

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЛЕСА»

А.Н. ЗАРУБИНА, Ю.В. СЕРДЮКОВА, А.Н. ВЕРЕВКИН, Г.Н. КОНОНОВ

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ И КАРТОНА**

Учебно-методическое пособие  
Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом  
университета в качестве учебно-методического пособия  
к лабораторным работам  
для студентов направления подготовки бакалавров  
18.03.01 «Химическая технология»

Москва  
Издательство Московского государственного университета леса  
2016

УДК 661.71

334

Рецензенты: профессор кафедры «Технология древесных плит  
и пластиков» В.Е. Цветков;

доцент кафедры «Технология древесных плит и пластиков»

Ю.В. Пасько

Разработано в соответствии с Федеральным  
государственным образовательным стандартом для направления подготовки  
бакалавров 18.03.01 «Химическая технология» направленности «Химическая  
технология переработки древесины»

**Зарубина А.Н.,**

3 18 ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ И КАРТОНА: учеб. –метод.пособие /  
А.Н. Зарубина, Ю.В. Сердюкова, А.Н. Веревкин, Г.Н.Кононов . – М.: ГОУ ВПО  
МГУЛ, 2016. – 40 с.

Приведено описание лабораторных работ по дисциплине «Технология производства  
бумаги и картона». После описания методик выполнения работ и оформления получаемых  
результатов предлагаются вопросы для самопроверки.

УДК 661.71

Учебное издание

**Зарубина Анжелла Николаевна**  
**Сердюкова Юлия Владимировна**  
**Веревкин Алексей Николаевич**  
**Кононов Георгий Николаевич**

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ И КАРТОНА**

В авторской редакции

Компьютерный набор и верстка Ю.В. Сердюкова

По тематическому плану внутривузовских изданий учебной литературы  
на 2016 г.

Издательство Московского государственного университета леса. 141005,  
Мытищи-5, Московская обл., 1-я Институтская, 1, МГУЛ.  
Телефоны: (095)588-5762, 588-5348, 588-5415. Факс: 588-5109.  
E-mail: izdat@mgul.ac.ru

© Сердюкова Ю.В., Веревкин А.Н., Зарубина А.Н., Кононов Г.Н., 2016  
© ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2016

## **Лабораторная работа 1. Определение степени помола волокна для производства бумаги (картона)**

Растительные волокна перед их использованием для производства бумаги и картона подвергаются специальной механической обработке в присутствии воды. Размол является одной из важнейших технологических операций, предопределяющих свойства бумажной продукции. В результате такой обработки они подвергаются гидравлическим ударам, укорачиванию, сжатию, расщеплению, истиранию, сжатию, раздавливанию и другим механическим воздействиям, под действием которых в процессе размола изменяются их длина, толщина и фракционный состав. Также при размолу изменяются коллоидно-химические свойства волокон – они становятся более гибкими и эластичными, жирными на ощупь, труднее обезвоживаются. Бумага и картон, полученные из хорошо размолотых волокон, становятся более прочными.

На процесс размола волокнистых полуфабрикатов влияют многие факторы, которые делят на две группы: неизменяемые, или постоянные факторы, обусловленные природой волокна и его химическим составом, а также типом и конструкции размалывающего аппарата, и изменяемые, или регулируемые (продолжительность размола, давление при размолу, концентрация и температура массы, рН среды, наличие гидрофильных добавок и т.д.).

Степень помола измеряется в градусах Шоппер-Риглера ( $^{\circ}$ ШП), которые определяются на специальном приборе и характеризуют степень водоудержания волокнистой суспензии.

Степень помола массы определяется на приборе СР-2 типа Шоппер-Риглера, изображенного на рисунке 1. Принцип работы прибора основан на разной скорости отдачи воды массой различного помола при обезвоживании ее на сетке.

Верхняя, снимающаяся часть прибора (1) представляет собой цилиндр, дно которого обтянуто одинарной миткалевой сеткой № 40. Сетчатое дно цилиндра закрывается клапаном (2), края которого обтянуты резиновым кольцом, чтобы он плотно закрывал снизу цилиндр. Нижняя часть прибора (3) представляет конус, укрепленный на устойчивом штативе (4), и имеет два отверстия: центральное (6) узкое и боковое (5), более широкое. Расположение этих отверстий выбрано так, что вода, стекающая через слой массы и сетку из верхнего цилиндра, может уходить через боковое отверстие лишь тогда, когда скорость стекания ее больше, чем пропускная способность центрального отверстия. В этом случае вода не успевает уйти через нижнее отверстие, скапливается в конусе, а часть воды будет вытекать через боковое переливное отверстие.

