздавленными или обрезанными концами, обрывков продольного расщепления волокон, мелочи в виде фибрилированных и нефибрилированных обрывков волокон и компонентов растительной ткани.

*Бурая древесная масса* вырабатывается из предварительно пропа­ренной древесины. Ее волокна более длинные и гибкие, чем у белой древесной массы. Производство этого полуфабриката весьма ограни­чено.

*Химическая древесная масса* получается аналогично белой древесной массе, но из древесины лиственных пород, предвари­тельно подвергающейся химической обработке нейтрально-сульфитным раствором при повышенной темпе­ратуре и давлении.

*Термомеханическую древесную массу* получают из щепы, которую подвергают кратковременной пропарке (2...5 мин) при температуре 120...135 °С и затем размолу в дисковых мельницах в одну или в две ступени при концентрации массы 25...30 %.

*Химико-термомеханическую древесную массу* получают примерно так же, как и термомеханическую, но пропарку щепы осуществляют с небольшими добавками (2,5...4,5 %) моносульфита натрия или других реагентов.

Применение термомеханической и особенно химико-термомехани­ческой древесной массы позволяет сократить расход целлюлозы при производстве многих видов печатной бумаги и картонов, улучшить их качественные показатели, а газетную бумагу можно вырабатывать без целлюлозы.

Древесная масса всех видов широко используется для производства коробочного и переплетного картона и других видов.

Каждый вид бумаги изготовляют из волокнистых полуфабрикатов, обеспечивающих высокое качество готовой продукции при наименее сложных технологических процессах их переработки. При выборе нужного вида волокнистого материала следует учитывать его бумагообразующие свойства, т.е. те свойства, кото­рые в совокупности определяют достижение требуемого качест­ва изготовляемой бумаги. При этом обычно имеется в виду как поведение волокнистого материала в технологических процессах изготовления из него бумаги, так и его влияние на свойства получаемой бумажной массы и готовой бумаги.

Бумагообразующие свойства волокнистого материала нельзя охарактеризовать однозначно каким-либо показателем. Действительно, по отношению к процессу размола бумагообразующие свойства материала характеризуются его склонностью к фибриллированию или укорачиванию, скоростью достижения требуемой степени помола. По отношению к процессу отлива листа важным является, например, показатель скорости обезвоживания. Для обеспечения безобрывной работы бумагоделательной машины существенное значение имеет показатель влагопрочности полотна при его сухости 20 %. Поэтому бумаго­обра­зующие свойства исходных волокнистых материалов в основном определяют свойства гото­вой бумаги: механическую прочность, оптические свойства, впитывающую способность, электро­изоляционные и другие свой­ства, специфичные для того или иного вида бумаги.

Волокна твердых пород древесины, как правило, обеспечивают непрозрачность, пухлость, воздухопроницаемость, впитывающую способность бумаги. Волокна мягких пород, наоборот, придают бумаге относительно более высокую прозрачность, плотную структуру и высокие показатели сопротивления разрыва.

Пригодность полуфабриката для производства бумаги оценивается следующими свойствами.

1. Морфологические свойства волокон характеризуются длиной, шириной, толщиной клеточной оболочки, размером полости, фибриллярным строением.
2. Основные свойства целлюлозы:

*– средняя длина волокон*. Волокнистый полуфабрикат после варки содер­жит смесь волокнистых и неволокнистых элементов разной длины (от 0,1 до   
5,0 мм). Длина волокон полуфабриката зависит от таких факторов, как вид древесины (у хвойных пород она выше чем у лиственных); возраст дерева (волокнистый полуфабрикат из молодой древесины имеет меньшую среднюю длину волокна, чем из спелой древесины);

*– способность волокон к уплотнению во влажном состоянии*. Это свойство волокон во многом определяет оптические и физические свойства бумаги. Основными факторами является жесткость при изгибе, степень набухания волокон при взаимодействии с водой.

*– собственная прочность волокон*. На прочность волокон влияют следующие факторы: морфологические особенности исходного сырья, в частности толщина клеточной стенки; способ варки целлюлозы; характер процесса размола и его конечный результат, т.е. степень помола полуфабрикатов (при этом у волокон сульфатной целлюлозы с увеличением степени помола прочность снижается в большей степени, чем у сульфитной). Для оценки данного показателя на практике используют косвенную характеристику прочности волокон – нулевую разрывную длину, т.е. разрывную длину стандартного образца бумаги, полученную при нулевом расстоянии между зажимами разрывной машины. Рассчитывают разрывную длину в километрах и метрах (при одинаковом выходе нулевая разрывная длина у нейтрально-сульфитной целлюлозы составила 14,5, у сульфатной – 13,2, у сульфитной – 11,5 км);

*– когезионная способность*. На прочность бумаги большое влияние оказывают межволоконные силы связи и собственная прочность волокна;

*– грубость волокна*. Грубость волокон определяется в миллиграммах как масса ста метров волокон. Большую грубость имеют волокна из поздней древесины, т.е. волокна с толстой стенкой и небольшой полостью.

1. Способность к размолу оценивается такими характеристиками, как степень помола, продолжительность размола для достижения заданной степени помола, удельная поверхность волокон.

Как известно, при изготовлении разных видов бумаги применяются волокнистые материалы, используемые в различных соотношениях. В основном бумагу вырабатывают из двух, трех и более волокнистых полуфабрикатов.   
В большинстве случаев для изготовления бумаги пользуются волокнистыми материалами растительного происхождения. Наиболее ценными являются волокна, получаемые из древесины хвойных пород. Они имеют хорошие бумагообразующие свойства и представляют клетки растительной ткани лентообразной формы, называемые трахеидами. Их длина состав­ляет 2,5...4,5 мм, а ширина в среднем 0,03...0,04 мм.

Древесина хвойных и лиственных пород поставляется на целлюлозно-бумажные предприятия в виде круглых лесоматериалов (балансов, хлыстов) и в измельченном состоянии в виде технологической щепы.

С целью вовлечения в переработку низкокачественного древесного сырья разработан ряд технических ус­ловий, которые допускают в поставляемых   
балансах большее количество пороков и большие размеры, чем в стандартах на лесоматериалы круглые. В их числе ТУ 13-0273685-402-89 Сырье древесное (балансы IV сорта) для производства сульфитной и бисульфитной беленой   
целлюлозы, сульфатной целлюлозы и бисульфитной полуцеллюлозы;   
ТУ 13-0273685-405-90 Сырье для целлюлозно-бумажной промышлен­ности. Технические условия и др.

В качестве сырья для производства волокнистых полуфабрикатов могут применяться почти все древес­ные породы, произрастающие в Российской Федерации. Из хвойных пород основное значение в производстве полуфабрикатов имеют:

- сосна обыкновенная (Pinus silvestris L.);

- сосна кедровая сибирская (Pinus sibirica M.);

- сосна корейская (Pinus koraiensis S.);

- ель европейская (Picea excelsa L.);

- ель сибирская (Picea obovata L.);

- ель аянская (Picea ajanensis F.);

- ель Глена (Picea Glehni M.);

- пихта сибирская (Abies sibirica L.);

- пихта белокорая (Abies nephrolepis M.);

- пихта сахалинская (Abies sachalinensis M);

- лиственница сибирская (Larix sibirica L.);

- лиственница даурская (Larix dahurica Т.).

Из лиственных пород в производстве волокнистых полуфабрикатов используются:

- береза пушистая (Betula pubescens E.);

- береза бородавчатая (Betula verrucosa E.);

- бук лесной (Fagus silvatica L.);

- дуб черешчатый (Quercus robur L.);

- осина или тополь дрожащий (Populus tremula L.).

* + 1. **2.2. Проклеивающие вещества**

При смачивании водой волокнистые целлюлозные материалы набухают и становятся менее прочными. Для уменьшения гидрофильности бумаги, а также усиления связей между волокнами осуществляют проклейку – введение в бумажную массу (или на поверхность бумаги) веществ, уменьшающих способность бумаги смачиваться, впитывать и адсорбировать воду. Различают поверхностную проклейку и проклейку в массе.

*Поверхностная проклейка* – это нанесение на поверхность материала тонкого слоя проклеивающих веществ с целью обеспечения высокой прочности поверхности бумаги, предохраняющей от выщипывания отдельных волокон липкими красками, а также для уменьшения деформации при увлажнении.

*Проклейку в массе*, в результате которой бумаге придается определенная степень сопротивляемости впитыванию жидкостей, следует рассматривать как совокупность отдельных завершенных химических, физических и коллоидно-химических процессов. При проклейке в массе проклеивающие материалы подаются в бумажную массу перед формированием листа и более или менее равномерно распределяются в объеме массы, следовательно, и в самом бумажном листе.

До сравнительно недавнего времени в качестве гидрофобизующего вещества для пропитки применялась канифоль, представляющая собой смесь смоляных кислот общей формулы С19Н29СООН.

Для получения дисперсии канифоли в воде ее варят с раствором щелочного вещества, например соды. При этом образуется раствор резинатов натрия С19Н29СООNa. Резинат-ионы стабилизируют высокодисперсную суспензию неомыленных кислот (т.е. канифоли). Образовавшийся в результате такой варки канифольный клей вводится в бумажную массу. При этом в избытке воды протекает гидролиз, уменьшается стабильность дисперсии, частицы канифоли начинают коагулировать. Однако эти частицы электростатически оттал­киваются от волокон целлюлозы, поскольку последние также – отрицательно – заряжены из-за адсорбции анионов на поверхности фибрилл. Поэтому для закрепления смолы на волокнах клетчатки добавляют соль сильной кислоты и слабого основания с многозарядными катионами, обычно сульфат алюминия, при гидролизе которого образуются катионы, адсорбирующиеся на поверхности гидроокиси алюминия. Ионы алюминия взаимодействуют с канифольной дисперсией с образованием различных продуктов, в частности трехрезината алюминия Al(C19H29COO)3.

В настоящее время ЦБК обычно используют готовые формы клеев или клей-пасту. Варку клея с использованием в качестве щелочного агента соды обычно осуществляют при изготовлении клея из живичной канифоли. В случае других видов канифоли в качестве омыляющего реактива применяют едкий натр. Варочную систему выбирают так, чтобы массовое соотношение H2O: канифоль ≈ 1:1. Оптимальные значения рН находятся в пределах 4,2…4,7: при этом пенообразование минимально, а образующийся на поверхности волокон осадок состоит преимущественно из резинатов алюминия. Введение клея в бумажную массу при рН = 5,3…6,5 с последующим добавлением сульфата алюминия влечет образование большого количества свободных смоляных кислот, их коагуляцию, пенообразование и в конечном счете – снижение качества проклейки. Поэтому Al2(SO4)3 следует частично или полностью добавлять в массу до ввода в нее клея. Этот так называемый обратный процесс применяют при использовании щелочной массы или жесткой воды, а в стандартном процессе проклейки клей добавляют в нейтральную массу (рН = 6,5…7,0). Расход сульфата алюминия обусловливается в основном необходимостью обеспечения требуемого значения рН среды. Кроме сульфата алюминия, для регулирования рН, коагулирования и закрепления частиц клея на волокнах целлюлозы используются также алюмокалиевые квасцы KAl(SO4)2, алюмоаммиачные квасцы NH4Al(SO4)2, алюминат натрия NaAlO2 и др.

В последнее время все шире распространяется отлив бумаги в нейтральной или щелочной среде при рН ≈ 6,8…9,0. В связи с тем, что между проклейками в щелочной и нейтральной средах нет принципиальных отличий, предложен единый термин «нейтральная проклейка», к преимуществам которой относится уменьшение коррозии оборудования; усиление закрепления наполнителя и мелкого волокна; увеличение устойчивости бумаги к истиранию; улучшение возможности удовлетворения повышенных требований к качеству бумаги (более высокой степени гидрофобности, большей прочности бумаги, повышения на 25…40 % эффективности оптических отбеливателей); повы­шение технико-экономических показателей производства. Особенно необходима нейтральная проклейка в случае изготовления высокосортных видов бумаги, в состав которых в качестве наполнителя вводится карбонат кальция, разлагающийся в кислой среде с выделением углекислого газа.

Для нейтральной проклейки применяют канифольные дисперсии, катионные и анионные синтетические полимеры, димеры алкилкетенов, алкилсукциновый ангидрид и удерживающие вещества, такие как крахмал, полиакриламид, карбоксиметилцеллюлоза и др. Применяемые для нейтральной проклейки канифольные дисперсии содержат частицы свободных смоляных кислот размером порядка 1 мкм. В качестве примера можно указать на выпускаемую в России высокоэффективную проклеивающую дисперсию на основе модифицированной укрепленной канифоли – Сакоцелл 309 (ТУ-2454-001-44408713-99).   
Если в качестве наполнителя используется мел, то ее расход составляет 0,5…1,0 % в пересчете на сухое вещество, а если наполнителем является каолин или тальк, – 0,2…0,5 %. После распределения клея в массе добавляют глинозем в количестве 0,5…2,5 % (в зависимости от состава бумажной массы). Кроме флокулянта (соединения алюминия), иногда добавляют крахмал или иные удерживающие вещества. Существенно, что при использовании канифольной дисперсии в водной среде не образуются резинаты алюминия, а происходит лишь перезарядка поверхности частиц. При сушке бумажного полотна имеющие низкую температуру размягчения свободные смоляные кислоты равномерно распределяются и, реагируя на этой стадии с ионами алюминия, прочно закрепляются на поверхности волокон клетчатки.

Алкилкетендимер (АКД) применяют для проклейки при рН = 6,5…9,0. Вид алкильного радикала R определяется исходной кислотой. Так, из пальмитиновой кислоты CН3(СН2)14COOН получается кетен, в котором R – это С14Н29. При взаимодействии β-лактона со спиртовыми группами целлюлозы образуются   
β-кетоэфиры. Параллельно имеет место гидролиз β-лактона, причем образующаяся CO2 в щелочной среде дает равновесную смесь карбонат- и гидрокарбонат-ионов. Образующийся при этом кетон (RCH2) 2CO представляет собой воскообразное вещество с температурой плавления приблизительно 70…75 °С; при сушке бумажного полотна он прочно закрепляется на поверхности целлюлозных волокон, увеличивая степень проклейки. Отсутствие в бумажной массе ионов алюминия обеспечивает более высокие прочностные характеристики бумаги по сравнению с канифольной проклейкой в кислой среде, что позволяет заменить часть хвойной целлюлозы на более дешевую лиственную целлюлозу.

* + 1. **2.3. Виды наполнителей и их характеристика**

Наряду с проклейкой часто в производстве бумаги для печати и письма в бумажную массу вводят наполнители. Присутствие наполнителей в бумаге и картоне оказывает как положительное, так и отрицательное влияние на показатели их качества (табл. 2.2). Количественный предел содержания наполнителей ограничен их отрицательным влиянием на показатели прочности и степень проклейки.

Таблица 2.2

Влияние наполнителей на свойства бумаги

|  |  |
| --- | --- |
| Увеличивают показатель | Уменьшают показатель |
| Объемная масса  Воздухопроницаемость  Впитывающая способность  Пылимость  Гладкость и лоск  Белизна  Непрозрачность  Долговечность  Равномерность макроструктуры | Механическая прочность  Степень проклейки  Влагопрочность  Деформация |

К наполнителям, вводимым в бумажную массу, предъявляются определенные требования. Наполнитель должен:

– иметь высокую белизну и с одинаковой интенсивностью отражать все цвета видимого спектра;

– иметь более высокий коэффициент преломления лучей, чтобы даже в тончайшей бумаге обеспечивать максимальную непрозрачность;

– быть однородным и мелкодисперсным, иметь частицы размером не более 0,3 мкм, что соответствует примерно половине длины волны видимого света;

– частицы наполнителя не должны быть слишком твердыми, чтобы по возможности не оказывать механического воздействия на оборудование, применяемое для изготовления и переработки бумаги;

– быть химически инертным, нерастворимым в воде и неизменяемым на воздухе;

– иметь невысокую плотность, чтобы не вызывать разносторонность бумаги и хорошо удерживаться на волокне;

– прочно связываться с образующимся бумажным полотном; быть доступным и дешевым.

В качестве наполнителей используют как природные вещества, добываемые из залежей полезных ископаемых, так и продукты химической переработки минерального сырья (табл. 2.3, 2.4).

Таблица 2.3

Некоторые свойства природных наполнителей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наполнитель | ρ, г/см3 | Коэффициент преломления | Размер  частиц, мкм | Степень  белизны, % ISO |
| Каолин  Мел  Тальк  Гипс  Барит  Силикат кальция | 2,6…3,2  2,5…2,7  2,6…2,8  2,3…2,4  4,5  2,5…2,9 | 1,55…1,60  1,50…1,65  1,56…1,57  1,52…1,55  1,65  1,53…1,62 | 0,5…10,0  0,7…5,0  0,5…10,0  1,0…5,0  2,0…5,0  1,0…10,0 | 70…84  85…95  70…95  70…80  93…95  80…95 |

Таблица 2.4

Некоторые свойства наполнителей – продуктов химической обработки

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наполнитель | ПР | ρ, г/см3 | Коэффициент преломления | Размер  частиц, мкм | Степень  белизны,  % ISO |
| CaCO3  TiO2 (рутил)  TiO2 (анатаз)  ВаSO4  ZnS  ZnO  ZnS+ ВаSO4 | 4,8∙10–9  -  -  1,08∙10–10  1,2∙10–23  - | 2,7…2,9  4,2  3,3  4,5  4,0  5,6  4,3 | 1,55…1,66  2,70  2,55  1,64  2,37  2,01  1,84…2,00 | 0,2…0,5  0,2…0,5  0,1…0,5  0,5…2,0  0,3…0,5  0,3…0,5  0,3…0,5 | 95…97  97…99  98…99  95…97  97…98  97…98  97…98 |

*Каолин* используется для наполнения различных видов печатной бумаги, бумаги для письма, белых покровных слоев картона и бумаги из беленых полуфабрикатов. Основным компонентом каолина является глинистый минерал каолинит, называемый белая глина (Al4[Si4O10](OH)8 или Al2O3∙2SiO2∙2H2O), образующий пластинчатые кристаллы гексагональной формы. Химический состав каолина зависит от месторождения и изменяется обычно в следующих пределах: Al2O3 – 34…42; SiO2 – 43…53; Н2О – 12…15 % масс. Для улучшения качества каолина применяют целый ряд методов, включая восстановительную и окислительную химическую очистку и термообработку для обесцвечивания окрашенных примесей. В России чаще других используется каолин месторождений Украины: КН-84, КН-82, КН-78, КН-77, КН-73, КП-87, КП-84 (КН – каолин для наполнения, КП – каолин для покрытий, цифра – степень белизны, % ISO). Лучший сорт каолина для наполнения, производимого в США, Alphafine имеет белизну 88,5 % ISO и размеры менее 2 мкм у 98 % частиц.

*Карбонат кальция* получил распространение после расширенного внедрения нейтральной проклейки, а также как пигмент для мелования бумаги. В качестве основного вида сырья для получения этого наполнителя используется мел – мягкий тонкозернистый белый известняк. Как наполнитель применяют не только природный карбонат кальция, но и химически переработанный. Лучшие карбонатные наполнители имеют белизну до 98 % ISO и размер частиц – до   
70 % менее 1 мкм и 98 % менее 2 мкм. Производимые в России карбонатные наполнители характеризуются степенью белизны до 88 % ISO и размером частиц – до 70 % менее 2 мкм и до 10 % более 10 мкм.

*Тальк* – это минерал подкласса слоистых силикатов, представляет собой кислую соль метакремниевой кислоты Mg3[Si4O10](OH)2; химический состав талька, который можно выразить также формулой Mg3[Si4O11]∙H2О, в зависимости от месторождения характеризуется массовыми долями в следующих интервалах: SiO2 – 60…62; MgO – 30…35; Н2О – 1,9…4,3 %. Тальк придает бумаге и картону мягкость, лоск, повышает адсорбцию красок, лучше чем каолин удерживается в бумажной массе и в меньшей степени снижает степень проклейки и физико-химические показатели. Тальк – мягкий природный наполнитель, гидрофобный, органофильный, химически довольно инертный, с белизной, обычно не превышающей 86 % ISO, и размером чешуйчатых или пластинчатых частиц 0,3…10 мкм.

*Гипс* – минерал класса сульфатов, CaSO4∙2H2O; образует бесцветные, белые, серые кристаллы или агрегаты. Гипс слабо снижает прозрачность бумаги.

*Барит*, или тяжелый шпат, – минерал класса сульфатов, ВaSO4∙H2O; часто с примесями SrSO4 (иногда до 20 %), CaSO4 и PbSO4. Кроме природного барита, в качестве наполнителя используют и сульфат бария, получаемый по обменной реакции хлорида бария с серной кислотой. Из образующегося осадка приготовляют пасту с влажностью 35…40 % масс. – так называемый бланфикс (белизна – 98…99 % ISO), который повышает белизну бумаги, снижает прозрачность. Придает бумаге блеск, звонкость и жесткость на ощупь, используется для высокосортных видов бумаг.

*Титановые наполнители* получают из титановых руд рутила и ильменита химической переработкой. Рутил – минерал подкласса простых окислов, основной компонент – TiO2; образует призматические и игольчатые кристаллы. Другими полиморфными модификациями диоксида титана являются анатаз и брукит. При температуре 620…650 °С анатаз превращается в рутил.

Из трех полиморфных модификаций диоксида титана в качестве наполнителя бумажной массы применяют рутил и анатаз. В них Ti находится в октаэдрической координации (координационное число = 6). Обе модификации относятся к тетрагональной сингонии, но различаются пространственным расположением октаэдров TiO6. У рутила три катиона находятся в вершинах плоского треугольника около каждого аниона. Рутил имеет более плотную упаковку ионов, чем анатаз, что объясняет более высокие значения его плотности и коэффициента преломления.

Добавление всего лишь 2…3 % TiO2 обеспечивает бумаге такую же степень непрозрачности, что и введение в бумажную массу 30 % каолина. Диоксид титана обладает высокими показателями белизны, светостойкости и дисперсности, достаточными для полного укрывания темного цвета внутренних слоев бумаги-основы в бумажно-слоистых материалах.

К *цинковым наполнителям* относятся оксид цинка и сульфид цинка. Технический оксид цинка получают сжиганием металлического цинка, при этом ZnO получается в виде белого чистого рыхлого порошка.

Основным минералом цинка является цинковая обманка, или сфалерит, – минерал класса сульфидов, ZnS; гораздо реже встречаются месторождения ZnS в форме вюрцита. Сфалерит кристаллизуется в кубической сингонии, а вюрцит – в гексагональной сингонии. Чистый ZnS белого цвета. Однако чаще всего ZnS используют в виде *липотона* – смеси ZnS + BaSO4, которую получают по реакции: BaS + ZnSO4 = ↓ZnS + ↓BaSO4.

* + 1. **2.4. Красители**

С целью придания бумаге для печати эстетических свойств и декоративного вида многие ее виды производят цветными. Различают крашение и подцветку. *Крашением* бумаги называется придание ей определенного цвета. *Подцветка* бумаги – это процесс сообщения ей некоторого цветового оттенка с целью устранения или уменьшения желтизны. Применяется как поверхностное окрашивание или подцветка, так и окрашивание и подцветка бумажной массы. Красящие вещества подразделяются на пигменты, красочные лаки и красители. Красители органического происхождения разделяют на основные, кислотные и прямые.

*Основные красители* содержат в молекуле амино- или иную группу ос­нóв­ного характера и по химическому строению относятся преимущественно к арилметановым и хинонаминовым соединениям. Они хорошо окрашивают древес­ную массу и небеленую целлюлозу (особенно жесткую), но хуже – беленую цел­люлозу и еще хуже – волокна из тряпичного сырья. Основные красители от­но­сятся к классу солей (обычно хлоридов) и по химическому строению делят­ся на четыре группы: производные трифенилметана; тиазины; оксазины; азины.

*Кислотные красители* – растворимые в воде вещества, содержащие в молекуле сульфогруппу – SO3H либо карбоксильную группу – СООН, относящиеся преимущественно к антрахиноновым соединениям и азокрасителям. Эти красители плохо окрашивают древесную массу, целлюлозу и тальк, но их можно использовать для окрашивания бумажной массы при избытке сульфата алюминия. По цвету кислотные красители менее яркие чем основные красители, но более светостойкие. По химическому строению кислотные красители относятся к нитро-, нитрозо-, азо-, дисазо-, антра­хиноновым и трифенилметановым производным. Большинство кислотных красителей относится к классу сильных кислот, и их натриевые соли не гидролизуются.

*Прямые* или субстантивные *красители* – химические вещества, главным образом это сульфированные азосоединения, которые непосредственно окрашивают волокна. Эти красители хорошо окрашивают беленую целлюлозу и хлопок, но гораздо хуже – древесную массу. Прямые красители применяют для окрашивания неклееных видов бумаги. В большинстве своем прямые красители относятся к двум группам: красители, полученные на основе бензидина или его замещенных производных и аминов типа H2N–C6H4–X–C6H4–NH2 (где Х – это CH=CH–NH–CO–NH– или другие подобные группировки); полиазокрасители, в которых концевыми группами являются аминонафтолсульфокислоты.

*Пигментные красители*, образующиеся на волокнах в нерастворимой форме, включают кубовые и сернистые красители, характеризующиеся высокой свето- и водостойкостью. *Кубовые красители* – индигоидные, тиоиндигоидные и другие полициклические вещества, содержащие не менее двух карбонильных групп > С = О в молекуле; они не растворимы в воде, поэтому перед крашением их восстанавливают до лейкосоединений. *Сернистые красители* также нерастворимы в воде, но при действии сульфида натрия дают растворимые лейкосоединения, которые после адсорбции на волокнах окисляются кислородом воздуха, вновь образуя нерастворимые красители. Такого рода нерастворимые в воде красители при условии, что размер их частиц достаточно мал (до 0,2…2 мкм), называются *дисперсными красителями*. Дисперсные красители образуют слишком крупные частицы, поэтому их приходится диспергировать, так как крупные частицы образуют «крап». С увеличением степени диспергирования возрастает растворимость и соответственно сорбция. По химическому строению большинство дисперсных красителей относится к следующим трем группам:

1) азокрасители, в основном моноазо- и несколько дисазопроизводных,   
например: 4-ди-(N-β-оксиэтил) аминоазобензол, 4-ди-(N-β-оксиэтил)амино-  
4-этилазобензол, 4-N-диметиламино-4′-аминоазобензол, 4-ди-N-(β-оксиэтил)-амино-4′-нитроазобензол. Эти красители дают широкую гамму цветов;

2) антрахиноновые красители, в частности производные α-амино-антрахинонов (цвет от оранжевого до зеленовато-голубого): 1-амино-антра­хинон, 2-аминоантрахинон, 1-N-метиламиноантрахинон, 1,4-диамино-антрахи­нон, 1-амино-4-N-(β-оксиэтил)аминоантрахинон, 1,4,5,8-тетраамино-антрахинон и др.;

3) нитрофениламиновые производные, такие как, например, 2,4-динитро-  
4′-оксидифениламин (в том числе желтые и оранжевые красители).

К антрахиноновым кубовым красителям относятся простые замещенные соединения, например дибензоиламиноантрахинон; сложные полициклы, такие как бензантрон и пирантрон, а также большая группа производных индантрона.

Синтезировано большое количество сернистых красителей, которые представляют собой смеси нескольких веществ, не поддающихся разделению. Сернистые красители получают спеканием органических полупродуктов с серой, или сульфидом, или полисульфидом натрия. При этом часть серы присоединяется в виде меркапто-, дисульфидных, сульфоксидных и других групп, либо входит в циклы, такие как тиазол, тиазон и тианен. Для перевода этих красителей в форму коллоидного раствора их восстанавливают гидросульфитом натрия в щелочной среде до соответствующих лейкосоединений.

По своему происхождению к сернистым красителям близки сульфированные кубовые красители, которые также получают обработкой серой исходных полупродуктов, но восстанавливают до лейкоформ дитионитом натрия аналогично кубовым красителям. В качестве сульфируемых веществ выступают антрацен, фенантрен, пирен и их амино-, окси- и акриламинопроизводные.

Получены также красители типа KpS2O3Na, при действии на которые соответствующих нуклеофильных агентов образуются пигментные красители типа KpSSR, KpSSKp, KpSSSKp и KpSSSSKp.

К красителям и минеральным пигментам предъявляют следующие требования: соответствие цвета требованиям стандарта; высокая интенсивность цвета, обеспечивающая минимальный расход красящего вещества; хорошее удерживание на волокнах и наполнителе; свето- и теплоустойчивость; специальные требования (например, безвредность в случае бумаги для упаковки пищевых продуктов, барьерные свойства и т.п.).

2.5. Общая технологическая схема изготовления бумаги

Бумагоделательная машина состоит из сеточной, прессовой, сушильной и отделочной частей и привода. Кроме того, к ней относятся машинный бассейн для аккумулирования бумажной массы перед подачей на машину; оборудование для рафинирования; размола и очистки массы; насосы для подачи воды и массы; вакуумные насосы; устройства для переработки брака; бассейны оборотной воды; приточно-вытяжная вентиляционная система; регулирующие и контрольно-измерительные приборы.

Технологический процесс изготовления бумаги (картона) в общем виде представлен схемой (рис. 2.1) и в приложении А (рис. А1–А4).

Размол волокнистых материалов

Проклейка бумаги

Введение наполнителей

Введение подцветки

Отлив бумажной массы

Размол волокнистых материалов

Размол волокнистых материалов

Формование бумажного полотна

Прессование бумажного полотна

Сушка бумаги

Отделка бумаги

Рис. 2.1. Общая технологическая схема изготовления бумаги

**Размол волокнистых материалов** осуществляетсясцелью придать волокну определенные структуру и размеры по длине и толщине, сделать волокна гибкими и пластичными и сообщить им определенную степень гидратации, чтобы обеспечить связь волокон в бумажном листе, хорошее формование и заданные свойства бумаги.

При размоле массы механические процессы вызывают измельчение волокон и обусловливают структуру бумаги, а коллоидно-физические явления, происходящие в результате взаимодействия воды и целлюлозы – связь волокон в бумаге.

В настоящее время основным размалывающим оборудованием являются дисковые мельницы, которые по своей конструкции различаются в основном количеством зон размола и вращающихся размалывающих поверхностей. Коэффициент укорочения рассчитывают по формуле:

,

где 0 и  – средняя длина волокон перед размолом и после него соответственно; ν0 и ν – степень помола массы перед размолом и после него соответственно.

Степень помола определяют с помощью аппарата Шоппер–Риглера и измеряют в °ШР, поэтому размерность [*kL*] = (°ШР)–1 .

При размоле волокнистый материал подвергается разнообразным механическим воздействиям (резке, расщеплению, раздавливанию, гидродинамическим ударам и др.); при этом происходит расчленение комков волокон, фибриллирование, укорачивание волокон, гидратация и набухание волокон и фибрилл. В механизме процесса размола волокон целлюлозы выделяют следующие стадии. Вначале постепенно частично разрушается внешний слой и вторичная стенка. Одновременно в образовавшихся участках дислокаций (смещений) вторичная стенка набухает и частично отслаивается вместе с первичной стенкой. Далее происходит разрыв части водородных связей между фибриллами вторичной стенки, сопровождаемый гидратацией волокон.

Образование зон смещения и последовательное развитие указанных стадий происходит вдоль клеточной стенки и может закончиться расщеплением ее на отдельные фрагменты.

Отделение фибрилл от волокна – так называемая внешняя фибрилляция, или начес волокна, – вызывает рост внешней поверхности волокон (в 3…5 раз при росте степени помола с 10 до 70 ºШР). Наряду с внешней фибрилляцией происходит и внутренняя фибрилляция с необратимой перестройкой фрагментов внутренней структуры вторичной стенки волокна. В отличие от внешней фибрилляции внутренняя фибрилляция не вызывает уменьшения прочности волокон и способствует повышению их гибкости.

По способности к обезвоживанию различают жирную и садкую массу и соответственно жирный и садкий помол. Размолотая масса, хорошо удерживающая воду, называется жирной. Жирный помол – это состояние массы, волокна которой сильно расщеплены и фибриллированы при размоле. При этом в зависимости от длины волокна различают длинный жирный помол и короткий жирный помол (степень жирности – то же самое, что и степень помола ν). Бумажная масса (не обязательно размолотая), от которой легко отделяется вода, называется садкой массой. Садкий помол – это состояние массы, волокна которой не расщеплены и гидратированы в малой степени. Влияние процесса размола на свойства бумаги представлено в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Влияние процесса размола на свойства бумаги

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Свойства | Если размол увеличен | Если размол снижен |
| Теоретическая  плотность | Увеличивается | Уменьшается |
| Калибр (толщина) | Уменьшается | Увеличивается |
| Сжимаемость | Уменьшается | Увеличивается |
| Стабильность размеров | Уменьшается | Увеличивается |
| Структура | Становится более однородной, менее облачной | Становится менее однородной, облачной |
| Твердость и жесткость | Тверже | Жестче |
| Восприятие краски на немелованной бумаге | Становится выше | Становится меньше |
| Прочность внутренних связей | Увеличивается | Уменьшается |
| Пористость | Уменьшается | Увеличивается |
| Гладкость | Тенденция к увеличению | Тенденция к уменьшению |

**Проклейка бумаги.** Стандартный процесс проклейки заключается в дозировке раствора клея в практически нейтральную массу. Качество проклейки бумаги определяется степенью проклейки и зависит от следующих факторов.

1. Качество клея. Эффективность проклейки в значительной мере определяется качеством рабочего раствора клея, которое зависит от выбора исходных материалов, применяемых для получения определенного вида клея, условий варки клей-пасты, диспергирования и разбавления водой сваренной клей-пасты до рабочего раствора.
2. Влияние рН массы. Значение рН массы влияет на химический состав клеевого осадка, степень его гидрофобности и удержания. Как было установлено, эффективность проклейки значительно падает при рН более 5,5, так как в этом случае формируется осадок со слабым положительным зарядом. При   
   рН 5,2…..4,7 клеевой осадок имеет наилучшие для проведения процесса проклейки свойства. Значительное снижение эффективности проклейки наблюдается при рН ниже 4.

**Наполнение бумажной массы**. Степень влияния наполнителей на печатные свойства бумаги зависит от вида и количества вводимого наполнителя, а также применяемой системы их фиксации в бумажной массе и совокупности присутствующих в ней химических реагентов.

При увеличении содержания наполнителя в бумаге уменьшается ее толщина при постоянной массе 1 м2 . Воздухопроницаемость бумаги увеличивается при повышении содержания в ней наполнителя, что напрямую связано с ростом пористости бумаги.

С увеличением содержания наполнителя возрастает непрозрачность бумаги, особенно при использовании высокодисперсных наполнителей и наполнителей с высоким коэффициентом преломления.

Наполнитель положительно влияет на деформацию бумаги при увлажнении, т.е. стабильность ее размеров. Эти характеристики зависят от развития межволоконных связей, и поскольку наличие наполнителя снижает интенсивность связеобразования, соответственно снижается деформация бумаги при намокании и последующем высыхании.

Наполнители благоприятно влияют на печатные свойства бумаги (гладкость, лоск, мягкость, красковосприятие, сжимаемость, белизну, светостойкость). Гладкость и лоск бумаги с наполнителем резко увеличиваются в процессе каландрирования на мягком каландре или суперкаландре. Белизна и светостойкость бумаги увеличиваются при повышении белизны и коэффициента преломления наполнителя. Красковосприятие улучшается с увеличением содержания наполнителя и его дисперсности.

Увеличение содержания наполнителя способствует созданию более равномерной макроструктуры бумаги благодаря улучшению формования бумажного полотна на сеточном столе, снижению хлопьеобразования и равномерному распределению высокодисперсных частиц наполнителя между целлюлозными волокнами. Увеличение содержания наполнителей снижает показатели прочности бумаги: в большей степени – сопротивление разрыву, излому, продавливанию; в меньшей степени – раздиранию; уменьшается также прочность ее поверхности, что приводит к повышению пылимости и снижению сопротивления выщипыванию. Повышенное содержание наполнителя увеличивает разносторонность бумаги, особенно при формовании на плоском сеточном столе.

Наиболее существенное влияние наполнители оказывают на процесс проклейки бумаги и картона.

Чем выше содержание наполнителей, тем сложнее получить бумагу с высокой степенью проклейки. Это связано с ростом пористости наполненной бумаги. Крупнодисперсные наполнители снижают степень проклейки в большей степени чем высокодисперсные.

Распространенные наполнители в порядке увеличения отрицательного влияния на проклейку располагаются в следующий ряд: карбонат кальция, тальк, каолин, диоксид титана. В присутствии наполнителей возможно взаимодействие частиц вредной смолы и наполнителя между собой, что приводит к образованию агломератов значительно меньшей липкости.

Присутствие наполнителя изменяет реологические характеристики бумажной массы, ее вязкость существенно снижается. Бумажная масса, содержащая наполнитель, быстрее обезвоживается, в результате чего возрастает сухость после сеточной и прессовой частей. Увеличивается также скорость сушки бумажного полотна вследствие увеличения пористости бумаги. По содержанию наполнителя бумаги делят на следующие группы:

– беззольные или бумаги с естественной зольностью (до 1,0 %, что связано с содержанием в древесине минеральных веществ);

– бумаги малозольные (зольность 1–5 %);

– среднезольные бумаги (зольность 5–15 %);

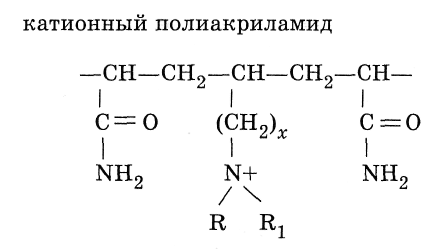
– высокозольная бумага (зольность свыше 15 %);

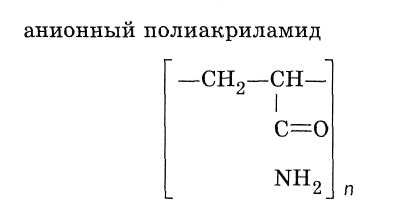
Чем ниже концентрация бумажной массы, тем меньше удержание наполнителя, так как с разбавлением массы увеличиваются расстояния между частицами дисперсных фаз и возрастает интенсивность процесса обезвоживания в мокрой части бумагоделательной машины. Увеличение массы 1 м2 приводит к росту толщины отливаемого полотна и степени удержания наполнителя. На удержание наполнителя и равномерность его распределения в бумажном полотне влияет вид наполнителя и его характеристики: размеры и форма частиц, плотность и др. Необходимо, чтобы частицы наполнителя при формировании полотна оседали достаточно медленно. Высокоэффективные системы удерживания благодаря связыванию мелких частиц в микрофлокулы обеспечивают скорости оседания, близкие к оптимальным. Особенно это существенно для тяжелых частиц сферической формы, которые удерживаются хуже чем менее плотные частицы пластинчатой или удлиненной формы.

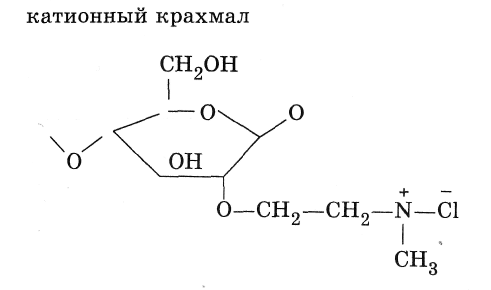
Для обеспечения необходимой степени удержания наполнителей используются *системы фиксации наполнителей*, включающие в себя коагулянты, флокулянты и специальные добавки. Выбор состава системы фиксации наполнителей проводят с учетом данных, полученных при измерении рН среды, удельной электропроводности и ξ-потенциала, анализа катионно-анионного баланса.

Коагулянты – это вещества, обычно включающие катионы с высокой зарядностью и малым радиусом, например соединения алюминия, и компенсирующие отрицательный заряд, который обычно несут частицы наполнителя.

В качестве флокулянтов применяются природные или синтетические полимеры (содержащие группы, несущие электрический заряд или неионогенные), например крахмал. Хорошим флокулянтом является катионный крахмал, в котором в некоторых спиртовых группах атом Н замещен на алкильную группу, содержащую двузамещенный аммоний с низкомолекулярным анионом.   
В качестве флокулянтов используются и синтетические полимеры, такие, например, как катионный полиакриламид, содержащий трехзамещенный аммоний:







Высокоэффективными неионогенными полимерами-флокулянтами являются эфиры целлюлозы и их сополимеры с акриламидом.

При использовании синтетических полиэлектролитов приходится считаться с опасностью образования слишком крупных хлопьев, порождающих неоднородность макро- и мезостуктуры бумаги. Диспергирование таких хлопьев влечет снижение удержания наполнителя. Для формирования микрофлокул в поток бумажной массы перед отливом вводят специальные неорганические (бентонит, кремнезоль) или органические (полифлекс) добавки с размером частиц менее 1 мкм, несущих обычно значительный отрицательный заряд.

**Крашение бумаги** является сложным процессом, так как окраске подвергается бумажная масса, в большинстве случаев состоящая из нескольких разнохарактерных волокнистых, наполняющих и проклеивающих частиц, которые имеют различную восприимчивость к одному и тому же красителю. На процесс крашения бумажной массы влияют разнородные переменные факторы, основными среди которых являются следующие: вид волокон и степень их помола; концентрация наполнителей, проклеивающих веществ и сульфата алюминия в бумажной массе; рН среды и температура при крашении; температура сушки бумажного полотна; конечное влагосодержание бумаги; степень использования оборотной воды и оборотного брака; жесткость производственной воды; наличие или отсутствие процесса каландрирования бумаги.

Процесс крашения включает стадии массопереноса и химического или адсорбционного взаимодействия красителя с субстратом. Внешняя диффузия, т.е. массоперенос красителя из ядра потока к внешней поверхности субстрата, редко является лимитирующей стадией, что косвенно подтверждается тем, что окраска бумажной массы обычно бывает однородной, несмотря на очевидную неравномерность внешней поверхности субстрата в диффузионном отношении. По-видимому, во многих случаях процесс крашения бумажной массы лимитируется внутренней диффузией красителя, т.е. массопереносом в порах субстрата.

Так как крашение бумажной массы – гетерогенный процесс, то его результат зависит также и от удельной поверхности субстрата, которая увеличивается с ростом степени помола; соответственно увеличивается сорбция красителя (в молях на единицу массы субстрата) и интенсивность окраски.

Крашение несколькими красителями имеет свои особенности. Если красители относятся к разным группам, то их вводят в раствор в определенной последовательности. Недопустимо смешивание кислотного и основного красителей из-за реакции нейтрализации, в этом случае сначала вводят кислотный краситель и только после добавления канифольного клея и сульфата алюминия – основный краситель. При совместном крашении кислотным или основным и прямым красителями в обоих случаях сначала в бумажную массу вводят прямой краситель. Выделяют три механизма закрепления красителя:

– сорбция красителя волокнами;

– образование нерастворимого пигмента, который удерживается на поверхности волокон в основном механическими силами; нерастворимый пигмент образуется при окислении адсорбированных из раствора молекул красителя или в результате сочетания со вторым компонентом (как это происходит при образовании нерастворимых азокрасителей);

– химическое взаимодействие красителя с волокном с образованием ковалентных связей, как это имеет место при крашении целлюлозы активными красителями, например триазиновыми или винилсульфоновыми.

**Отлив бумажной массы** – окончательная подготовка бумажной массы перед подачей ее в напорный ящик машины. Отлив представляет собой процесс объединения волокон в листовую форму с созданием определенной объемной капиллярно-пористой структуры. Обычно в схему бумагоделательной машины в качестве исходной части включается *система подготовки бумажной массы к отливу*, выполняющая следующие функции: разбавление массы водой до концентрации, установленной для отлива; окончательная очистка от посторонних примесей и включений, попавших в массу при составлении композиции; удаление сгустков волокна, пучков, узелков, костры; деаэрация массы.

Приготовленная бумажная масса поступает в машинный бассейн. Концентрация волокна в бумажной массе в машинном бассейне составляет 3,0…4,0 %. Массу разбавляют оборотной водой (выделяющейся при обезвоживании бумажного полотна на сеточной части машины) до концентрации, зависящей от вида продукции: от 0,1 % в случае изготовления тончайших видов бумаги до 1,8 % при выработке картона. Разбавленная бумажная масса подвергается очистке от загрязнений в вихревых конических очистителях различных типов с целью дефлокуляции массы, удаления узлов и пучков волокон и посторонних включений. Сортирование массы осуществляют в закрытых ситовых напорных сортировках с гидродинамическими лопастями, которые устанавливают непосредственно перед напорным ящиком для исключения повторной флокуляции. От качества выполнения операций очистки и дефлокуляции существенно зависит однородность структуры бумаги.

В процессах приготовления бумажной массы и ее подготовки к отливу она насыщается воздухом (табл. 2.6). Компоненты воздуха – азот, кислород и аргон, находятся в бумажной массе в трех видах:

– «свободный» воздух, т.е. пузырьки воздуха, диспергированные в жидкости;

– «связанный» воздух, т.е. пузырьки воздуха на поверхности волокна и других твердых фаз;

– воздух, растворенный в жидкости.

Таблица 2.6

Содержание воздуха в бумажной массе (до деаэрации)

|  |  |
| --- | --- |
| Вид массы | Содержание воздуха, % |
| Для газетной бумаги  Для типографской бумаги  Для крафт-бумаги  Для картона | 1,5…2,5  0,9  2,0  0,4…2,0 |

Наличие воздушных пузырьков внутри бумажного листа вызывает неоднородность бумаги. Находясь на поверхности волокон, пузырьки ослабляют межфибриллярные и межволоконные связи. «Свободный» воздух вызывает пенообразование, взаимодействие пузырьков воздуха с частицами красителя – флотацию, сопровождающуюся агрегированием красителя, что нарушает однородность окраски (крап). Растворимость компонентов воздуха уменьшается с ростом температуры (табл. 2.7).

Таблица 2.7

Коэффициент поглощения, мл газа, приведенных к 0 °С, на 1 л воды,   
компонентов воздуха при давлении 760 мм рт. ст.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Газы | Температура воды, °С | | | | | | |
| 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Кислород  Азот + аргон  Общая сумма | 10,2  19,0  29,2 | 8,9  16,8  25,7 | 7,9  15,0  22,9 | 7,0  13,5  20,5 | 6,4  12,3  18,7 | 5,8  11,3  17,1 | 5,3  10,4  15,7 |
| % О2 в растворенном «воздухе» | 34,9 | 34,7 | 34,5 | 34,2 | 34,0 | 33,8 | 33,6 |

Удаление воздуха из бумажной массы основано на принципах вытяжки и отгонки. Первый принцип реализуется в вихревых очистителях с вытяжной трубой специальной конструкции, в которых воздух выводится из системы вместе с легким сором. Удаление воздуха отгонкой осуществляется в вакуумных декулаторах. Бумажная масса распыляется внутри вакуумной камеры, при этом многократно увеличивающиеся в объеме пузырьки воздуха при ударе о верхнюю часть камеры легко отделяются от волокон.

Для отлива бумажного полотна используются *напускные устройства*, которые призваны обеспечивать необходимую степень диспергирования массы; стабильность потока струи в отношении концентрации массы; гашение пульсаций; поток суспензии в форме плоской струи; требуемое соотношение между скоростями массы и сетки; установленный угол встречи потока бумажной массы с сеткой.

Диспергированию бумажной массы способствует ее разбавление, пропускание через сужающиеся отверстия (для разбивания крупных флоккул) и турбулизация потока. Однако чрезмерная турбулентность вызывает значительную неоднородность структуры бумаги. Концентрация массы в напускном устройстве выбирается с учетом вида продукции, массы 1 м2, состава по волокну, наполнителям и т.д., а также характеристик сеточной части машины. Нарушение плоскоструйности потока массы в напускном устройстве вызывает непостоянство толщины бумажного полотна и массы 1 м2. Формирование плоскоструйного потока обеспечивается постоянством давления массы на выходе из потокораспределителя, автоматическим регулированием профиля выпускной щели и другими мерами.

Важным техническим параметром является соотношение между скоростью массы и скоростью сетки, которое выражается следующей формулой:

, (2.1)

где υм – скорость массы, поступающей на сетку, м/мин; υс – скорость сетки или окружная скорость вращения формующего цилиндра, м/мин.

Скорость напуска массы на сетку должна быть на 5–10 % ниже скорости сетки. Если скорость массы значительно отстает от скорости сетки, то увеличивается продольная ориентация волокон (ориентация в машинном направлении) и прочность бумаги в продольном направлении. Если *К*м << 1, волокна клетчатки при касании сетки получают большое ускорение в машинном направлении, и бумага оказывается сильно анизатропной. Если же *К*м >> 1, то образующиеся на сетке наплывы массы ухудшают однородность структуры бумаги. При изготовлении бумаги для печати *К*м ≈ 0,95…1,00. Скорость массы, поступающей на сетку, обеспечивается величиной напора *h.* При расчете напора *h* для заданной величины *К*м нужно иметь в виду, что υс отличается от скорости машины, т.е. скорости намотки бумаги на накате υн, так что

, (2.2)

где *К*с – коэффициент отставания скорости сетки от скорости бумаги на накате в зависимости от вида бумаги (*К*с = 0,90…0,95). Скорость работы машины υ (м/мин) обеспечивается напором

 (2.3)

где *g* – ускорение силы тяжести; μ – коэффициент вытекания (у совершенных напускных устройств μ = 0,95…0,99).

**Формование и обезвоживание бумажного полотна.** Сеточная часть бумагоделательной машины предназначена для формирования и обезвоживания бумажного полотна. Сеточный стол представляет собой горизонтальную плоскость, образованную сеткой, натянутой между грудным валом и отсасывающим гауч-валом. При помощи сетки приводятся в движение грудной вал и все валики сеточного стола. На начальном участке сеточного стола при немалой υс скорость обезвоживания настолько велика, что это может вызвать большие потери бумажной массы. Для торможения избыточного обезвоживания под верхней ветвью сетки между грудным валом и первым регистровым валиком устанавливают формующую доску или формующий ящик. Основное назначение этих элементов – формование бумажного листа за счет создания режима обезвоживания бумажной массы на сетке требуемой интенсивности, а также поддержание сетки от провисания между грудным и гауч-валом.

В современных быстроходных бумагоделательных машинах регистровые валики заменены на регистровые планки (гидропланки) с углом скоса верхней плоскости 1…5° по отношению к плоскости сетки. По ходу сетки этот угол от планки к планке увеличивается, и в том же направлении увеличивается частота установки планок. Это обеспечивает качественное формирование структуры полотна бумаги при более интенсивном процессе его обезвоживания.

При изготовлении высококачественных видов бумаги на низкоскоростных машинах применяют поперечную тряску сеточного стола на участке от грудного вала до конца регистровой части; при этом преследуется цель снижения ани-зотропии бумажного полотна и улучшение текстурных характеристик бумаги. Эффективность тряски зависит от амплитуды *А* и частоты ν колебаний, состава бумажной массы, степени помола и массы 1 м2 производимой бумаги. При садком помоле тряску проводят при *А* = 2…6 мм и ν > 200 мин–1, а при жирном помоле – при *А* = 10…12 мм и ν = 100…120 мин–1. При υс > 250 м/мин тряска становится неэффективной из-за слишком быстрого обезвоживания.

Количество отсасывающих ящиков, которые располагаются под сеткой за регистровой частью сеточного стола, зависит от вида бумаги или картона, степени помола и величины υс. В процессе изготовления различных видов бумаги для печати используют семь или восемь отсасывающих ящиков. Ящики устанавливаются вплотную друг к другу, причем глубина вакуума в них повышается по ходу сетки. Плотная компоновка ящиков нарушается, если над сеткой устанавливается ровнитель для придания бумажному полотну более равномерной по толщине и уплотненной структуры и уменьшения различия в гладкости сторон полотна. Ровнитель (эгутер) устанавливают в месте, где сухость бумажного полотна составляет 6…7 % (обычно за вторым или третьим отсасывающим валиком). Он представляет собой полый валик, обтянутый бронзовой или стальной сеткой, более редкой чем машинная. При изготовлении бумаги с водяными знаками используют ровнитель с рельефной поверхностью, причем водяные знаки получаются более четкими при использовании массы жирного помола.

В конце сеточного стола расположен отсасывающий гауч-вал, на котором обезвоживание бумажного полотна доводится до сухости 17…25 %. Отсасывающий гауч-вал представляет собой вращающийся перфорированный цилиндр, внутри которого находятся 1…3 неподвижные отсасывающие камеры.

Сетка должна быть прочной (на разрыв, изгиб и истирание); достаточно плотной, чтобы по возможности меньше мелких волокон уходило с оборотной водой; иметь хорошую водопропускную способность; быть стойкой в средах с различными значениями рН. В настоящее время в основном используются синтетические сетки из термообработанного полиэфирного и полиамидного волокна с покрытием из синтетических смол. В производстве газетной бумаги применяют однослойные и двухслойные сетки. Последние в основном используются и при выработке большинства других видов бумаги для печати (при изготовлении бумаги для глубокой и офсетной плоской печати иногда применяют трехслойные сетки). Водопропускная способность сетки практически не зависит от ее номера (т.е. числа нитей основы, приходящихся на 1 см ширины сетки), но с его увеличением возрастает удерживание мелких волокон.

Режим обезвоживания бумажного полотна имеет большое значение для формирующейся пористой структуры. Образование хлопьев волокон (флокуляция) при отливе и формовании бумажного полотна во многом определяет механические, оптические и печатные свойства бумаги. Под флокуляцией здесь понимается процесс соединения макромолекул высокомолекулярных веществ с образованием пространственных хлопьевидных элементов рыхлого осадка. Флокуляции целлюлозных волокон может в той или иной степени способствовать увеличение длины волокон; уменьшение толщины волокон; наличие в бумажной массе пузырьков воздуха; неоднородность массы по концентрации; неравномерность поступления бумажной массы на сетку машины; снижение скорости потока массы; наличие в растворе флокулянтов. Технологические факторы, влияющие на степень флокуляции, в порядке убывания их значимости располагают в следующий ряд: вид волокнистого полуфабриката > режим размола волокон > наличие флокулянтов и дефлокулянтов > условия напуска и формования бумажного полотна.

Одностороннее обезвоживание бумажного полотна происходит в открытой зоне формования плоскосеточной машины. Такое обезвоживание способствует возникновению *разносторонности* бумажного листа; различию показателя красковосприятия при печати на верхней и сеточной сторонах листа, а также скручиваемости, волнистости и короблению бумаги. Проблема разносторонности снимается переходом на двухстороннее обезвоживание бумажного полотна в машинах с закрытыми зонами формования: с основной сетки, под которой расположен гауч-вал, бумажное полотно направляется в прессовую часть машины, а вторая сетка служит для образования двухсторонней зоны формования.

Широко применяются и гибридные формующие устройства, в которых после начального одностороннего обезвоживания через сетку, проводится двухстороннее с использованием специального формующего башмака, что позволяет получать бумагу, которая удовлетворяет всем требованиям по прочности и печатным свойствам.

**Прессование бумажного полотна**. Бумажное полотно, поступающее в прессовую часть, кроме воды, удерживаемой капиллярными силами, содержит еще и некоторое количество свободной воды. В прессовой части машины бумажное полотно подвергается дальнейшему обезвоживанию и уплотнению под воздействием сдавливания между валами, в результате которого удаляется в основном свободная вода, вызывая рост капиллярных сил, площади контактов между волокнами и, как следствие этого, увеличение прочности бумажного полотна. Обычно в прессовой части бумажное полотно проходит через несколько прессов – валковых и башмачных. В каждом прессе имеется сукно, охватывающее один из валов.

В случае высокой проницаемости бумажного полотна его уплотнение в основном обязано упругости волокон при сравнительно небольшом гидравлическом давлении. Этот случай типичен для видов бумаги с малой массой 1 м2, изготовляемой из массы низкого помола; он отвечает прессованию с контролируемым давлением – основным фактором процесса: давление можно увеличивать без риска относительного смещения слоев бумаги при течении параллельно плоскости бумажного полотна.

При низкой проницаемости бумажного полотна упругость волокон не оказывает определяющего влияния на процесс обезвоживания и гидравлическое давление в порах, заполненных водой, велико. При таком режиме процесса прессование необходимо проводить с контролируемым потоком, поскольку увеличение давления может вызывать рост градиента порового давления до критической величины, при которой происходит раздавливание бумажного полотна.

Рассматривая механизм процесса прессования, разделяют зону обезвоживания на несколько участков. На первом из них лежащее на сукне бумажное полотно проходит расстояние от места контакта сукна с нижним валом пресса до входа в зону прижима верхнего и нижнего валов. На втором и третьем участках полотно проходит первую и соответственно вторую (по ходу полотна) половину зоны прижима (контакта валов). На этих участках и бумажное полотно, и сукно сжимаются, причем сукно в большей степени. Под действием градиента гидравлического давления, вызываемого сжатием на этих участках, происходит перенос влаги из бумажного полотна в сукно. На четвертом участке бумажное полотно проходит расстояние от места выхода сукна и полотна из зоны прижима валов до места отрыва сукна от поверхности нижнего вала. Для случая прессования с поперечной фильтрацией воды в настоящее время принято деление зоны прессования на шесть участков.

Чем более водопроницаемо сукно в сжатом состоянии, чем ниже влажность сукна на входе в пресс и чем выше твердость поверхности прессовых   
валов, тем эффективнее обезвоживание бумажного полотна. Если на втором участке сжатие нарастает, то на третьем участке по мере снижения давления сжатия бумажное полотно и сукно (а также и резиновая облицовка нижнего   
вала) постепенно восстанавливают свою толщину, а отжатые ранее воздух и вода начинают возвращаться в сукно. Из-за всасывания воды в более тонкие (4…10 мкм), чем у сукна (40…100 мкм) капилляры бумажного полотна в конце третьего участка и на четвертом участке сукно отдает часть воды бумажному полотну.

Различают внутреннее и внешнее обратное впитывание. Внутреннее обратное впитывание – это «послевпитывание», происходящее на выходе из зоны прессования, а увлажнение полотна вне этой зоны (до отделения бумажного полотна от сукна) называется внешним обратным впитыванием. Дополнительный вклад в «послеувлажнение» (помимо капиллярного впитывания) вносят механическое поглощение и пленочное разделение. Первое обусловлено переносом воды из пор сукна в поры бумаги под действием разрежения, вызываемого в порах бумажного полотна восстановлением его толщины на выходе из зоны прижима валов. Пленочное разделение происходит при отделении бумажного полотна от сукна; этот эффект тем существеннее, чем «грубее» сукно   
(т.е. чем больше шероховатость его поверхности).

На эффективность прессования оказывают влияние следующие факторы: водопроницаемость и сжимаемость бумажного полотна; скорость машины; линейное давление (т.е. отношение силы прижатия валов к длине рабочей поверхности валов); масса 1 м2 бумажного полотна; температура бумажного полотна; тип пресса (валковый или башмачный); диаметр прессовых валов и их конструкция; механические свойства покрытий валов; количество (одно или два) и характеристики сукон.

Вклад конструкционных факторов в основном определяется их влиянием на вид функции *P* = *P*(*x*) и продолжительностью прессования *t*, где *x* – координата в машинном направлении ( – ширина зоны прессования). Величины *t* и  связаны уравнением (υ – скорость машины):

 (2.4)

из которого следует, что продолжительность прессования тем больше, чем шире зона прижима и чем меньше машинная скорость. Однако если увеличение *l* в значительной мере благоприятствует обезвоживанию (этим объясняется использование прессов башмачного типа с расширенной зоной прессования), то уменьшение υм (и увеличение диаметра валов) не столь эффективно из-за обратного впитывания.

Выбор конструкции вала определяется в основном видом продукции и местом данного пресса в прессовой части. При использовании двух сукон сухость после прессования дополнительно повышается, если υм и масса 1м2 не слишком малы; в противном случае наличие второго сукна обесценивается усилением обратного впитывания.

Из технологических факторов важнейшими являются те, которые связаны с составом бумажного полотна. Это коэффициент водоудержания WRV (= water retention value) – отношение массы воды, оставшейся в бумаге после ее обезвоживания, к массе сухого вещества (этот показатель можно определить различными методами, например методом центробежного обезвоживания). Зная коэффициент водоудержания, можно вычислить в процентах предельную сухость *c*\* в процентах, которую можно получить прессованием данного материала:

. (2.5)

На значение предельной сухости наибольшее влияние оказывает вид целлюлозы, степень ее помола и выход.

Эффективность работы пресса увеличивается при подогреве бумажного полотна: с увеличением температуры на 10 °С сухость увеличивается на 1,0…1,3 % (при °С существенно уменьшается работоспособность прессового сукна).

**Сушка бумажного полотна**. Заключительный этап обезвоживания бумаги осуществляется в сушильной части машины, где проводится термическая сушка бумажного полотна до влажности, близкой к равновесной (5…8 %). Сушка влажного материала – это совокупность процессов массотеплопереноса, снижающих влагосодержание материала и обычно сопровождающихся фазовыми, химическими и структурно-механическими изменениями вещества. При сушке материал не только теряет влагу при ее фазовом переходе в пар (обычно за счет передачи энергии в форме теплоты), но и изменяет свои свойства.

При сушке бумажного полотна целлюлозные волокна сближаются, между ними возникают дополнительные связи, что увеличивает прочность бумаги; завершаются процессы проклейки, окрашивания, т.е. окончательно формируется внутренняя структура бумаги (картона); сушка приводит к уменьшению удельного объема бумаги, т.е. к ее уплотнению. Кроме того, в сушильной части часто проводят некоторые процессы отделки и облагораживания бумаги.

Общая влага в волокнистом материале включает внешнюю свободную влагу, находящуюся в пространстве между волокнами; внутреннюю свободную влагу, находящуюся в полостях волокон и связанную влагу, содержащуюся в стенках волокон. Деление свободной влаги на внешнюю и внутреннюю становится условным в случае бумаги с немалым количеством наполнителя, так как межволоконная влага в ней локализована в поровом пространстве, образованном частицами наполнителя.

По механизму связывания коллоидным капиллярно-пористым телом, каковым является бумага, влагу подразделяют на капиллярную влагу, удерживаемую силами капиллярного давления; осмотически связанную влагу, или влагу набухания; влагу, удерживаемую силами физической адсорбции; влагу, связанную силами хемосорбции или гидратационную влагу.

Влажность бумаги характеризуется несколькими показателями. Следующие выражения определяют в процентах относительную *W*r и абсолютную *W*а влажности:

; (2.6)

. (2.7)

Из этих выражений следует, что

. (2.8)

В формулах (2.6) и (2.7) *m* – масса влажной бумаги; *m*0 – масса абсолютно сухой бумаги; *m*в – масса влаги. Влагосодержание бумаги в килограммах на килограмм (кг/кг)

. (2.9)

Сухость бумаги в процентах

. (2.10)

Равновесная влажность бумаги зависит от относительной влажности воздуха при прочих равных условиях (табл. 2.8.).

Таблица 2.8

Зависимость равновесной влажности бумаги *W*r\*   
от относительной влажности воздуха *W*в

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид бумаги | ρ,  г/см3 | *W*r\*, %, при *W*в, %: | | | | |
| 40 | 55 | 65 | 75 | 85 |
| Газетная  Словарная А  Типографская № 2  Для глубокой печати  Обложечная для книг, 160 г/м2  Обложечная для книг, 120 г/м2  Картографическая | 0,56  0,80  0,64  1,09  0,80  0,85  0,96 | 7,8  4,6  6,4  4,9  7,6  5,8  5,7 | 8,6  5,3  7,0  5,7  8,9  6,9  6,7 | 9,0  6,0  8,1  6,2  10,0  7,8  7,3 | 10,4  6,5  8,7  6,7  10,8  8,5  8,0 | 12,2  8,6  10,5  8,5  12,5  9,6  10,1 |

Возможны различные методы сушки бумаги: сушка в поле высокой и сверхвысокой частоты, ИК-сушка, конвективная сушка на воздушной подушке и другие, но наиболее эффективным и общепринятым является контактно-конвективный метод. Прижим бумаги к гладкой горячей поверхности сушильных цилиндров обеспечивает не только удаление влаги, но и выглаживание бумажного полотна; при этом обезвоживанию способствует и конвекция – обдув полотна теплым воздухом.

Традиционные сушильные установки включают два горизонтальных ряда вращающихся бумагосушильных цилиндров, расположенных в шахматном порядке так, что бумажное полотно попеременно соприкасается то одной стороной с цилиндрами верхнего ряда, то другой стороной – с цилиндрами нижнего ряда. В последнее время при высокоскоростном (υм > 1,6 км/мин) производстве тонкой бумаги, например газетной, применяют однорядовую компоновку сушильных цилиндров, а для компенсации односторонности сушки в сушильную часть добавляют два машинных двухвальных каландра.

При сушке бумаги происходит ее усадка по всем трем направлениям. Относительная усадка бумажного полотна в процентах по длине *l*, ширине *b* и толщине δ выражается формулой:

, , (2.11)

где *n* и *n*′ – соответствующий линейный размер до и после усадки соответственно. Объемная усадка в процентах

. (2.12)

Приведенные формулы выражают общую усадку, включающую межволоконную усадку и усадку самих волокон, которые существенно различаются по своей кинетике.

При свободном высыхании бумаги ε*b* приблизительно в два раза больше, чем ε*l*. Натяжение бумажного полотна в машинном направлении уменьшает ε*l*, а ослабление прижима сеткой полотна к сушильным цилиндрам увеличивает ε*b*; усадка же по толщине возрастает с натяжением полотна. При конвективной сушке картона усадка по длине составляет 3,0…3,5 %, а по толщине достигает 30 %. Поперечная усадка тем больше, чем шире машина. Наблюдения   
Д. М. Фляте и С. Н. Иванова свидетельствуют, что на усадку оказывает влияние и состав бумажной массы по волокну. Тонкостенные волокна мягких пород древесины более предрасположены к усадке чем толстостенные волокна твердой древесины; рост степени помола влечет уменьшение усадки; уменьшает усадку и замена целлюлозы древесной массой, а также присутствие в бумаге наполнителя.

В зависимости от вида лимитирующей стадии массопереноса расчет процесса сушки сводится к решению одной из следующих задач: внутренней, внешней и сопряженной. Под кинетикой процесса сушки обычно понимают изменение во времени усредненных по объему высушиваемого материала влагосодержания и температуры. Процесс сушки влажных материалов разделяют на три периода.

Период I – это период прогрева бумаги, в течение которого ее температура увеличивается от начальной *Т*0 до температуры насыщенного пара при атмосферном давлении *Т*н.п. в случае контактной сушки (или до температуры адиабатического испарения влаги при конвективной сушке). При сушке бумажного полотна период I длится не долго, и влагосодержание в этот период уменьшается незначительно.

Период II характеризуется постоянством температуры и скорости сушки.   
В этот период из бумаги удаляется только свободная влага. Период II, в котором процесс протекает во внешнедиффузионной области, называют периодом постоянной скорости сушки (*W*w линейно убывает с ростом *t*).

Период III, или период падающей скорости сушки, начинается с момента, когда вследствие уменьшения влагосодержания материала до его гигроскопического состояния начинается внутреннее диффузионное торможение процесса. Падение скорости сушки было бы еще более быстрым, если бы температура бумаги в этот период не увеличивалась до температуры источника энергии (или близкой к ней). В периоде III из бумаги удаляется связанная влага, а на его заключительной стадии – адсорбционная влага. В случае видов бумаги и картона, неподверженных значительной усадке по толщине, зависимости  от *W*w в периоде III можно аппроксимировать прямой линией.

На скорость сушки оказывают влияние как параметры работы сушильного устройства, так и характеристики бумаги. Факторы, способствующие росту пористости, например наличие в бумаге наполнителя, увеличивают скорость сушки. Увеличение степени помола, напротив, приводит к уменьшению скорости обезвоживания. Включение же в композицию бумаги древесной массы, порождающее разрыхление структуры бумаги, ускоряет ее сушку. Канифольная проклейка бумажной массы не оказывает заметного влияния на скорость сушки, а отбеливание несколько ее замедляет.

**Отделка бумаги**. На бумагоделательной машине одновременно с процессом сушки или непосредственно после нее могут выполняться отделочные операции для улучшения показателей гладкости, лоска, прочности и др. Оборудование для отделки бумаги и картона может представлять собой тот или иной набор следующих элементов: полусухой каландр; лощильный цилиндр; крепирующие и микрокрепирующие устройства; клеильный пресс; холодильные цилиндры; устройства для увлажнения бумаги; машинный каландр; мягкий каландр; встроенные каландры (аналоги суперкаландра); накат; оборудование для резания бумаги на рулоны требуемой ширины полотна.

В дополнение машинному каландру на тихоходных и среднескоростных машинах иногда устанавливают двухвальный полусухой каландр (иначе называемый полусухим прессом) с целью уплотнения бумаги. Степень уплотнения тем выше, чем меньше сухость бумажного полотна. Пропускание полотна через полусухой каландр усложняет работу сушильной части, поэтому он находит ограниченное применение.

При односторонней контактно-конвективной сушке бумаги для увеличения ее гладкости и лоска используют лощильный цилиндр большого диаметра, к горячей поверхности которого прижимается бумага. Сухость бумажного полотна на входе в лощильный цилиндр должна быть примерно 60 %. Если на сходе с него сухость бумаги составляет 92…93 %, то она поступает на накат; если же бумага на лощильном цилиндре высушивается до меньшей сухости, то после него она досушивается на установке из 6…10 сушильных цилиндров.

При изготовлении бумаги для полиграфии крепирование (придание поверхности бумаги видимых складок) не используется. Микрокрепирование (придание поверхности бумаги почти незаметных складок) применяют в основном в производстве мешочной бумаги, но оно может быть полезно при изготовлении бумаги для оклейки корешков книжных блоков.

На клеильном прессе возможно проведение различных процессов отделки и обработки бумаги и картона: поверхностной проклейки, пигментации, окраски, пластификации, нанесения различных покровных составов, модификации с целью повышения влагопрочности, барьерных свойств, биостойкости, снижения пылимости и т.д. Клеильный пресс состоит из двух валов одинакового диаметра, оси которых расположены в горизонтальной, вертикальной или наклонной плоскостях. В последнее время широкое распространение получил наклонный клеильный пресс с расположением валов под углом 30…45°. Клей наносится на бумажное полотно двумя вспрыскиваниями, а нанесение на бумагу покровного слоя или пигментация выполняются системами валиков. Клеильный пресс устанавливают так, чтобы сухость бумажного полотна на входе в него составляла 85…95 %. После клеильного пресса досушивание бумаги проводят при минимальной температуре (80…90 °С).

В классическом варианте машинный каландр включает бомбированный приводной нижний вал и расположенные (обычно в одной вертикальной плоскости) друг над другом металлические полированные валы с дополнительным прижимом верхнего вала.

Каландрирование влияет на свойства бумаги. Бумага, не прошедшая каландр, считается матовой; прошедшая – бумагой машинной гладкости; дополнительно обработанная на суперкаландре – каландрированной. При каландрировании бумаги для печати повышается ее гладкость и улучшаются некоторые печатные свойства. Увеличение гладкости зависит в основном от количества захватов бумаги в каландре, но действительно высокие показатели гладкости и лоска достигаются только при обработке бумаги на суперкаландре. Наряду с отмеченными положительными эффектами каландрирование вызывает уменьшение сжимаемости, белизны, непрозрачности, а иногда – степени проклейки и прочности бумаги. Для повышения эффективности каландрирования используют встроенный каландр, аналогичный суперкаландру, с чередующимися жесткими и мягкими валами. Обработка на таких каландрах рекомендуется для всех видов бумаги для печати.

При одинаковых значениях линейного давления ширина зоны контакта бумаги с эластичным валом суперкаландра в 4…5 раз больше, чем на машинном каландре, поэтому давление в зазоре суперкаландра меньше в то же число раз, а время воздействия соответственно больше. Кроме того, при сжатии эластичных валов выделяется энергия в виде теплоты, способствующая выравниванию поверхности. Суперкаландр оснащается раскатом и накатом, а также тормозным устройством для регулирования натяжения бумажного полотна.

Мягкий каландр, устанавливаемый на бумагоделательной машине, предназначается для отделки бумаги, сопоставимой с отделкой на суперкаландре. Важнейшим преимуществом мягкого каландрирования считается возможность компенсации неравномерности массы в расчете на единицу поверхности бумаги. Горячее мягкое каландрирование снижает пылимость бумаги, лишь незначительно уменьшая непрозрачность (на менее чем 1 %) и белизну (на менее чем 5 % ISO), и лучше сохраняет прочностные свойства, а также удельный объем бумаги по сравнению с обычным каландрированием. Последнее имеет особенное значение при производстве газетной и других видов бумаги для печати.

На конце бумагоделательной машины располагается накат, с помощью которого осуществляют равномерное и достаточно плотное наматывание бумаги в рулоны.

**Контрольные вопросы**

1. Назовите основные полуфабрикаты бумагоделательного производства.

2. Укажите роль волокнистых материалов в структуре бумаги.

3. Дайте определение целлюлозы.

4. Укажите строение целлюлозы.

5. Применение целлюлозы в производстве бумаги.

6. Какой вид древесной целлюлозы вы знаете?

7. Древесная масса, виды древесной массы, применение ее в производстве бумаги.

8. В чем отличие древесной массы от древесной целлюлозы?

9. Приведите общую технологическую схему производства бумаги.

10. Укажите роль степени помола волокон в производстве бумаги.

11. Укажите назначение поверхностной проклейки.

12. Почему для офсетной, картографической, чертежной бумаги необходи­ма большая степень проклейки?

13. Какова роль проклейки в бумаге? Виды проклеек.

14. Какова роль наполнителей в бумаге? Какие виды наполнителей вы знаете?

15. Что такое зольность бумаги и что она характеризует?

16. Классификация бумаги по содержанию наполнителя.

17. Какова роль влаги в структуре бумаги? Как влияют изменения содержания влажности на свойства бумаги?

18. Какими показателями характеризуется пористость бумаги?

19. Какие рабочие свойства бумаги зависят от пористости?

20. Влияние направления отлива бумаги на качество печати.

21. Какое значение имеет знание 1 м2 бумаги?

22. Дать определение плотности бумаги.

23. Как влияет сорность на качество печати?

25. Что такое размол и как он влияет на основные характеристики структуры бумаги, включая облачность?

26. Влияние лицевой и сеточной сторон листа на качество бумаги и воспроизведение изображения.

27. Как влияют наполнители на впитывающую способность бумаги?

**Глава 3. ВИДЫ БУМАГ**

**3.1. Бумага для высокой печати**

*Типографская бумага* предназначе­на для печатания на листовых и ро­левых машинах текстовых и иллюстраци­онно-текстовых изданий с тоновыми и штри­ховыми иллюстрациями. Она имеет следующие особенности.

1. Бумага производится без проклейки в массе, так как при способе высокой печати она, вотличие от офсетного способа, не контактирует с во­дой.   
В принципе клееная бумага пригодна для печатания способом высокой печати, однако, это экономически нецелесообразно.

2. Для придания способности деформиро­ваться под давлением печатной формы и улуч­шения контакта между печатающими элемента­ми и бумагой, а также для повышения впиты­вающей способности по отношению к краске в композиции бумаги увеличивают количество минерального наполнителя (мела, каолина). Содержание наполнителя в типографской бумаге, как правило, выше, чем в офсетной, в некоторых случаях превышает 30 %, соот­ветственно несколько ниже показатели меха­нической прочности типографской бумаги (со­противление разрыву, излому, стойкость поверхности к выщипыванию и др.).

3. Типографская бумага вырабатывается трех уровней гладкости: машинная гладкость – 30...80 с по Бекку; гладкость каландрированной бумаги – 100...250 с; гладкость высококаландрированной бума­ги – 300...500 с и более. Плотность бумаги находится в пределах 0,7... 1,1 г/см3 и изменяется пропорциональ­но гладкости.

Мягкость и эластичность в сочетании с гладкостью имеют первостепенное значение для оценки пригодности бумаги для высокой печати, например: увеличение шероховатос­ти поверхности бумаги приводит к необхо­димости в процессе печати увеличивать или давление, или толщину красочного слоя. Су­ществует верхний предел давления, в случае превышения которого на оттиске возникает пестрота, а печатная форма может продавливать краску (происходит так называемое «пробивание» краски). Если бумага слишком шероховата, то пробивание происходит преж­де, чем будет достигнут достаточный уровень давления для обеспечения оптимального кон­такта.

4. Содержание влаги является фактором, в значительной степени определяющим прак­тически все свойства бумаги, а также ее по­ведение в печатных и послепечатных процес­сах, в том числе механическую прочность, устойчивость размеров и формы листов, при­годность для обработки и переработки. По­вышенная влажность может быть самостоя­тельной причиной таких дефектов, как скру­чивание, коробление, образование морщин. Контроль за приводкой в процессе печати, электризацией оттисков, их плоскостностью не возможен без контроля за влажностью бумаги и ее изменением.

Оптимальное содержание влаги в бумаге для высокой печати составляет около 4,5... 5,5 %, однако, для бумаги с содержанием в компози­ции древесной массы возможны отклонения от этих значений в большую сторону.

При печатании на мелованной бума­ге способом высокой печати иногда возникают проблемы с закрепле­нием краски. Мелованная бумага активно впитывает связующее, поэтому применяют краску с повышенным содержанием связующего. Считается, что оптимальное значение стойкости поверхности мелованной бумаги для способа высокой печати к выщипыванию по Деннисону должно составлять от 4 до 7. При этих значениях обеспечивается оптимальное впитывание краски.

**3.2. Бумага для офсетной печати**

Офсетный способ открыл возможность применения передовых техно­логий с использованием для печатания достаточно широкого ассортимента материалов. Тем не менее, к бумаге, применяемой в офсетной печати, предъявляется ряд специфических требо­ваний.

По ГОСТ 17586-80 "Бумага. Термины и определения" офсетная бумага определяется как клееная среднезольная бумага с ограниченной деформацией при увлажнении, предназначенная для печатания изданий офсетным способом. По ГОСТ 9094-89 "Бумага для печати офсетная" выделены следующие виды офсетной бумаги, отличающиеся композицией и назначением: № 1 – из беленой целлюлозы, в том числе лиственной – не более 80 %; № 2 *марки А* – из беленой целлюлозы и не более 50 % беленой древесной массы, № 2 *марки Б* – из беленой целлюлозы и не более 50 % белой древесной массы.

Выпускается офсетная бумага в листах и рулонах, причем требования зависят от ее использования соответственно в листовых и ролевых печатных машинах.

Западные производители офсетной бумаги определяют ее как бумагу без покрытия, чистоцеллюлозную или с содержанием древесной массы, обладающую высокой устойчивостью к деформации под действием влаги при офсетной печати. Массовые виды офсетной бумаги выраба­тываются двух уровней гладкости: бумага машинной гладкости (30...80 с по Бекку); каландрированная (гладкость до 150 с по Бекку).

Офсетная бумага должна соответствовать особым требованиям. Основное отличие офсетной печати заключается в том, что на печатной форме пробельные и печатающие элементы находятся практически в одной плоскости. Краска передается через декель офсетного цилиндра и под давлением переносится на бумагу. Особенности свойств офсетной бумаги обус­ловлены следующими технологическими фак­торами процесса печати: применением увлажнения в процессе пе­чати, большей вязкостью используемых красок, чувствительностью печатных форм к ме­ханическим и химическим воздействиям. Для офсетной печати на высокоскоростных машинах важным фактором являются такие прочностные характеристики бумаги, как прочность на разрыв, излом, стойкость к выщипыванию и влагопрочность.

В связи с использованием высоковязких красок, наносимых на бумагу тонким слоем, ее поверхность подвергается действию отно­сительно больших усилий, вызывающих выщипывание. Поэтому прочность поверхнос­тина выщипывание у офсетной бумаги дол­жна быть выше, чем у других видов печат­ной бумаги. Согласно ГОСТ 9094-89, норма этого показателя у офсетной бумаги высших марок – не менее 2,2. Прочность на выщипывание по Деннисону мелованной бума­ги для офсетной печати составляет не менее 8,0 (по сравнению с 5...6 у бумаги для высокой печати).

Бумаги, предназначенные для офсетной печати, должны иметь минимальную деформацию при увлажнении, так как по условиям технологии печатного процесса они соприкасаются с увлажненными поверхностями. Бумага – материал гигроскопичный. При увеличении влажности ее волокна набухают и расширяются, главным образом по диаметру. Бумага теряет форму, коробится и морщинится, а при высушивании происходит обратный процесс: бумага дает усадку, в результате чего изменяются размеры. Повышенная влажность резко снижает механическую прочность бумаги на разрыв, бумага не выдерживает высоких скоростей печатания и рвется. Изменение влажности бумаги в процессе многокрасочной печати приводит к несовмещению красок и нарушению цветопередачи. Офсетная бумага массой 1м2  90 г при пе­чатании четырьмя красками поглощает до 1 % влаги, в результате этого размер листа в поперечном направлении увеличивается на 1,2 мм, что является одной из главных при­чин несовмещения красок на оттиске.

Неоднородность структу­ры листа и ориентация волокон в машинном направлении приводит к различной деформации в разных направлениях. Наибольшую деформацию при изменении влажности бумага испытывает в поперечном направлении, так как при набухании каждое волокно относительно больше расширяется, чем удлиняется. В большей степени деформируется плотная бумага, меньше – рыхлая, в которой из-за значительных пор набухание меньше влияет на размер листа.

Ассортимент бумаги для офсетной печати включает марки бумаги, выпускаемой по ГОСТ, а также большое разнообразие марок, производимых изготовителями по разрабатываемым ими техническим условиям (ТУ). Кроме того, полиграфическими предприятиями используются различные виды и марки бумаги зарубежного производства.

В таблице 3.1 приведено рекомендуемое назначение бумаги для печатания офсетным способом различных видов изданий.

Таблица 3.1

Рекомендуемое назначение бумаги

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика бумаги | | | Показатели | | Виды изданий |
| масса 1 м2 | белизна, % |
| *Бумага без покрытия* | | | | | |
| С содержанием  древесной массы (№ 2) | газетная | 40–50 | | 60–70 | газеты, справочники текущей информации. |
| книжно-журнальная | 60–70 | | 70–75 | дешевые книжные и журнальные издания, преимущественно однокрасочные. |
| Чистоцеллюлозная (№ 1) |  | 60–80 | | 80–85 | книжные издания, детская литература; |
| 100–125 | | более 90 | иллюстрированная литература. |
| *Бумага с покрытием (мелованная)* | | | | | |
| Основа с древесной массой | | 50–90 | | 75–80 | многокрасочные журналы. |
| Основа чистоцеллюлозная | | 100–250 | | 85–90  и выше | разнообразная многокрасочная продукция. |

**3.3. Бумага для глубокой печати**

Способ глубокой печати по его уникальным возможностям передачи тоновых градаций широко применяют для печати высокохудожественных альбомов и иллюстрированных журналов. Особенность требований к бумаге для глу­бокой печати определяется тем, что печатающие элементы печатной формы заглубле­ны и находятся ниже уровня пробельных элементов. Бумага, контактирующая с печат­ной формой, впитывает краску, находящую­ся в углублениях. Для восприятия маловязких красок, используемых в глубокой печати, бумага должна иметь мелкопористую структуру с узким распределением пор по радиусам, что обеспечивается соответствующим размолом волокон клетчатки, добавлением в пульпу наполнителей и каландрированием. Бумага для глубокой печати должна иметь высокую гладкость и эластичность с целью обеспечения равномерного контакта с печатной формой. Учитывая, что способ глубокой печати осуществляется маловязкими красками, требования к стойкости поверхности бумаги в этом слу­чае более низкие, чем в способах высокой и офсет­ной печати. Проклейку проводят в небольшой степени с целью устранения пыления, снижения гигроскопичности, закрепления наполнителей.

Бумага для глубокой печати производит­ся из высококачественного сырья: № 1 – на 100 % состоит из целлюлозы; № 2 – с добавлением до 35 % химической и термохимической тщательно приготовленной древесной массы.

Бумага для глубокой печати производит­ся с гладкостью поверхности свыше 500 с (мелованная бумага с гладкостью свыше 1000 с по Беку). Для достижения высоких значений гладкости и мягкости бумага выпускается с высоким содержанием наполни­телей, зольность ее превышает 20 %, а зачастую (бумага марки SC) и 30 %.

**3.4. Общие сведения о бумаге   
для печати без применения печатной формы**

Печать без использования печатной фор­мы*,* так называемая безударная, составляет основу современных быстро развивающихся направлений полиграфического производ­ства – оперативной полиграфии, копировально-множительной техники, принтеров для вы­вода информации из компьютеров.

Стремительное разви­тие рынка офисной техники является основ­ным фактором быстрых темпов роста объе­ма выпуска (средний прирост 6 % в год) и расширения ассортимента видов печатной бумаги этого назначения. Под бумагой для офиса понимают несколько видов бумаги для фиксирования, размноже­ния, передачи и хранения информации.

Офисные виды бумаги включают бумагу для факсов (обычную и термокопировальную, с лазерным принципом воспроизведения изображения), для плоттеров и принтеров, фотокопировальных установок, в которых в зависимости от способа печати используется бумага для лазерной, струйной печати, тер­мопечати. Большой объем бумаги использу­ется в качестве бесконечных формуляров, часто на самокопировальной бумаге. В каче­стве офисной используется и самоклеящая­ся бумага в виде листов форматом А4.

Применяемые виды офисной бумаги можно разделить на две большие группы. Первая группа включает бумагу без функциональных покрытий*.* Представители этой группы, как правило, имеют поверхност­ную проклейку, а в некоторых случаях по­верхность подвергается пигментированию. Бумага этой группы используется для машинописи в печат­ных машинках и других печатных устрой­ствах с ударным принципом действия (на­пример, в матричных принтерах), в копировальных аппаратах, для регистрации инфор­мации в выводных устройствах компьютеров, в первую очередь, в принтерах (лазерных, струйных).

Ко второй группе относятся разновиднос­ти бумаги со специальными покрытиями: специальная бумага для струйных принтеров и плоттеров, термочувстви­тельная (для факсов и плоттеров), а также бумага специального назначения, например для входных билетов с защитой от подделок, бумага для электростатической записи и др.

Бумага для офисной техники производит­ся предприятиями по своим спецификаци­ям. Офисную бумагу производители подраз­деляют по классам А; В; С – от высшего к низшему.

Каждая фирма разрабатывает свою «ли­нейку» марок по назначению бумаги. Наи­более распространена следующая градация.

1. *Бумага для больших объемов работы* – пригодна для двухстороннего ко­пи­рования, имеет несколько пониженную массу – 75 г/м2 или белизну –   
87– 92 %, например бумаги концерна «Enso» – Zoom Plus, финской бу­мажной фабрики «Kangas Paper Mill» – Amicus Professional.

2. *Универсальная (многофункциональная) бумага для офиса* – рекомендуется для ра­боты небольшими тиражами на копировальной технике, струйных и лазерных принте­рах, факсимильных аппаратах, использую­щих обычную бумагу, при офсетной печати бланков и рекламы. К этой группе можно отнести бумаги марок Kym Lux, Zoom, Amicus Office, бумагу шведского концерна «Мо Do Paper» – Data Copi, а также известные на рос­сийском рынке марки Rank-Xerox Businnes, Canon, Чайка разных производителей Фин­ляндии, Польши и других стран.

3. *Бумага для изготовления документов выс­шего качества* (представительских) – это бумага марок Kym Ultra, Zoom Altima, Amicus Personal. Белизна бумаг этой группы макси­мальная – свыше 95 %.

Разработана методика опера­тивного тестирования офисной бумаги, позволяющая оценить степень пригодности бумаги для конкретного вида офисной тех­ники, а также сравнить между собой два вида или две партии бумаги. Тестирование бумаги целесообразно про­водить по следующим направлениям: показатели качества бумаги как собствен­но материала; характеристики качества бумаги как из­делия (листа, пачки, короба); оценка потребительских качеств бумаги, в том числе качества прохождения офисной техники и качества воспроизведения инфор­мации (изображения). Тестируются образцы бумаги форматом A3 и А4 по следующим показателям качества бумаги.

1. *Показатели качества бумаги как мате­риала –* стойкость поверхности к выщипыванию по Дениссону, номер бумаги; влажность, в процентах.

2. *Показатели качества изделия –* качество листа: качество кромки (чистота среза; заминание кромки); колебание размеров листа; косина; значение и колебания значений коэффициента трения между листами в пачке; пыление.

3. *Показатели качества пачки бумаги –* единообразие свойств листов в пачке по оптическим, геометрическим свойствам и коэффициенту трения между листами; единообразие укладки сходящих с бумагоделательной машины листов в пачке по положению верхней и нижней поверхностей и по положению их относительно клапана упаков­ки пачки; сплошность клеевого шва клапана упаков­ки пачки.

4. *Показатели потребительского качества –* ввод и прохождение через аппарат; число сбоев на 1000 копий (для копиро­вального аппарата при односторонней и двух­сторонней печати); плоскостность после выхода из аппарата (подъем кромок, диагональное скручивание).

5. *Показатели качества изображения –* оптическая плотность; колебания оптической плотности; разрешающая способность; четкость линий изображения; прочность закрепления; прохождение на обратную сторону бума­ги (для струйных принтеров).

Качество изображения проверяется при воспроизведении на бумаге с помощью копи­ровального аппарата или принтера специаль­ных тестовых изображений.

В России основными производителями бумаги для офисной техники являются ОАО «Светогорск», ОАО «Сыктывкарский ЛПК», ОАО «Котласский ЦБК». Специальную бумагу (в том числе цветную) производят бумажные фабрики Объединения «Гознак», разного качества бумагу – несколько других предпри­ятий.

*Бумага для электрофотографии* (ксерогра­фии)появилась в связи с изобретением элек­трофотографического или, как его часто назы­вают, ксерографического процесса, лежащего в основе новых способов копирования инфор­мации, а также вывода ее с компьютера.

Запись информации в этих процессах осуществляется непосред­ственно на бумагу из компьютера с помощью электрических записывающих электродов. Такой способ печати называется электрогра­фией.Электрофотография и электрография относятся к электростатическимспособам регистрации изображения, в которых на поверх­ность промежуточного полупроводникового носителя изображения, заряженную с помощью коронного разряда, экспонируется изображение оригинала.

Поверхность, не подвергшаяся освещению (соответ­ствующая изображению на оригинале), сохраняет электрический заряд, а на освещенных участках заряд стекает на электропроводную основу. В результате на полупроводнике получается рельеф в виде электрического потенциала, образующий скрытое изображение. Видимым скрытое изображение становится после проявления его порошком тонера, который притягивает­ся к заряженным участкам, а с незаряжен­ных ссыпается. Проявленное изображение с помощью электростатического поля пере­носится на бумагу, после чего закрепляется на ней (чаще всего нагреванием и легким давлением). Дальнейшим развитием этого способа вос­произведения изображения стали цифровые печатные машины.

Бумага в процессе получения печатного изображения электростатическим способом участвует в следующих процессах: ввод бумаги в аппарат (принтер, копиро­вальный аппарат, факс, печатную машину и пр.); перенос изображения с промежуточного носителя; закрепление изображения; транспортировка и финишные операции (сортирование копий, подборка, брошюровка).

При вводе в аппаратважны значение и однородность коэффициента трения между листами в пач­ке, а также воздухопроницаемость бумаги. Определяющими являются также точность размеров листов бумаги в пачке и отсутствие их косины.

При переносенеобходимо создать условия для электростатического переноса проявлен­ного на промежуточном носителе изображе­ния на бумагу. Это одинаково затруднено и при высокой электропроводности бумаги, и при высоком ее электрическом сопротивле­нии. Таким образом, электрическое сопротив­ление бумаги должно находиться в опреде­ленных пределах.

Для операции закрепления изображенияв узле закрепления, состоящем из двух сжи­мающихся с определенным давлением валов, один из которых (как правило, верхний) на­гревается до температуры 180...220 °С, предъявляются определенные требования к ровности и микрорельефу поверхности бума­ги, а также к стабильности размеров и формы листов.

Бесперебойное прохождение бумаги в копироваль­ном аппарате от ввода до самонаклада или финишера (устройства, производящего под­борку копий в брошюры) требует определен­ной ее жесткости при изгибе в направлении ввода в аппарат, а также соблюдения определенной точности реза на листы, т.е. соблюдения допусков на размеры последова­тельных листов в пачке и их косину.

Большое значение для бесперебойной ра­боты офисной техники имеют склонность бу­маги к пылению и прочность поверхности. При двухстороннем копировании очень важ­ную роль играет непрозрачность.

*Бумага для струйной печати* и требова­ния, предъявляемые к ней, имеют ряд осо­бенностей по сравнению с требованиями к бу­маге для электрофотографии. Это касается в первую очередь сорбционных свойств по­верхности бумаги, поскольку в струйной пе­чати используется печатная краска понижен­ной вязкости.

Капли чернил, попадая на поверхность бу­маги, впитываются и деформируют ее поверхность. Качество изображения существенно зависит от вели­чины и характера этой деформации.

*Бумага для электростатической печати* позволяет осуществить электростатический способ регистрации изображения без проме­жуточного носителя. Скрытое изображение формируется непосредственно на бумаге.

Электростатическая бумага представляет собой функционально двухслойный материал. Основа – это электропроводящая бумага, тре­буемый уровень электропроводности которой (значение удельного объемного сопротивления должно лежать в области 106 Ом/м) достига­ется обработкой составами на основе полиэлектролитов. Верхний, рабочий слой, на ко­тором регистрируется изображение, напро­тив, должен обладать хорошими диэлектри­ческими свойствами (удельное сопротивле­ние свыше 1016 Ом/м).

Кроме того, так как проявление осуществляется жидким тонером, покрытие должно обладать высоким уров­нем барьерности по отношению к несущей жидкости тонера, выполняющего роль про­явителя.

В настоящее время дан­ный вид бумаги производится зарубежными фирмами.

*Бумага для термопечати* (термочувстви­тельная бумага)находит применение в уст­ройствах для печати чеков, этикеток, факси­мильной печати, билетов и проездных доку­ментов, требующих защиты от подделки, штрихового кода и   
т. д. Значительный объем термочувствительной бумаги используется в измерительных и регистрирующих приборах (медицинских, навигационных и пр.). Существует прямая термографическая печать и печать методом переноса (термопереводная печать).

Прямая термопечатьосуществляется на специальной бумаге с покрытием. В состав покрытия входят лейкокрасители и кислый проявитель, которые под действием тепла термопечатающей головки реагируют друг с другом и образуют цветное изображение. Красители и проявитель наносятся на бума­гу в растворе связующего и других добавок, повышающих качество печати и снижающих загрязнение термоголовки.

Разработанные новые виды термочувстви­тельной бумаги со специальными покрытия­ми позволяют сохранять изображение в те­чение длительного времени. Различают тер­мобумаги физического и химического прин­ципа действия. Они бывают одно-, двух- и многоцветные.

При печати *методом переноса* возможно использование любой мелованной или неме­лованной бумаги. Существует три различных способа переноса: перенос при помощи восковых красок; сублимационный перенос; термоперенос при помощи красящей ленты.

К новым технологиям бесконтактной печа­ти относятся ионография и магнитография. В *ионографии* заряженное изображение формируется на носителе ионным источни­ком. Визуализация изображения производит­ся тонером, как в электрографии. Изображе­ние переносится на бумагу и фиксируется. Возможна печать на различных материалах, в том числе и на диэлектрической бумаге.   
В этом случае изображение формируется не­посредственно на специальной диэлектриче­ской бумаге.

В *магнитографии* формирование изобра­жения осуществляется с помощью магнит­ных пишущих головок на магнитном цилин­дре для записи изображения. Проявление изображения на цилиндре производится на­магниченным тонером. После передачи на бумагу изображение фиксируется тепловым способом.

**3.5. Самоклеящаяся бумага**

Самоклеящиеся материалы – это много­слойные материалы со слоями, имеющими различные функциональные свойства. Изготавливают их на основе бумаги и синтетических пленок. Всю печатную информацию несет на себе поверхностный материал. В ка­честве поверхностного материала может ис­пользоваться бумага разных видов. Это мо­жет быть офсетная бумага без покрытия, массой 1 м2 70...80 г, суперкаландрированная. Пригодна она для всех видов печати этикеток, включая ксерографию и ризографию.

Широко распространены марки бумаги (80...90 г/м2) с односторонним мелованием. На них возможна полноценная многоцветная печать. Белизна этих материа­лов составляет 90...95 % при глянце 60...65 %. Для этикеток используются цветные виды бумаги, а также бумага с тис­нением поверхности. При про­изводстве этикеток для на­клеивания на цилиндрические поверхности малого диаметра, где требуется низкая жест­кость бумаги при изгибе, (например при на­клеивании этикеток на ампулы в фармацев­тике), используются специальные марки тон­кой мелованной бумаги массой 60...65 г/м2.

Самоклеящаяся бумага заменяет гумми­рованную при изготовлении почтовых марок. В этом случае клеевой слой и этикетка раз­делены подслоем (праймером) для того, что­бы сохранить обычное свойство марок откле­иваться от конвертов в руках филателистов.

Самоклеящиеся материалы для принтеров и копиро­вальных аппаратов имеют пониженную тол­щину. Среди таких материалов следует выделить марки с термо­чувствительным покровным слоем, которые исполь­зуются в тех случаях, когда необходимо пе­чатать изменяющуюся информацию (штрих-код, вес, цену, размер и т. д.).

Клей, используемый в самоклеящихся ма­териалах, в значительной степени определя­ет их свойства и назначение. Виды клеев подразделяются в зависимости от их действия на постоянные (Duro) и съем­ные (Non perm). Постоянные клеиотличаются высокой адгезией к приклеиваемой поверхности: уда­ление наклейки приводит к ее разрыву. Съемные клеиприменяются в тех случа­ях, когда необходимо удалить наклейку без следов либо сохранить ее для повторного ис­пользования.

В качестве антиадгезионного слоя исполь­зуется, как правило, специальная антиадге­зионная бумага. Ее антиадгезионные свойства достигаются нанесением на бумагу-основу, имеющую плотную структуру и лощеную сомкнутую поверхность, слоя силикона в ко­личестве 1...2 г/м2.

Крупнейшие производители самоклеящих­ся материалов – фирма «Raflatak», входящая в концерн UPM «Kummene», а в мире – концерн «Every Denisson», объе­диняющий фирмы «Fasson», «Fivery» и « Jac».

**3.6. Общие сведения о видах оформительской бумаги**

К видам оформительской бумаги относит­ся бумага для мягких обложек и форзацная, используемые для изготовления пе­чатной продукции, а также бумага для производства папок деловой документации, календарей, постеров и других изделий, пред­назначенных для формирования фирменно­го стиля. Такие виды бумаги должны иметь высокие декоративные и определенные функциональные свойства.

Для обложечной бумаги, как и для форзацной, важны жесткость при изгибе, стабиль­ность формы (сопротивление скручиванию, определенная предельная величина деформа­ции при намокании), хорошие показатели прочности при многократных перегибах, све­тостойкость и износостойкость.

При изготовлении печатной продукции все чаще используются виды бумаги со специаль­ной отделкой и обработкой: тиснением, покры­тиями и добавками в массу, с оптическими и структурными спецэффектами.

В России известно несколько коллекций та­ких видов бумаги зарубежных поставок, в их числе коллекция испанской фирмы «Fabregas», отличающаяся мелованной поверхностью с перламутровым эффектом и большим разнообразием тиснения; коллекции итальян­ской фабрики «Fedrigoni», бумага которой со­держит длинноволокнистую целлюлозу и во­локна хлопка (коллекция «Sevile Row»); с од­носторонним покрытием, тиснением и блест­ками («Constellation Jade»). Свои коллекции предлагает и французская фирма «Arjo Wiggins», и голландская «KNP Meerson». Отличается многообразием по цветовому решению, рисунку тиснения бумага производ­ства фирмы «August Koehler». Масса 1 м2 этих марок бумаги (картона) изменяется от 100 до 300 и более граммов.

Декоративные виды бумаги производятся с использованием разнообразных химических добавок, часто они скорее относятся к ком­позиционным материалам на целлюлозной основе. Поэтому в сочетании с различным рельефным тиснением такие материалы при запечатывании требуют определенной подго­товки. Шероховатые или тисненые, а также материалы с войлочно-фетровой текстурой поверхности могут потребовать сжимаемых офсетных резинотканевых пластин и повы­шенного сжатия декеля. Примеры видов так называемых дизайнерских бумаг приведены в приложении В.

Заслуживает вниманияуникальная коллекция дизайнерских бумаг **"**Гмунд Колорс", представляющая собой систему из 51 цвета и шести плотностей, производства немецкой фабрики Гмунд. Коллекция имеет матовую напоминающую фетр поверхность, и имитирует бумагу ручной выделки. Это бумага, окрашенная в массе, что обеспечивает естественные натуральные цвета. Каждый цветовой тон коллекции был специально подобран таким образом, что темные и светлые тона, а также тона различных цветовых групп сочетаются друг с другом и могут свободно использоваться в различных комбинациях.

Бумага "Гмунд Колорс" с массой 100, 135 г/м2 используется в качестве упаковочной для дорогих подарков, для производства бланков, винных этикеток, а с массой 200, 250, 300 г/м2 – для печатания приглашений, открыток, обложек, визиток; картон 300 и 400 г/м2 – для изготовления элитной упаковки, меню.

Благодаря "мягкой" поверхности, бумага "Гмунд Колорс" успешно используется для акварельных и различных ручных графических работ. Данные виды бумаги являются идеальным материалом для изготовления паспарту.

Применение стойких к УФ-лучам и воде красящих веществ обеспечивает хорошую устойчивость бумаги к световому воздействию. Благодаря добавлению карбоната кальция, бумажная масса не содержит кислот и   
pH-нейтральна, что повышает устойчивость этой бумаги к старению.

Бумага «Кашемир», стилизованная под плотную шерстяную ткань и изготовленная с применением фетровых волокон, производится фабрикой «Гмунд» (Германия). Этой же фабрикой выпускается коллекция «Татьяна», в нее входят глянцевые и матовые виды бумаги, по цвету и тиснению напоминающие широчайшую гамму тканей от крепдешина и фланели до батиста и шифона. Коллекция включает бумагу массой 100, 200, 300 г/м2 (матовые) и 310 г/м2 (глянцевые). Бумагу, имитирующую фактуры тканей, напоминающих класические материалы для мужских костюмов, производит известнейшая итальянская фабрика «Федригони» (коллекция Savi1e Row). В коллекции представлены виды бумаги, имитирующие традиционную костюмную ткань в «елочку» (twid), полоску (pintstripe) и простые ровные ткани без выработки (plain). Цветовая гамма бумаги этой коллекции не совсем традиционна – представлены лишь белый, кремовый, темно-серый и темно-синий цвета, характерные для строгих классических костюмов. Входящие в состав бумаги длинноволокнистая целлюлоза, хлопок и переработанные натуральные волокна дают ощущение плотной, прочной и теплой на ощупь ткани.

Фабрика «Федригони» выпускает также бумагу «Констеллейшн Джейд» с необычным покрытием «под жемчуг» и разнообразными вариантами тиснения, которые позволяют при многокрасочной печати добиться эффекта голограммы или металлографики. Виды бумаги этой коллекции нашли применение не только в классической деловой полиграфии, но и в изготовлении подарочной упаковки для ювелирных изделий и парфюмерии.

Сочетает высокую четкость и красочность изображения с ощущением натуральности бумага под названием "Сенсейшен" фабрики Rives-Charavines (Франция). Секрет "Сенсейшен" в абсолютно новом и запатентованном процессе производства, когда элитная бумага с тиснением "фетр" покрывается особым слоем мелования и при этом сохраняет первоначальную текстуру коллекционной бумаги. В отличие от традиционного "тяжелого" покрытия мелованных видов бумаг, покрытие "Сенсейшен" вдвое меньше. При печатании только небольшое количество краски впитывается в бумагу, большая же часть остается на поверхности, обеспечивая великолепную яркость и цветопередачу изображения, тем самым передается глубина и тепло печатного изображения и в то же время оно получается ярким, с некоторым глянцем.

В отличие от высококаландрированных мелованных видов бумаги, "Сенсейшен" сохранила мягкую текстуру, натуральную пухлость и жесткость коллекционных видов. Благодаря наличию в составе хлопковых волокон, "Сенсейшен" гарантирует стабильность размеров листа и подходит для всех способов печати: офсетной, шелкографии, термопечати, копирования; и для всех вариантов послепечатной обработки: конгревного тиснения, тиснения фольгой, вырубки, фальцовки.

**3.7. Бумага с водяными знаками**

Бумага с водяными знаками различных видов производит­ся на цилиндровых или плоскосеточных ма­шинах (в последнем случае – с использова­нием эгутера). Это может быть, например, этикеточная, офисная бума­га, в которой водяной знак используется для создания собственного стиля, для защиты от подделки; декоративная, оформительская бу­мага, где роль водяного знака – придание декоративного эффекта; бумага для печати ценных бумаг, банкнот, документов для проезда в об­щественном транспорте, входных билетов на массовые мероприятия и прочей продукции с элементами защиты от подделок, в которой водяной знак несет нагрузку одного из важ­нейших защитных элементов. С водяными знаками выпускается также специальная само­клеящаяся и самокопиру­ющая бумага.

Водяные знаки различаются по оптиче­ским характеристикам, характеру распо­ложения на листе бумаги или в изделии, технике исполнения.

*По оптическим характеристикам* водяные знаки подразделяются следующим образом: однотоновые (темные или светлые); двухтоновые; многотоновые или портретные (с наличи­ем полутоновых переходов).

*По расположению на листе* различают сле­дующие водяные знаки:

общий – многократно повторяющийся водяной знак, расположенный на всем листе хаотично или упорядоченно, но без фиксиро­ванных координат по его длине и ширине по отношению к кромкам листа;

полосовой – многократно повторяющий­ся водяной знак, упорядоченно расположен­ный по вертикальной, горизонтальной или другой линиям листа бумаги, образующий на нем визуальную полосу с фиксированными координатами ее положения;

локальный – водяной знак, расположен­ный в определенном месте листа бумаги с фиксированными координатами по его дли­не и ширине, исходя из положения на конеч­ном полиграфическом изделии;

комбинированный – состоящий из раз­личных сочетаний общего, локального и по­лосового водяных знаков.

*По технологии исполнения* знаки делятся на штампованные и изготовленные по тех­нологии филиграни.

При изготовлении бумаги с водяными зна­ками учитываются требования спо­соба печати, для которого она предназнача­ется. Кроме того, бумага с водяными знаками изготавливается из массы жирного помола (сте­пень помола свыше 50 °ШР), что определяет ее высокую чувствительность к изменению кли­матических условий. По этой причине необхо­димо выполнять условия подготовки бумаги к печати и акклиматизации, а также необходи­мые условия по влажности и температуре воздуха в печатном цехе.

Если водяной знак имеется на бумаге для печатания защищенной от подделки продукции, то, как правило, в бумаге присутствуют и дру­гие средства (элементы) защиты от поддел­ки: защитные волокна, защитная нить, пиг­менты, светящиеся в ультрафиолетовом из­лучении, химическая защита. Все это требу­ет от полиграфистов, печатающих на такой бумаге, специальных навыков.

Особые условия производства и использо­вания бумаги для защищенной от подделки продукции определяются на государственном уровне постановлениями правительства Рос­сийской Федерации и нормативными доку­ментами Министерства финансов РФ. Дея­тельность по производству ценных бумаг, ло­терейных билетов и другой защищенной про­дукции лицензируется в соответствии с Постановлением правительства РФ от 11.11.2002 г. № 817 «О лицензировании де­ятельности по изготовлению защищенной от подделок полиграфической продукции, в том числе бланков ценных бумаг, а также тор­говли указанной продукцией».

Отдельные виды защищенной продукции вводятся специальными постановлениями правительства. Это касается про­изводства, использования и требований к мар­кам акцизных сборов на алкогольсодержащую продукцию (федеральную и региональ­ную), маркам акцизных сборов на табак и табачную продукцию.

В России основной производитель бумаги с водяными знаками и другими видами за­щиты – бумажные фабрики объединения «Гознак», в которое входят Краснокамская и Санкт-Петербургская бумажные фабрики. Защищенные виды бумаги производит так­же ОАО «Сокольники» и в малых количе­ствах несколько других производителей. Банкнотная бумага в России в соответ­ствии с государственным законодательством производится Объединением «Гознак».

**3.8.Мелованная бумага**

Воспроизведение высокохудожественных и качественных полутоновых изображений возмож­но только на мелованной бумаге. Кроме того, мелованная бумага и картон используются для изготовления красочной упаковки, улучшая товарный вид продукции. Значительное преимущество мелованной бумаги заключается в возможно­сти изменения ее печатных свойств в широ­ком диапазоне за счет изменения компози­ционного состава покровного слоя из белых пигментов, нанесенного на бумагу-основу, в связи с чем появляется возмож­ность снизить массу бумаги и соответствен­но расход волокна на 15...20 %, а также за­менить часть целлюлозы древесной массой без ущерба для свойств бумаги, снизить прозрачность бумаги. При нанесении мелован­ных покрытий поверхность бумаги из мак­ропористой становится микропористой, что повышает равномерность и красочность пе­чати, увеличивает в десятки раз ее гладкость. В зависимости от вида бумаги покрытие наносится на одну или обе стороны бумаги-основы как за один проход, так и в несколько приемов, масса 1м2 изменяется в широких пределах: от 70 до 450 г, масса покровного слоя составляет 10 –20 % массы мелованной бумаги.

Легкомелованная бу­мага вырабатывается с использованием механической, термомеханической (ТММ) и химико-термомеханической (ХТММ) древесной массы, чем объясняются ее высокие пока­затели непрозрачности и деформа­ционной устойчивости. Бумага с легким (7... 10 г/м2) покрытием (LWC) имеет белиз­ну 68... 78 % (ISO), глянец 40...68 % (HUNTER), плотность 1,1...1,2 г/см3.

Для высокохудожественных изданий вы­пускается три типа мелованной бумаги: глянцевая, высокоглянцевая и матовая (с дву- или трехкратным мелованием). Для отделки глянцевой и высокоглянцевой мело­ванной бумаги используют суперкаландры, а для отделки матовой мелованной бумаги – специальные каландры.

Чистоцеллюлозная бумага с двухсторон­ним трехкратным мелованием (массой 115...300 г/м2)отличается высоким уровнем воспроизведения много­красочных иллюстраций, особенно в тех слу­чаях, где требуется точное изображение де­талей. Она предназначена для высокохудо­жественных изданий, альбомов, иллюстрированных книг, престижной многоцветной рек­ламы.

Высокий уровень непрозрачности и белиз­ны имеет чистоцеллюлозная бумага с двухсторон­ним двукратным мелованием. Она устойчива к увлажнению Предназначена для печатания многокрасочных изданий, альбомов, открыток, книг с иллюстрациями, каталогов. Это эффектный печатный материал для презентаций, букле­тов, годовых отчетов, меню, графиков и схем, эксклюзивной и престижной рекламной про­дукции.

В качестве этикеточной мелованной выпускаются три вида бумаги.

Чистоцеллюлозная невлагостойкая эти­кеточная бумага трехслойного мелования лицевой стороны – высокоглянцевая.Онаисполь­зуется для печатания особенно ответственной этикеточной и упаковочной продукции для предметов элитарного назначения. Глянец – 90 %, белизна – 86 %, непрозрачность – 82...87 %, масса бумаги 80,0 г/м2.

Чистоцеллюлозная влагощелочестойкая этикеточная бумага двухслойного мелования лицевой стороныобладает высокими показателями пухлости, белизны, непрозрач­ности, истирания во влажном состоянии, стабильностью размеров. Применяется для эти­кеток на бутылки, в том числе возвратные, а также в производстве подарочной упаков­ки. Шероховатая сторона обеспечивает качественное приклеивание, глянец – 40 %, белизна – 91 %, непрозрачность – 86 %, масса бумаги 70...75 г/м2.

Чистоцеллюлозная влагостойкая бумага двуслойного мелования лицевой стороны, глянцевая. Предназначена данная бумага для печатания способом офсетной и флексопечати, может подвергаться различ­ным методам последующей обработки: ламинированию, тиснению, лакированию. Применяется при изготовлении высококачественных традици­онных этикеток, этикеток на разовую тару, пэт-бутылки, жестяные банки, а также для производства упаковки для шоколада, пече­нья, сигарет, мыла. Не содержит вредных химических добавок, поэтому применяется для упаковки пищевых продуктов. Глянец – 70 %, белизна – 92 %, непрозрачность – 86 %, масса – 70...80 г/м2.

**3.9. Металлизированная бумага**

Металлизированная бумага состоит из бу­маги-основы и покровного слоя на основе ме­талла. Используется она в основном в полиграфи­ческой промышленности, для этикеток, елоч­ных игрушек, подарочной упаковки и т. д.

В качестве основы используют бумагу широкого ассортимента с высокими прочност­ными и деформационными свойствами, с оп­тимальной впитывающей способностью, мас­сой 45...130 г/м2.

Существует несколько методов нанесения и закрепления металлического слоя на бу­маге. Металлизацию бумаги из паров металла осу­ществляют на специальной установке при вы­соком вакууме путем осаждения распыляемо­го при температуре 1400 °С алюминия, олова или цинка на бумажное полотно, которое затем охлаждается. Для увеличения адгезии металла, достижения большего блеска, лучшей твердости покрытия бумагу предварительно покрывают пленкообразующим полимером.

Способ металлизации «Алюглаз» считается в настоящее время самым прогрессивным и экономичным. Он включает следующие стадии: вакуумную металлизацию полимерной пленки (например, лавсановой); нанесение клея на поверхность металли­зированной пленки (в ламинаторе); прохождение ламината в контакте с бума­гой через валиковый пресс; размотку (после выдержки) полученного материала на два рулона – металлизирован­ная бумага и чистая пленка. Металлизированную бумагу также могут подвер­гнуть отделке на тиснильном каландре, на котором стальным гравированным валом вы­давливаются рисунки на поверхности метал­лизированного слоя.

**3.10. Магнитная бумага**

Магнитная бумага была изобретена в 2001 г. в г. Толедо (штат Огайо, США). С января 2003 г. выпускается под маркой MagneCote®.

MagneCote® – магнитная бумага для печати офсетным, трафаретным и цифровым способом, обладает всеми достоинствами бумаги высшего сорта и, в дополнение к ним, – свойствами магнита.

До выпуска бумаги MagneCote® использовали так называемый «магнитный винил» – листовой поливинилхлорид, содержащий магнитные частицы. Листы винила – толстый материал. Печатание на нем было невозможно, поэтому его ламинировали предварительно запечатанной бумагой, область применения была ограниченной, т.к. толщина материала увеличивала расходы. Магнитная бумага имеет ряд преимуществ по сравнению с магнитным винилом:

*– возможность прямой печати* как офсетным, так и другими способами, включая цифровые;

*– сокращение числа технологических операций* (как минимум исключаются стадии кашировки или ламинирования);

– сравнительно *небольшой вес готового изделия* – при одной и той же массе магнитного материала из магнитной бумаги можно сделать в несколько раз больше единиц продукции;

*– оперативность* получения конечного продукта благодаря уменьшению числа технологических операций;

– возможность занять *новую нишу* для типографий, которые раньше не печатали на подобных материалах (магнитной бумаге), поскольку не имели возможности выполнять каширование или ламинирование.

С появлением бумаги MagneCote® стало возможным использовать любую металлическую поверхность в качестве подложки для носителя информации. Ее свойства расширяют границы применения магнитной подложки в рекламной и информационной индустрии. Рекламные материалы, напечатанные на этой бумаге, быстро и легко можно размещать, что делает рекламу мобильной, доступной и высокоэффективной. Использование изделий из магнитной бумаги MagneCote® возможно не только в рекламе. Их можно применять и в сфере образования, и в быту, например можно изготовить:

– фотографии, которые можно повесить в любом удобном месте, даже не потребуется рамка;

– детские развивающие игры – в качестве поверхности можно использовать холодильник;

– пазлы, которые не рассыпаются;

– рекламные и информационные материалы, купоны, которые можно хранить на виду, прикрепив к холодильнику, чтобы они не затерялись;

– материалы для прямой рассылки;

– рекламные вкладки в журналах, которые можно вырезать и повесить в нужном месте;

– элементы упаковки, благодаря которым будет удобно открывать и закрывать коробки.

MagneCote® – материал белого цвета, зрительно и на ощупь практически не отличимый от бумаги, успешно выдерживает кратковременное (1–2 с) воздействие температуры до 150 °C. Более длительное нахождение в высоких температурах может привести к таянию магнитного слоя. Он не реагирует на уровень влажности и температуры, хранится в защитной упаковке и акклиматизируется в типографии как любая глянцевая мелованная бумага. Напечатанная и обработанная магнитная бумага должна быть укрыта защитным материалом для предотвращения изменения влажности бумаги. Подача бумаги в печатной машине может быть в любом направлении.

**Листовая офсетная печать***.* Печатание на магнитной бумаге осуществляется как и на обычной глянцевой мелованной бумаге с использованием стандартных красок и увлажняющих растворов. Для печатания с магнитной стороны необходимы специальные кроющие краски для невпитывающих поверхностей или краски УФ-отверждения.

MagneCote® можно покрыть водным или УФ-лаком. Рекомендуется использовать самый низкий температурный режим лакировочного модуля. Если печатная машина имеет удлинённую подачу, должны использоваться самые низкие температуры, чтобы избежать таяния магнитного слоя в грейферах.

**Цифровая печать**. Печатание на MagneCote® было успешно проведено на следующем цифровом офсетном оборудовании: Heidelberg Dl, Ryobi Dl, HP Indigo Presses (1000, 1050, 3000, 3050 and 5000). Некоторые модели Xerox и Canon c сухим тонером тоже дали положительные результаты, наряду с другими подобными типами оборудования. Однако не рекомендуется использовать MagneCote® на тонерных цифровых машинах.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 18_2 | | 18_3 | 18_4 |
| Образцы магнитной бумаги: слева – интересный вариант календаря, посередине – обратная сторона магнитной бумаги, справа – пример восьмикрасочной печати УФ-кра­с­ками | Очень оригинальный вариант рекламной листовки: она отпечатана на обычной плотной бумаге, а купон со скидкой – на магнитной | Тонкую магнитную бумагу можно обрабатывать как обычную: практически нет ограничений ни по формату  изделия, ни по форме |

MagneCote® не рекомендуется для наружного использования, так как основой продукта является бумага. Магнитная сила продукта не является достаточной для удержания на движущихся объектах (например, на автомобилях).

На MagneCote® можно выполнять тиснение фольгой с бумажной стороны. Из-за прямого воздействия высокой температуры не рекомендуется тиснение магнитной стороны. Следует минимизировать период времени, в течение которого MagneCote® подвергается действию высокой температуры. Конгревное тиснение иногда используется для придания объемности изображения. При этом не возникает никаких нарушений на ранее запечатанных участках бумаги. В процессе вдавливания необходимо обратить внимание на давление, температуру и глубину вдавливания: высокая температура может повредить магнитный материал, а слишком высокое давление и чрезмерная глубина вдавливания могут привести к растрескиванию бумаги.

MagneCote® можно фальцевать, ламинировать с одной и с двух сторон (следует отметить, что ламинация со стороны магнитного слоя может снизить магнитные свойства бумаги), собирать в блок и склеивать как любую мелованную бумагу с использованием универсальных клеёв, подходящих для мелованной и немелованной бумаги. При использовании клея магнитный слой не мешает прилипанию его как к поверхности, так и к следующему листу. Возникает устойчивая связь между склеенными листами. Ее можно перфорировать горизонтально и вертикально с любой стороны (как бумажной, так и магнитной) прямо на листовой печатной машине или с использованием другого перфорирующего оборудования. Режется MagneCote® на обычных резальных станках.

***Ассортимент бумаги MagneCote®.*** В настоящее время выпускается три вида бумаги MagneCote®: для офсетной, трафаретной и цифровой печати. Кроме того, есть специальная бумага для цифровых офсетных машин HP Indigо.   
В настоящее время бумага поставляется в листах четырех разных форматов: 215,9 × 279,4, 304,8 × 457,2, 508,0 × 355,6, 609,6 × 482,6 мм. Также она поставляется и в рулонах для флексографской и рулонной офсетной печати. Каждый вид выпускается в трех вариантах, которые имеют разную толщину и, как следствие, разное значение массы 1 м2,которая существенно выше, чем у обычной офсетной бумаги той же толщины: MagneCote® 290 мкм – 620, MagneCote® 330 мкм – 688, MagneCote® 432 мкм – 903 г/м2.

**3.11. Электронные виды бумаги**

Передача информации, документов, их содержания посредством электронных медиа открывает новые возможности в коммуникационных областях. Электронные медиа предоставляют инновационные альтернативы печатным средствам. Обращение с частями текста в электронных версиях происходит с помощью программ поиска и обмена данных. Интеграция потоков электронной информации с текстовой информацией и неподвижными изображениями на бумажном носителе повышает степень использования печатных изданий по сравнению с традиционной книгой. Создатели электронной бумаги прогнозируют переход газет и журналов в новый электронный формат (hi-tech-формат), так как становится возможным создать вечно свежий номер газеты, которая сама будет обновлять свое содержимое и которую при этом можно будет свернуть в трубку, засунуть в карман пальто или сложить как носовой платок. Газета фактически печатается в руках читателя. Электронные листы легкие и небольшие, их можно читать при любом свете. Изображение сразу после формирования остается на месте, т.е. читателю не придется постоянно загружать электронный документ. Для издателей, публикующих свои издания одновременно в различных странах, такое решение может существенно упростить процесс дистрибуции, а для читателей снизить стоимость газет и журналов, так как новый номер не придется печатать в типографии. Концепция электронной бумаги привлекает к себе внимание многочисленных групп разработчиков.

Компания Philips разработала электронную бумагу, представляющую собой гибкий дисплей, которая легко сворачивается в трубочку диаметром в два сантиметра. В отличие от обычной бумаги, электронная бумага с обновляемым содержанием не будет практически оставлять после себя электронной макулатуры.

Новый дисплей создан с использованием технологии, позволяющей наносить органические электронные компоненты печатным способом на тонкую пластмассовую пленку, а не на стеклянную подложку. Дисплей Philips черно-белого цвета, отображает оттенки серого, имеет диагональ 12 см и состоит из 80 тыс. пикселей, для полного обновления кадра требуется около секунды. Разработчики считают, что этого достаточно для представления газеты в новом виде. Дисплей конструктивно состоит из органических проводников, нанесенных на полиамидную пленку толщиной 25 мкм. Над проводниками расположен 200-микронный слой «электронных чернил», разработанных компанией E Ink и представляющих собой микрокапсулы, заполненные взвесью положительно заряженных частиц белого цвета и отрицательно заряженных – черного цвета.   
В зависимости от поданного к ячейке потенциала, черные или белые частицы в ячейке опускаются вниз, в результате чего ячейка окрашивается в черный или белый цвет.

Южно-корейская компания LC Philips LCD создала первую в мире цветную «электронную» бумагу форматом А4. Гибкая панель имеет толщину 0,3 мм и 14,1-дюймовую диагональ. Экран поддерживает до 4096 цветов, отличается малым электропотреблением – электричество расходуется только тогда, когда изображение на экране меняется.

В разработке электронной бумаги и электронных чернил помимо Philips задействованы еще несколько широко известных в мире компаний. Среди разработчиков данной технологии одно из ведущих мест занимает Xerox и Massachusetts Institute of Technology (MIT). Компания Xerox разработала концепцию, названную Gyricon, а MIT представил крошечные переносные компьютеры, оборудованные съемными экранами, которые достаточно производительны, могут отображать движущиеся изображения в идеальном цвете и легко сгибаются.

Компания Fujitsu объявила о том, что создала первый в мире образец супертонкого цветного электронного дисплея на пленочной основе, который по своей толщине и эластичности ничем не уступает обычной бумаге. Он способен воспроизводить яркие цветные изображения, не теряющие своего качества даже при сгибании экрана. Дисплей снабжен функцией видеопамяти, обеспечивающей возможность длительного отображения одной и той же картинки без необходимости электрической подпитки самого устройства. Незначительная энергия затрачивается только во время замены одного изображения на другое или во время «перелистывания» страниц.

Японская фирма Epson разработала свою электронную бумагу, представив собственный прототип форматом А6. Это 7-дюймовый тонкий и гибкий дисплей (толщиной 0,47 мм) на пластиковой подложке с разрешением в   
1536 × 2048 точек. В отличие от ЖК-экранов, электронная бумага имеет повышенную контрастность изображения, сравнимую с контрастностью текста на обычной бумаге.

Корпорация E Ink создала цветную электронную бумагу с диагональю   
10,1 дюйма и толщиной 300 мкм, представляющую собой ставший привычным жидкокристаллический экран. Дисплей состоит из прочной пленки, покрывающей множество мельчайших капсул, заполненных прозрачной жидкостью, в которой плавают микроскопические частицы разной полярности, а пленка, под которой они скрыты, способна проводить электричество. При подаче электрического сигнала частицы нужного цвета устремляются к поверхности экрана и образуют видимое изображение. Картинка легко читается без подсветки под любым углом. Подложка экрана изготовлена из тончайшей металлической фольги, разработанной японской металлургической компанией Nippon Steel Corporation. Фольга легко выдерживает высокие температуры, необходимые при производстве супертонких пленочных транзисторов (TFT) для жидкокристаллических дисплеев.

Являясь основным поставщиком дисплеев из электронной бумаги, компания E Ink предполагает выпуск нового поколения своей продукции, получившей название Vizplex Imaging Film. Новый продукт имеет следующие преимущества: вдвое быстрее обновляет изображение (740 мс против 1200 мс у экрана предыдущего поколения, пиковая скорость в монохромном режиме составляет 260 мс – против 500 мс) и по сравнению с предыдущей на 20 % имеет более высокий показатель яркости.

Компания Sony также предлагает новое устройство Sony Reader, предназначенное для чтения книг в электронном виде и поддерживающее импорт RSS-потоков (поддержка RSS с графикой). Оно способно автоматически обновлять информацию из интернета. Устройство основано на технологии электронной бумаги со сверхтонким дисплеем чрезвычайно высокой контрастности и низкого энергопотребления, который подходит для отображения текста и черно-белой графики. Читать лист с такого дисплея почти так же комфортно, как и читать бумаги.

Разработки Sony и Philips способствуют продвижению новых технологий. Голландская компания Philips объявила о выпуске первого в мире дисплейного модуля электронной бумаги, который будет поставляться на заводы Sony для использования в новом устройстве – электронной книге. Дисплей такой книги имеет разрешающую способность в 170 пикселей на дюйм и может стать наиболее массовым эквивалентом газетной бумаги во всем мире. В процессе пользования батареи будут использоваться только при получении новых страниц, поэтому можно значительно уменьшить их размер и использовать на протяжении многих месяцев без перезарядки.

Основной минус электронной бумаги – ее инерционность. При смене изображения на экране остается светящийся след, что не позволяет использовать ее для отображения анимированной графики или видео.

**3.12. Синтетическая бумага**

Термин «синтетическая бумага» используется с уточнением в части исполь­зуемого сырья: «получаемая из синтетичес­ких волокон» или «волокнистая», или «во­локнистого типа», так как существует синте­тическая бумага пленочного типа, получае­мая специальной обработкой поверхности пленки.

Для синтетической бумаги характерны печатные свойства обычной бумаги и синтетической пленки: износоустойчивость, эластичность и прочность, что позволяет использовать синтетическую бумагу тогда, когда ни обычная целлюлозная бумага, ни синтетическая пленка не подходят, в частности для упаковки пищевых продуктов глубокой заморозки, упаковки жиросодержащих продуктов. Синтетическая бумага повторяет все свойства обычной бумаги, такие как яркая белизна, непрозрачность, адгезия красителя на водной основе, устойчивость к образованию царапин, жесткость, способность держать складку, устойчивость к прокалыванию, низкий коэффициент трения, а также более сбалансированная прочность в машинном и поперечном направлениях.

Синтетическая бумага устойчива к различным внешним воздействиям, выдерживает любые климатические условия, отличается высокой влагостойкостью и стойкостью к воздействию химических растворителей. Специфические же свойства полимерного материала, из которого изготавливается синтетическая бумага, делают ее очень износостойкой, прочной на изгиб и растяжение, она практически не сминается. Различные карты (географические, туристические, топографические), отпечатанные на синтетической бумаге, имеют высокую прочностью на изгиб, достаточно длительный срок службы, они не выгорают на солнце, не промокают от дождя и надолго сохраняют свою привлекательность.

Синтетическая бумага нашла применение в производстве различных бирок, конвертов, удостоверений, пропусков, карточек, абонементов, руководств, схем, рекламы, этикеток для напитков и соков, многослойных мешков для упаковки кормов для животных и т.д.

Поверхность синтетической бумаги абсолютно ровная, не деформируется при печати в несколько прогонов, имеет высокую разрешающую способность. Она практически не впитывает краску. Все марки синтетической бумаги допускают водно-дисперсионное (ВД) и УФ-лакирование.

При использовании синтетической бумаги отпадает необходимость в ламинировании, поскольку не требуется дополнительной защиты. Оттиски, отпечатанные на синтетической бумаге, сохраняют красочность, яркость и контрастность в течение длительного времени. Синтетическая бумага имеет очень презентабельный вид, что значительно расширяет область ее применения для печати визиток, ресторанных меню и т.д.

Весьма эффективно применять синтетическую бумагу для печатания детских книжек, так как малыши часто рвут книги, отпечатанные на обычной бумаге, пачкают их, мнут страницы. Синтетические книги можно мыть.

Основным недостатком синтетической бумаги является слишком высокая ее стоимость по сравнению с обычной бумагой. При печатании на синтетической бумаге с двух сторон (лицевой и оборотной), поверхности которых отличаются, возникают проблемы получения одинакового качества изображений и оптического восприятия цвета.

Синтетическую бумагу волокнистого типа производят из следующих видов волокон: ароматических, полиамидных, полиэфирных, полипропиленовых, смеси гидратцеллюлозных и поливинилспиртовых, углеродных и др.

Синтетическую бумагу производят также из коротковолокнистой поли-олефиновой массы, так называемой синтетической волокнистой массы (СВМ). СВМ может смешиваться в любых соотношениях с полуфабрикатами для обычной бумаги, ее используют для модификации свойств обычной бумаги (например, для придания термосвариваемости) и расширения сырьевой базы в странах с дефицитом растительного сырья (Япония). Такую бумагу изготавливают на обычном бумагоделательном оборудовании из суспензий, содержащих до 1 % сухих веществ.

При изготовлении синтетической бумаги различные фирмы используют следующие наполнители: обладающий абсорбционными свойствами осаждённый диоксид кремния, слюду, карбонат кальция, наполненный тальком полипропилен; для получения непрозрачности – TiO2.

Размер частиц наполнителя влияет на непрозрачность. Наличие более мелких частиц во многих случаях повышает непрозрачность и снижает нужное количество дорогого TiO2.

Большое значение для качества синтетической бумаги имеет также выбор смолы. Так, например, полипропилен придает более высокую устойчивость к истиранию, в то время как полиэтилен низкого давления (HDPE) дает более высокую жесткость, необходимую для изготовления мешков. HDPE обычно требуется для создания четкой складки. Компания Hanmere Polythene из Великобритании производит синтетическую бумагу Hankraft с использованием HDPE с фракционированием из расплава.

А. Schulman предлагает серию маточных смесей под названием Papermatch. В них он соединяет от шести до десяти различных неорганических веществ, добавок и смол, которые можно приспособить для производства бумагоподобных пленок, имитирующих широкий диапазон бумажных материалов: от белой бумаги для документов до коричневой крафтовой бумаги.

Для производства синтетической бумаги Plastiprint с 1987 г. компания Clear Cast Technologies (Нью-Йорк) покупает экструзионно-раздувную пленку и наносит покрытие толщиной 5 мкм, которое повышает износостойкость, устойчивость к образованию царапин и позволяет печатать красителями на водной основе. Компания использует четыре подложки для производства различных видов синтетической бумаги: пленку из HDPE для жесткого типа, патентованную полиэтиленовую смесь для эластичной «бумаги», пленку из HDPE с ультрафиолетовой стабилизацией для наружного применения, а также более дешевую полиэтиленовую пленку для внутреннего применения.

Синтетическую бумагу волокнистого типа получают различными способами из химических волокон или их смесей с натуральными.

*Мокрый способ.* Бумажная масса – водная дисперсия химических волокон длиной 4–6 мм. В отечественной и зарубежной практике для изготовления бумаги мокрым способом используется водорастворимое поливинилспиртовое волокно (ПВС-волокно). Также для производства бумаги мокрым способом имеют значение короткие волокна из полиолефинов, так называемая синтетическая целлюлоза. Для образования прочных межволоконных связей между химическими волокнами (исключение ПВС-волокно) в состав бумажной массы, как правило, вводят связующие, например: фибриды, термовлагопластичные или термопластичные волокна. Фибриды – волокнистые или лентообразные полимерные частицы сложной формы с длиной основного ствола 0,1–10 мм (чаще до 2 мм), диаметром 2–50 мкм, получаемые быстрым выдавливанием через фильеру раствора волокнообразующего полимера в осадительную ванну при ее интенсивном перемешивании и имеющие температуру плавления ниже, чем у основных химических волокон. Благодаря особенностям надмолекулярной структуры температура плавления фибридов значительно ниже чем волокна, полученного из того же полимера. Вследствие этой их особенности можно изготавливать синтетическую бумагу, состоящую из одного и того же полимера. Содержание фибридов в этой бумаге составляет обычно *1/3–2/3* от ее массы. Если связующим служат фибриды или термопластичные волокна, после сушки синтетическую бумагу пропускают через каландры, температура которых лежит между температурами плавления связующего и основного волокна. Так как термовлагопластичные поливинилспиртовые волокна растворимы только в горячей воде, при их использовании сушку ведут при температурах выше температуры растворения этих волокон; частично растворяясь, они склеивают основные волокна. Если связующее применяют в виде раствора или дисперсии полимера (например, поливинилацетата), то им обрабатывают мокрое бумажное полотно перед сушкой. Для обозначения синтетической бумаги, получаемой мокрым бумагоделательным спо­собом из двух компонентов – синтетических волокон и волокнистых фибридов (обычно на основе одного и того же полимера) – исполь­зуется также термин «текстрил».

Синтетическая бумага волокнистого типа может быть получена и *по сухому способу формования*, в том числе из непрерывных волокон, термосвариваемых друг с другом в точках контактов.

*Способ экструзии*. Синтетическую бумагу получают также экструзией высоконаполненных полимеров, например полиолефинов, полистирола. Это самая дешевая бумага. Применяется она для печати массовых изданий на полиграфическом оборудовании, включающем устройство для обработки поверхности бумаги коронным разрядом. Последнее необходимо для восприятия и удержания краски поверхностью пленки.

*Вспененные* синтетические бумаги производят аналогично пенопластам введением в пленкообразующие полимеры порофоров. Такая бумага легче обычного картона, вместо которого ее используют как упаковочный материал.

*Склеиванием* (ламинированием) синтетических бумаг разных типов друг с другом изготовляют трехслойные композиты, которые используют, например, как носитель информации.

**Виды синтетических бумаг**

В 1965 г. официально была зарегистрирована компанией DuPont разработка нового материала под торговым наименованием *Tyvek (Тайвек). Tyvek (DuPont)* – нетканый материал, гораздо легче и прочнее бумаги, более универсальный по сравнению с тканью, изготовлен из чистых полиэтиленовых волокон, соединенных под давлением и температурой, создающих прочную основу для печати, идеален для изделий, где важна долговечность.

В полиграфии и упаковке нашли широкое применение обладающие прекрасными печатными свойствами такие марки, как Tyvek 10 и Tyvek 30. Новая линия декоративного Tyvek 30 – «серебро» и «янтарь». В результате вакуумной металлизации алюминием белый Tyvek приобрел серебряный оттенок.

К числу первых видов синтетической бумагиотносится *Ucar*, производство которой началось в конце шестидесятых годов компанией Union Carbide Corp.

*Yupo (Yupo)* – стандартная и полупрозрачная бумага (единственная на рынке) различной плотности, диапазон плотностей варьируется от 91,8 до 234 г/м2. Производится она в Японии. На российский рынок поставляются две коллекции Yupo: полупрозрачные Pergament и непрозрачные матовые Matt. Синтетическая бумага Yupo имеет многослойную структуру. Свойства пленки обеспечиваются средним (наиболее толстым) полипропиленовым слоем-основой, а сходство с бумагой – двумя внешними слоями покрытия, благодаря которым возможно двухстороннее запечатывание материала, чаще всего способом офсетной плоской, глубокой, трафаретной и высокой печати. Данная бумага характеризуется более равномерно упорядоченной зернистостью. Это обусловлено тем, что   
растяжение полотна в процессе отлива производится как по длине, так и по ширине. Микропустоты, образующиеся во всех слоях, придают бумаге Yupo такие качества, присущие обычной бумаге, как непрозрачность, белизну и лучшее закрепление краски. Она характеризуется высокой степенью гладкости, прочности и гибкости, отличается высокой влаго- и износостойкостью, обладает повышенной прочностью на изгиб, растяжение и разрыв, имеет меньший вес при одинаковой толщине, равномерную толщину материала по всей площади, большую прочность на разрыв, равномерную прочность в центре полотна и по краям.

### Все виды бумаги Yupo имеют российские сертификаты качества, в том числе и разрешающие прямой контакт бумаги с пищевыми продуктами, т.к. это экологически безопасный материал. При сжигании в условиях достаточного количества кислорода основного компонента этого материала – полипропиленового полимера – происходит его разложение на воду и углекислый газ. При этом не выделяются газы, содержащие серу, хлор и азот, а отходы могут быть использованы повторно.

*Бумага Polyart* – синтетическая мелованная производится из специальной полиэтиленовой пленки (из компаунда HDPE с TiO2 и карбоната кальция на двухшнековом экструдере, экструдирующим пленку непосредственно через плоскую головку с одновременной биаксиальной ориентацией), которая покрывается двухслойным матовым мелованным покрытием. Мелованное покрытие придает материалу антистатические свойства. Пленка Polyart имеет толщину 3,2 – 12 мил[[1]](#footnote-2) и выпускается массой от 75 до 250 г/м2. Благодаря особому составу бумага обеспечивает высокую чистоту передаваемых красок и точность оттенков. Более того, подобно обычной мелованной бумаге Polyart подходит для всех способов печати и послепечатной обработки и не требует перенастройки печатной машины.

В силу своего химического состава бумага Polyart обладает трехмерной стабильностью. У нее нет показателя машинного направления. Что же касается непрозрачности, то по этому показателю данная бумага значительно превосходит обычную бумагу. Она не только не уступает видам высококачественной целлюлозной бумаги и картону в технологических печатных свойствах, но и превосходит их потребительские характеристики. Целесообразно применять синтетическую бумагу Polyart в тех случаях, когда необходимы такие характеристики печатного материала, как долговечность, стойкость к истиранию, повышенная чистота и водостойкость. Кроме того, бумага Polyart стойка к воде, жиру, химическим веществам, к истиранию и перепаду температур. Она применяется для печатания этикеток, рекламных плакатов, карт, путеводителей, обложек для книг и каталогов, инструкций, календарей, постеров и т.д. Polyart имеет российский гигиенический сертификат, который допускает прямой контакт этого материала с пищевыми продуктами.

*Polylith* – это синтетическая бумага на основе полипропилена, изготавливается из полипропиленовой смолы, прошедшей минеральное упрочнение с помощью смеси нейтрального кальция и диоксида титана (TiO2) для придания белизны и матовости. Бумага изготавливается с помощью экструдера с   
Т-образной головкой. После этого осуществляется каландрирование и ориентирование в поперечном направлении на раме. Для каждого класса существует своя степень ориентирования. Ориентированные сорта располагаются как в машинном (продольном), так и в поперечном направлениях. Это увеличивает прочность в этих направлениях, а также повышает поверхностную плотность. Все сорта Polylith можно разбить на две основные категории: каландрированные и ориентированные. Диапазон плотностей этих материалов довольно широк и находится в пределах от 87,6 до 509 г/м2.

Каландрированные сорта G (серии GC, GH) обладают высокой непрозрачностью (от 85 до 98 %, ISO) и повышенной прочностью на изгиб, растяжение, разрыв в поперечном направлении. Лицевая сторона материала чуть более гладкая чем оборотная, поэтому показатели качества печатания на лицевой и оборотной сторонах не будут полностью идентичными.

Ориентированные сорта Р (серия PA) имеют чрезвычайно высокую прочность на разрыв как в продольном, так и в поперечном направлении и одинаковые лицевую и оборотную стороны.

Материал сохраняет стабильность размеров в диапазоне температур от минус 30 оС до плюс 92 оС. Допускается кратковременный нагрев до 102 оС, температура плавления составляет 160 оС.

На российский рынок поставляется синтетическая бумага Polylith производства компании Granwell Products. Специализированные минеральные наполнители обеспечивают ее долговечность, прочность на разрыв, царапанье и смятие, устойчивость к воздействию влаги, масла, консистентной смазки, химикатов и ультрафиолетового излучения. По сравнению с прочими марками синтетической бумаги цена Polylith более доступна, что обеспечивает ее широкое распространение в России. Подобно другим видам синтетической бумаги, Polylith (благодаря своей сверхгладкой поверхности) подходит для нанесения лаков, ламинирования, термосварки и склеивания. Ее можно подвергать фальцеванию, вырубке и тиснению, сшивать в тетради.

Для производства синтетической бумаги *Teslin* используется смесь полиэтилена и прозрачного неорганического масла с высоким наполнением осаждённым диоксидом кремния. Эта смесь каландрируется, затем масло извлекается и остается пористая структура, напоминающая соты. Пористость позволяет печатать на бумаге Teslin без какой-либо дополнительной обработки с помощью красителей либо на водной основе, либо на основе растворителя, поскольку краситель впитывается в поры. Ячеистость снижает плотность пленки, поэтому у листа данной бумаги более низкое значение плотности на пачку чем у других типов синтетической бумаги, а также большая жесткость. Область применения бумаги – для упаковки с защитой от несанкционированного вскрытия; для изготовления водительских удостоверений и прочих удостоверений личности. Считается, что бумага Teslin – единственная синтетическая бумага на основе олефина, которую можно использовать в лазерных копировальных установках.

# *Teslin® SP1000TS ("PPG", США) –* синтетическая непрозрачная матовая бумага (пластик). Она представляет собой однородную микропористую пленку на основе полиолефина. Серия TS (Thermally Stabilized) отличается от других марок тем, что она термостабилизирована, не дает усадки после прохождения через принтер. В отличие от бумаги Teslin® SP1000TS – водостойка и долговечна как пластик, однослойна, и на ней можно печатать на обеих сторонах. Данный материал обеспечивает  хорошую цветопередачу по всем CMYK цветам, несмотря на то, что имеет среднюю степень белизны. Ее можно резать, тиснить фольгой, наносить на нее клеевой слой и ламинировать (примечательно, что сила сцепления ламинаторной пленки с Teslin в 2–6 раз выше по сравнению с бумагой или любым пластиком). П**рименяется** данный вид бумаги для изготовления пластиковых карт, бейджиков, меню, бирок и этикеток. Особые эластичные свойства данного материала позволяют печатание с подачей его как с ручного лотка, так и из кассеты в режиме автоматического дуплекса, что дает возможность двухсторонней печати.

# *Uniprint –* синтетическая непрозрачная матовая бумага (пластик), универсальна и предназначена для печати как на аппаратах с электрографической технологией печати, так и на струйных принтерах. Она водостойка и долговечна как пластик, и на ней можно печатать на обеих сторонах пластиковые карты, бейджики, меню, карты, бирки и этикетки. Выпускается различной плотности.  По сравнению с  бумагой Teslin® SP1000TS имеет более выраженную белую поверхность.

Компания Nan Ya (подразделение Formosa Plastics на Тайване) выпускает каландрированную однослойную полипропиленовую пленку толщиной3,2–3,4 мил, наполненную карбонатом кальция, под названием *Hop-Syn*. Nan Ya также разработала другой похожий на бумагу продукт, который называется *Dura-Lite.* Он представляет собой трехслойную структуру полипропилена   
с покрытием для придания дополнительной устойчивости к истиранию. Поверхность обработана коронным разрядом. Dura-Lite поставляется толщиной 2,8–7,2 мил. Область применения этих бумаг – упаковка, этикетки. Можно печатать способом офсетной печати.

Семейство марок синтетической бумаги под названием *ProPaper*  на основе трехслойной литой полипропиленовой пленки выпустила American Profol Inc. К основному слою из полипропилена для придания мягкости на ощупь и ударопрочности на холоде примешивает другие смолы. Эти пленки применимы для изделий, используемых вне помещений в холодную погоду, таких как лыжные тэги и этикетки для газовых баллонов для сварки.

*Lasernex-S ("GMP", Корея) –* синтетическая матовая бумага (пластик). Эта бумага универсальна и предназначена для печатания как офсетным способом печати, так и электрографией. Она водостойка, долговечна как пластик, предназначена для изготовления пластиковых карт, бейджиков, меню, схем, карт, бирок и этикеток. Данная бумага не имеет ярко выраженной белой поверхности. Для нее характерен "молочный" оттенок, сравнимый с материалом Uniprint. Особые эластичные свойства Lasernex-S позволяют производить печатание при подаче как его с ручного лотка, так и из кассеты в режиме автоматического дуплекса, что дает возможность двухсторонней печати.

*Lux-Print (Люкс-Принт) –* белая синтетическая бумага на основе полипропилена, напоминает чистоцеллюлозную бумагу. Она обладает высокой устойчивостью к влаге, температурным колебаниям, химическим соединениям, находящимся в окружающей среде, а также чрезвычайной прочностью на разрыв. Применяется для наружной рекламы (флаги, гирлянды из флажков, постеры, пакеты, рекламные изделия для раздачи в уличных условиях, вывески, указатели т.д.) и печатания информационных материалов.

**Контрольные вопросы**

1. Укажите назначение типографских бумаг.
2. Дайте определение бумаги для способа офсетной печати.
3. Почему бумага для способа глубокой печати должна иметь высокую гладкость?
4. Приведите общие сведения о бумагах для способа печати без применения печатной формы.
5. Укажите особенности бумаги для способа цифровой печати.
6. Укажите назначение слоев самоклеящихся видов бумаги.
7. Назовите производителей коллекций дизайнерской и оформительской бумаги.
8. В чем особенности производства бумаги с водяными знаками.
9. Мелованная бумага, строение, особенности производства.
10. Укажите строение металлизированной бумаги.
11. Виды бумаги с водяными знаками, их назначение, отличительные особенности.
12. Назовите преимущества магнитной бумаги.
13. Укажите ассортимент бумаги MagneCote®.
14. Назовите отличительные особенности бумаги MagneCote®.
15. Укажите преимущества электронной бумаги.
16. Синтетическая бумага, ее виды.
17. Какое сырье используется для производства синтетической бумаги?

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. ISO/CD 4046-4 Paper, board, pulps and relatedterms – Vocabulare- Paper and board grades and converted produc /ISO /TC6 Paper, board and pulps Secretariat: CANADA (SCC) 1998-04.
2. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.I. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч.2. Производство полуфабрикатов. – СПб : Политехника, 2003.
3. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.I. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч.3. Производство полуфабрикатов производство бумаги и картона. – СПб : Политехника, 2004.
4. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.II. Производство бумаги и картона. Ч.1. Технология производства и обработки бумаги и картона. – СПб : Политехника, 2005.
5. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.II. Производство бумаги и картона. Ч.2. Основные виды и свойства бумаги, картона, фибры и древесных плит. – СПб : Политехника, 2006.
6. Фляте, Д.М., Свойства бумаги / Д.М. Фляте. Изд. 2-е, испр. и доп. – М. : Лесная пром-сть., 1976.
7. Что полиграфист должен знать о бумаге : [пер. с англ.] Е.Д. Климова – М. : Принт-Медиа центр, 2005.
8. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. Т. I. – СПб : ЛТА, 2002.
9. Иванов, С.Н. Технология бумаги / С.Н. Иванов. – М. : Лесная пром-сть, 1970.
10. Бывшев, А.В. Механическое диспергирование целлюлозных материалов / А.В. Бывшев, Е.Е. Савицкий. – Красноярск : Изд-во Красноярского ун-та, 1991.
11. Комаров, В.И. Использование феноменологической модели деформирования для прогнозирования деформативности сульфатной небеленой целлюлозы / В.И. Комаров, Я.В. Казаков // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2000. – № 9–10.
12. Наумов, В.А. Начала полиграфического материаловедения / В.А. Наумов. – М.: МГУП, 2002.
13. Шахкельдян, Б.Н. Полиграфические материалы / Б.Н. Шахкельдян,   
    Л.А. Загаринская. – М.: Книга, 1988.
14. Крылатов, Ю.А. Проклейка бумаги / Ю.А. Крылатов, И.Н. Ковернинский. – М.: Лесная пром-сть, 1987.
15. Крылатов, Ю.А. Новое в технологии удержания обезвоживания, формования бумаги и картона / Ю.А. Крылатов, Н.И. Афанасьев, А.Ю. Крылатов, А.А. Дикунец // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2003. – № 7–8.
16. Ефремов, Н.Ф. Конструирование и дизайн тары и упаковки / Н.Ф. Ефремов, Т.В. Лемешко, А.В.Чуркин. – М. : МГУП, 2004.
17. Терентьев, О.А. Массоподача и равномерность бумажного полотна. – М.: Лесная пром-сть, 1984.
18. Наумов, В.А. Введение в кинетику процессов травления печатных пластин / В.А. Наумов. – М. : МГУП, 2002.
19. Кричевский, Г.Е. Диффузия и сорбция в процессах крашения и печатания / Г.Е. Кричевский. – М. : Легкая индустрия, 1981.
20. Комаров, В.И. Деформация и разрушение волокнистых целлюлозно-бумажных материалов / В.И. Комаров. – Архангельск : Изд-во АГТУ, 2002.
21. Кугушев, И.Д. Расчет обезвоживания в мокрой части бумагоделательных машин / И.Д. Кугушев, А.Е. Слуцкий. – Л. : ЛТА, 1988.
22. Кугушев, И.Д. Сеточные части бумаго- и картоноделательных машин / И.Д. Кугушев, О.А. Терентьев, Н.Н. Кокушин, Ю.Н. Швецов. – СПб : СПбГТУРП, 2000.
23. Смолин, А.С. Технология формования бумаги и картона / А.С. Смолин, Г.З. Аксельрод. – М. : Лесная пром-сть, 1984.
24. Муштаев, В.И. Сушка дисперсных материалов / В.И. Муштаев,   
    В.М. Ульянов. – М. : Химия, 1988.
25. Пузырев, С.А. Технология обработки и переработки бумаги и картона / С.А. Пузырев и др. – М. : Лесная пром-сть, 1985.
26. Бондарев, А.И. Производство бумаги и картона с покрытием / А.И. Бондарев. – М. : Лесная пром-сть, 1985.
27. Козаровицкий, Л.А. Бумага и краска в процессе печатания / Л.А. Козаровицкий. – М. : Книга, 1965.
28. Татиев, Д.П. Акклиматизация офсетной бумаги / Д.П. Татиев. – М. : Геодезиздат, 1951.
29. Чечунов, С.С. Исследование пористости бумаги и ее влияние на процесс взаимодействия с краской. Автореф. … канд. техн. наук / С.С. Чечунов. – М. : МПИ, 1973.
30. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой. – Л. : Химия, 1983.
31. Технология целлюлозно-бумажного производства. Т. II, ч. 1. – СПб : Изд-во Политехника, 2005.
32. Кивран, В.К., Аюкаев, Р.И. // Моделирование пористых материалов. – Новосибирск : СО АН СССР, 1976.
33. Наумов, В.А. Кинетика впитывания уайт-спирита различными видами бумаги. Сообщение 1. Теоретическое введение / В.А. Наумов, Г.С. Чиликина // Изв. вузов. Проблемы полиграфии и издательского дела. – 2007,   
    № 3.
34. Варепо, Л.Г. Кинетика впитывания уайт-спирита различными видами бумаги. Сообщение 4. Показатели шероховатости образцов бумаги и картона / Л.Г. Варепо, Г.С. Чиликина, В.А. Наумов // Изв. вузов. Проблемы полиграфии и издательского дела. – 2008, № 1.
35. Энциклопедия интернет-рекламы : [Электронный ресурс] / Режим доступа : http://www.zenonline.ru
36. Немного о самоклеящейся бумаге // Бумага и жизнь. – 2006. № 1.
37. Тараненко, Д. Рынок самоклеящихся материалов: состояние и перспективы / Д. Тараненко // Флексо Плюс. – 2005. № 5.
38. По материалам Annual Coating Survey. Обзор рынка мелованных бумаг //Бумага и жизнь. – 2006, № 3.
39. Чрелашвили, Г.К. Самая притягательная бумага в мире // Формат. – 2006. № 7.
40. Хмельницкий, А.К. Модели и оценки влияния свойств бумаги на качество полиграфической продукции. Автореф. … канд. техн. наук /   
    А.К. Хмельницкий. – СПб., 2004, 20 с.
41. Дунаев, Д. В. Совершенствование печатных свойств бумаги в процессе ее производства // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2006, № 6.
42. Проект «Медиастат» : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mediastat.ru/project
43. Бумага для печати: спрос и предложение в 1990–2005 гг.» : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sbo-paper.ru/printingpapers\_rep2006.
44. От мелованной до газетной : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cbk.ru>

# Финские новинки : [Электронный ресурс] / Под ред. С. Моргульцева. – Режим доступа : <http://www.bumaga-komus.ru>

1. Особенности структуры и свойств печатных бумаг : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: htpp: // [www.bereg.ru](http://www.bereg.ru)
2. ISO и форматы бумаги : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.orion-ua.com>
3. Григорян, М. Синтетическая бумага – материал будущего? // Компьюарт. – 2003. № 12.
4. http://www.paper.ru
5. http://www.officemart.ru/ 10. [http://www.design-group.ru](http://www.design-group.ru/)
6. http://www.bereg.net/paper/polylith.html

# Металлизированная бумага : [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

# [http://www.](http://www.bumaga-komus.ru/publish.php?id=41)pakkograff.ru/reader/articles/materials/combine

# MagneCote : [Электронный ресурс] / – Режим доступа:

www.canudos.ru/sub/product/ MagneCote

# Офсетная бумага : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://old.osp.ru/publish/2001/09/066/.htm>

# Cинтетические бумаги : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.5ka.ru/1/28618/1.html>

1. Шлецер, Р. Бумага против бумаги // Print Week. – 2006. № 3.
2. Одинцов, А. Магнитная память бумаги // РТ-Полиграфия. – 2005.   
   № 4–5.
3. Lohmann, Frank. Проблемы электронного книгоиздания // Nouv.graph. –2005. 55, № 15.

**Содержание**

Предисловие 3

Глава 1. Общие сведения о бумаге 4

* 1. Общие требования к бумаге для печати 8
  2. Классификация бумаги и картона 10

1.2.1. Классификация печатных видов бумаги 10

1.2.2. Классификация печатных видов бумаги

в зависимости от технологических факторов ее производства 11

1.2.3. Европейская классификация печатных видов бумаги

в зависимости от особенностей ее технологии 13

1.2.4. Стандартная классификация бумаги (ГОСТ 17586-80) 14

1.2.5. Стандартная классификация картона (ГОСТ 17926-80) 15

1.3. Свойства бумаги 17

Контрольные вопросы 24

Глава 2. Основные компоненты бумаги и ее производство 26

2.1. Характеристика полуфабрикатов для производства бумаги 26

2.2. Проклеивающие вещества 33

2.3. Виды наполнителей и их характеристика 36

2.4. Красители 41

2.5. Общая технологическая схема изготовления бумаги 44

Контрольные вопросы 68

Глава 3. Виды бумаги 70

3.1. Бумага для высокой печати 70

3.2. Бумага для офсетной печати 71

3.3. Бумага для глубокой печати 75

3.4. Общие сведения о бумаге для печати без применения

печатной формы 75

3.5. Самоклеящаяся бумага 82

3.6. Общие сведения о видах оформительской бумаги 83

3.7. Бумага с водяными знаками 86

3.8. Мелованная бумага 89

3.9. Металлизированная бумага 91

3.10. Магнитная бумага 91

3.11. Электронные виды бумаги 95

3.12. Синтетическая бумага 99

Контрольные вопросы 109

Библиографический список 111

Приложения 117

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Таблица А1

Стандартные метрические форматы

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название  формата | Страна  или стандарт | Обрезной размер,  мм | Эквивалент,  дюймы | Наиболее близкие  аналоги по форматам  в России | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| А | Класс I  Фабричный  лист, см | "Мировой формат"  Оствальда (DIN 476) | 1000×1400 | 39,4×55,1 | 100×140 |
| Класс II  Двойной лист, см | 700×1000 | 27,6×39,4 | 70×100 |
| Класс III  Полный лист, см | 500×700 | 19,7×39,4 | 70×100/2 |
| Класс IV  Полулист, см | 350×500 | 13,8×19,7 | 70×100/4 |
| В | Класс I  Фабричный  лист, см | 920×1280 | 36,2×50,4 | 90×120 |
| Класс II  Двойной лист, см | 640×920 | 25,2×36,2 | 60×90 |
| Класс III  Полный лист, см | 460×640 | 18,1×25,2 | 60×90/2 |
| Класс IV  Полулист, см | 320×460 | 12,6×18,1 | 60×90/4 |
| С | Класс I  Фабричный  лист, см | 840×1200 | 33,1×47,2 | 84×120 |
| Класс II  Двойной лист, см | 600×840 | 23,6×33,1 | 60×84 |
| Класс III  Полный лист, см | 420×600 | 16,5×23,6 | 60×84/2 |
| Класс IV  Полулист, см | 300×420 | 11,8×16,15 | 60×84/4 |
| D | Класс I  Фабричный  лист, см | 760×1080 | 29,9×42,5 | 75×100 |
| Класс II  Двойной лист, см | 540×760 | 21,2×29,9 | 75×100/2 |
| Класс III  Полный лист, см | 380×540 | 14,96×21,2 | 75×100/4 |
| Класс IV  Полулист, см | 270×380 | 10,6×14,96 | 75×100/8 |

Продолжение табл. А1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 4А0 | ISO 216 | 1682×2378 | 66,2×93,6 | 168×240 |
| 2А0 | 1189×1682 | 46,8×66,2 | 120×168 |
| А0 | 841×1189 | 33,1×46,8 | 84×120 |
| А1 | 594×841 | 23,4×33,1 | 60×84 |
| А2 | 420×594 | 16,5×23,4 | 60×84/2 |
| А3 | 297×420 | 11,7×16,5 | 60×84/4 |
| А4 | 210×297 | 8,3×11,7 | 60×84/8 |
| А5 | 148×210 | 5,8×8,3 | 60×84/16 |
| А6 | 105×148 | 4,1×5,8 | 60×84/32 |
| А7 | 74×105 | 2,9×4,1 | 60×84/64 |
| А8 | 52×74 | 2,0×2,9 | 60×84/128 |
| А9 | 37×52 | 1,5×2,0 | 60×84/256 |
| А10 | 26×37 | 1,0×1,5 | 60×84/512 |
| В0 | ISO 216 | 1000×1414 | 39,4×55,7 | 108×140 |
| В1 | 707×1000 | 27,8×39,4 | 70×108 |
| В2 | 500×707 | 19,7×27,8 | 70×108/2 |
| В3 | 353×500 | 13,9×19,7 | 70×108/4 |
| В4 | 250×353 | 9,8×13,9 | 70×108/8 |
| В5 | 176×250 | 6,9×9,8 | 70×108/16 |
| В6 | 125×176 | 4,9×6,9 | 70×108/32 |
| В7 | 88×125 | 3,5×4,9 | 70×108/64 |
| В8 | 62×88 | 2,4×3,5 | 70×108/128 |
| В9 | 44×62 | 1,7×2,4 | 70×108/256 |
| В10 | 31×44 | 1,2×1,7 | 70×108/512 |
| С0 | ISO 216 | 917×1297 | 36,1×51,1 | 90×120 |
| С1 | 648×917 | 25,5×36,1 | 60×90 |
| С2 | 458×648 | 18,0×25,5 | 60×90/2 |
| С3 | 324×458 | 12,8×25,5 | 60×90/4 |
| С4 | 229×324 | 9×12,8 | 60×90/8 |
| С5 | 162×229 | 6,4×9 | 60×90/16 |
| С6 | 114×162 | 4,5×6,4 | 60×90/32 |
| С7 | 81×114 | 3,2×4,5 | 60×90/64 |
| С8 | 57×81 | 2,0×3,2 | 60×90/128 |
| С9 | 40×57 | 1,6×2,0 | 60×90/256 |
| С10 | 28×40 | 1,1×1,6 | 60×90/256 |
|  | ISO DL | 110×220 | 4,3×8,7 | 84×90/32 |

Окончание табл. А1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| ID-1 | ISO 7810 | 85,60×53,98 | 3,37×2,12 | 60×90/128 |
| ID-2 | 105×74 | 4,1×2,9 | 60×84/64 |
| ID-3 | 125×88 | 4,9×3,5 | 70×108/64 |
|  | ISO 623 | 220×315 | 8,7×12,4 | 60×90/8 |
| 240×320 | 9,5×12,6 | 70×100/8 |
| 250×320 | 9,8×12,6 | 70×100/8 |
| 290×320 | 11,4×12,6 | 70×108/8 |
| RA0 | ISO | 860 × 1220 | 33,8×48,0 | 84×120 |
| RA1 | 610 × 860 | 24,0×33,8 | 60×84 |
| RA2 | 430 × 610 | 16,9×24,0 | 60×84/2 |
| RA3 | 305× 430 | 12,0×16,9 | 60×84/4 |
| RA4 | 215×305 | 8,5×12,0 | 60×84/8 |
| SRA0 | ISO | 900 ×1280 | 35,4×50,4 | 90×120 |
| SRA1 | 640×900 | 25,2×35,4 | 60×90 |
| SRA2 | 450×640 | 17,7×25,2 | 60×90/2 |
| SRA3 | 320×450 | 12,6×17,7 | 60×90/4 |
| SRA4 | 225×320 | 8,8×12,6 | 60×90/8 |
| "Crown" | BIS #730  Великобритания | 760×1015 | 30×40 | 75×100 |
| "Large post" | 840×1070 | 33×42,1 | 84×108 |
| "Royal" | 635×1020 | 25×40,1 | 60×108 |
| "Imperial" | 760×1120 | 30×44,1 | 75×100 |
| А | Американский Национальный Стандарт ANSI/ASME Y14.1  США, Канада | 216×279 | 8,5×11,0 | 84×108/16 |
| B | 279×432 | 11,0×17,0 | 84×108/8 |
| C | 432×559 | 17,0×22,0 | 84×108/4 |
| D | 559×864 | 22,0×34,0 | 84×108/2 |
| E | 864×1118 | 34,0×44,0 | 84×108 |
| "Letter" | Американский Национальный Стандарт  ANSI  X3.151-1987  США, Канада | 216×279 | 8,5×11,0 | 84×108/16 |
| "Legal" | 216×356 | 8,5×14,0 | 60×84/8 |
| "Executive" | 190×254 | 7,5×10 | 75×90/16 |
| "Ledger/Tabloid" | 279×432 | 11,0×17,0 | 84×108/8 |

Таблица А2

Назначение стандартных форматов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название  формата | Страна  или стандарт | Назначение формата |
| **1** | **2** | **3** |
| А0, А1 | ISO 216 | Плакаты, чертежи, постеры |
| А2, А3 | Чертежи, диаграммы, газеты, расходные материалы для копировальных машин, в дополнение к A4 |
| А4 | Бумага для принтеров и копировальных машин, бланки, каталоги, газеты, журналы, бланки |
| А5 | Книги, блокноты, записные книжки |
| А6 | Книги, блокноты, почтовые открытки, библиотечные карточки |
| А7 | ID-карточки в Германии |
| В4 | Газеты, расходные материалы для копировальных машин, в дополнение к A4 |
| В5, В6 | Книги |
| В7 | Паспорт в странах ЕС |
| С4, С5, С6 | ISO 216 | Конверты для писем форматом А4: несложенные (C4), сложенные вдвое (C5), сложенные втрое (C6) |
| ID-1 | ISO 7810 | Визитные и банковские карточки,  водительские удостоверения, европейские паспорта |
| ID-2 |
| ID-3 (=В7) |
| А | Американский Национальный Стандарт ANSI/ASME Y14.1  США, Канада | Технические чертежи |
| B |
| C |
| D |
| E |

Таблица А3

Единицы измерения форматов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Страна или стандарт | Название формата | Единицы измерения |
| США, Канада:  Американский  Национальный Стандарт | А, В, C, D, "Letter",  "Legal", "Executive", "Ledger/Tabloid" | дюйм |
| Европейские страны  и Россия | Все форматы | мм, см |
| ISO | А, В, С, RA, SRA, ID-1,  ID-2, ID-3 | мм |

Таблица А4

Форматы для печати газет

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название  формата | Обрезной  размер,  мм | Эквивалент  (дюймы) | Наиболее близкие аналоги по форматам  в России |
| А2 | 420×594 | 16,5×23,4 | 60×84/2 |
| А3 | 297×420 | 11,7×16,5 | 60×84/4 |
| А4 | 210×297 | 8,3×16,5 | 60×84/8 |
| В4 | 250×353 | 9,8×13,9 | 70×108/8 |
| Таблоид | 279,4×431,8 | 11,0×17,0 | 60×84/4 |
| Рейнский | 365×510 | 14,4×20,1 | 75×100/4 |
| Среднеевропейский | 315×470 | 12,4×18,5 | 60×90/4 |

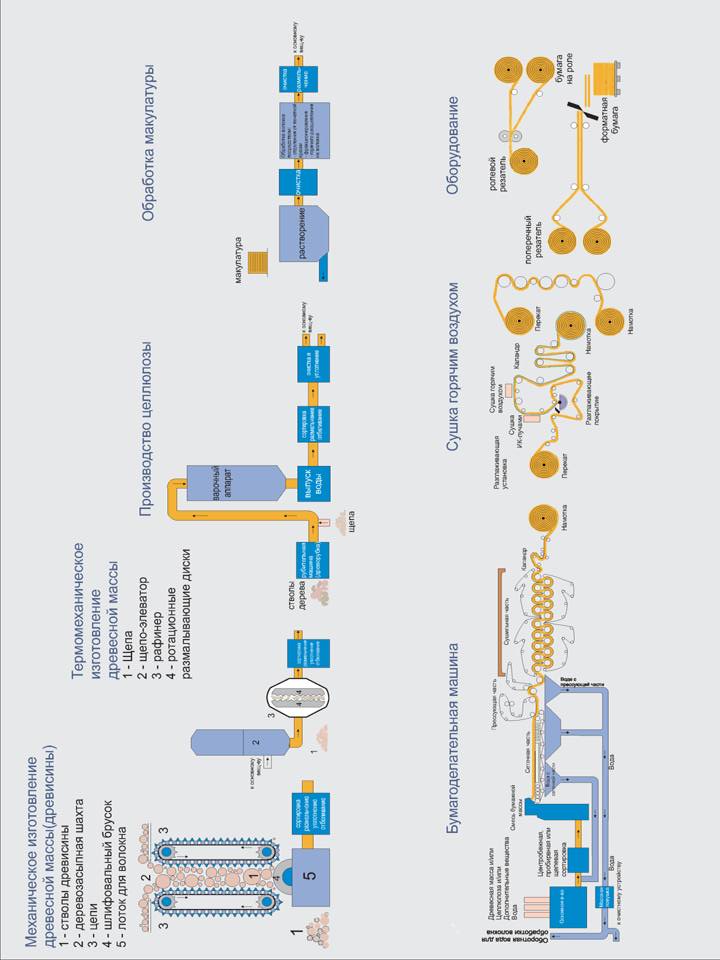


Рис. А1

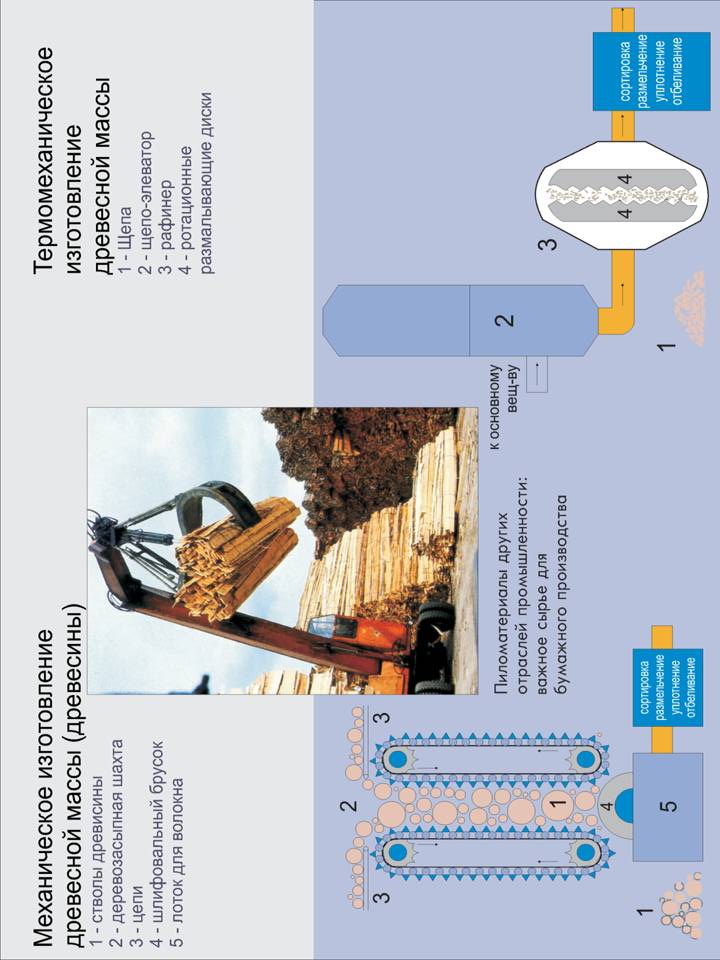


Рис. А2

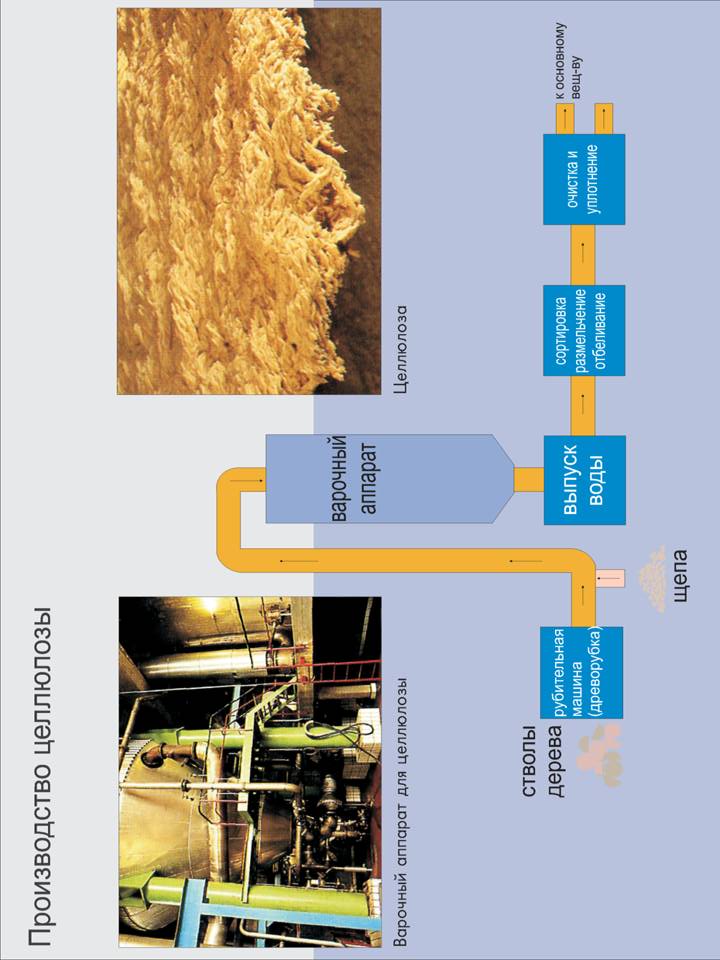


Рис. А3

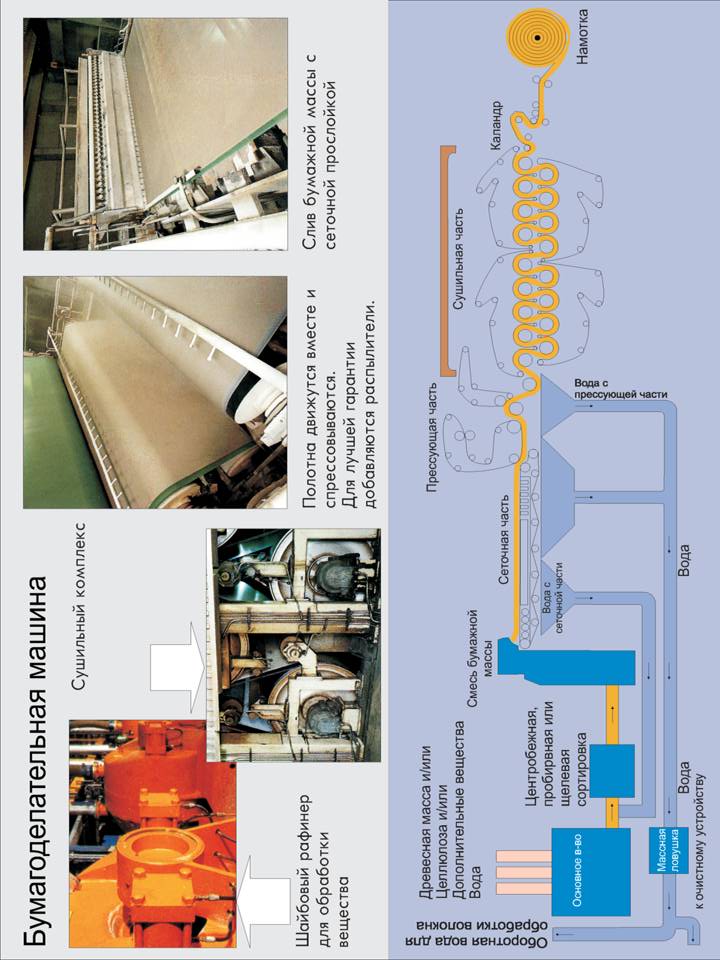
****

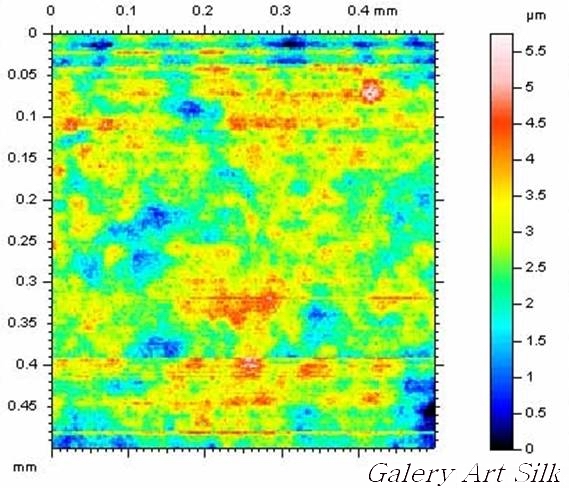
Рис. А4

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

На рисунке Б1 показана отсканированная область поверхности бумаги в двухмерном измерении Х и Y. По цветовой шкале предоставленной справа от рисунка можно оценить величину изменения неровностей Y у магнитной от 0 до 10 мкм.



**Отсканированная область поверхности магнитной бумаги**



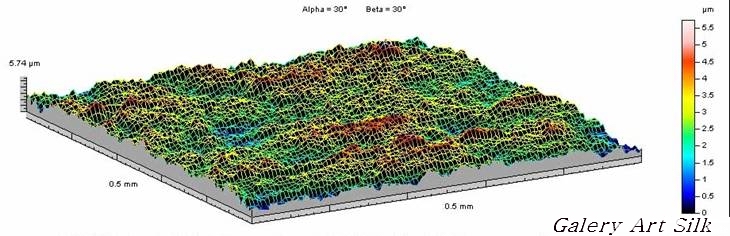
**Отсканированная область поверхности мелованной бумаги**

Рис. Б1

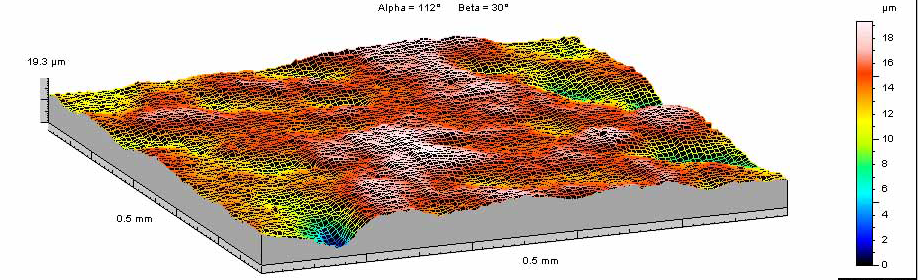
Наглядно представить вид неровностей по профилю Х и Z позволяет трехмерное изображение поверхности бумаги (рис. Б2).

****

**Трехмерное изображение поверхности магнитной бумаги**



**Трехмерное изображение поверхности мелованной бумаги**

****

**Трехмерное изображение поверхности мелованного картона КМ-210**

Рис. Б2.

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**Виды дизайнерских бумаг**

|  |  |
| --- | --- |
| Структура поверхности дизайнерских бумаг | Наименование бумаги |
| **Лен** | **Лен** |
| **Бумага Скорлупа** | **Скорлупа** |
| **Молоток** | **Молоток** |
| **sm_nissaof44f3ef451fb3a** | **Вельвет**  **(линейное тиснение)** |
| **Вельвет** | **Микровельвет**  **(линейное тиснение)** |
| **Design CoverRidget, линейное тиснение** | **Крупный вельвет**  **(линейное тиснение)** |
| **LIKE PAPER NEW LINE** | **Бумага с едва**  **заметным линейным тиснением** |
| **Бумага Мозаика** | **Мозаика** |
| **Рогожка** | **Рогожка** |
| **ZED металлик** | **Металлик** |
| **Ящерица** | **Ящерица** |
| **Бумага Фетр** | **Фетр** |
| **Бумага Фетр** | **Кожа антилопы** |
| **FABREGAS OLYMPO R** | **Специальные**  **перламутровые бумаги от компании FABREGAS** |
| **FABREGAS OLYMPO I** | **Специальные**  **перламутровые бумаги от компании FABREGAS** |
| **FABREGAS OLYMPO X** | **Специальные**  **перламутровые бумаги от компании FABREGAS** |
| **FABRIGAS NIGAR** | **Специальные**  **перламутровые бумаги от компании FABREGAS** |

Редактор В.А. Маркалева

Компьютерная верстка В.С. Николайчук

ИД № 06039 от 12.10.2001 г.

Сводный темплан 2010 г.

Подписано в печать 20.01.2010 г. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на дупликаторе. Уч.-изд.л. 7,25 + 1 цв. вкл. Усл. печ. л. 7,25 + 1 цв. вкл.

Тираж 100 экз. Заказ 54.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Издательство ОмГТУ. 644050, г. Омск, пр. Мира, 11, т. 23-02-12

Типография ОмГТУ

1. мил – 0,001 дюйма, равная 25,4 мкм. [↑](#footnote-ref-2)