Для определения степени помола размолотой массы берут 1 л суспензии, содержащей точно 2 г массы в расчете на абсолютно сухое волокно. Суспензию тщательно перемешивают и быстро вливают в цилиндр прибора СР-2 при опущенном клапане, который затем быстро поднимают, а вода стекает через слой массы и сетку в цилиндры, подставленные под центральное и боковое отверстия.

За степень помола по Шоппер-Риглеру (ШР) принимают условно разность между количеством воды, взятой для анализа волокнистой суспензии, и количеством воды, вытекшей через широкое боковое отверстие. При этом 10 мл воды условно соответствует 1°ШР.

Определив объем воды ( V ), стекшей в боковой цилиндр, рассчитывают степень помола древесной массы (целлюлозы) по следующей формуле:

$$^{\circ}\text{ШР} = (1000 - V) / 10$$

где: V – объем воды, стекший в боковой цилиндр

В связи с тем, что скорость водоотдачи волокнистой массой зависит от вязкости воды, степень помола необходимо определять при температуре воды 20°C. Повышение температуры на 1°C снижает показатель помола на 0,46° ШР.

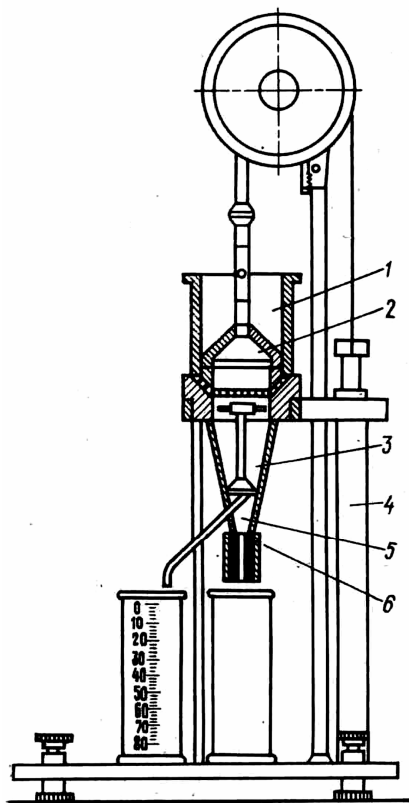


Рис. 1. Прибор СР-2 для определения градуса помола: 1 – цилиндр, 2 – клапан, 3 – конус, 4 – штатив, 5 – боковое отверстие прибора, 6 – центральное отверстие прибора, 6 – центральное отверстие

## **Лабораторная работа 2. Наполнение бумажной массы. Определение влажности и зольности различных видов бумаг/картонов**

Многие виды бумаги вырабатываются с применением специальных инертных специальных веществ, называемых наполнителями. Целью введения наполнения является повышение белизны бумаги, увеличение её прозрачности и гладкости, улучшение печатных свойств, придание её большей мягкости и

плотности. Однако наполнители, вводимые в бумажную массу в значительном количестве, ухудшают некоторые показатели, например, понижается прочность, снижается степень проклейки, увеличивается пылимость. Поэтому для каждого вида бумаги существует оптимальное содержание наполнителей в композиции.

К наполнителям, вводимым в бумажную массу, предъявляются следующие требования: они должны иметь высокую белизну, иметь высокий коэффициент преломления света, быть однородными и мелкодисперсными, не должны быть слишком твердыми и обладать абразивными свойствами, быть химически инертными и нерастворимыми в воде, должны хорошо удерживаться на волокне.

О количестве введенного наполнителя судят по зольности бумаги. Под зольностью понимается нелетучий остаток, остающейся после прокаливании бумаги при высоких температурах.

Метод определения зольности бумаге основан на сжигании и прокаливании навески бумаги и взвешивании минерального остатка.

Навеску бумаги 2–5 г, нарезанную в виде полосок из разных мест пробы, взвешивают с точностью до 0,001 г, помещают в тигель, предварительно прокаленный до постоянной массы. Затем тигель с навеской помещают щипцами в муфельную печь с температурой 800°C, сжигают и прокаливают до постоянной массы.

Прокаленный и охлажденный в эксикаторе тигель с остатком взвешивают с точностью до 0,0002 г.

Содержание золы  $Z$  (%) в бумаге (картоне) вычисляют по формуле:

$$W = (a_1 - a) / a_2 ] \times 100,$$

где  $W$  – влажность бумаги или картона, %;

$a$  – масса пустого тигля, г.

$a_1$  – масса тигля и с остатком после прокаливания, г.

$a_2$  – масса навески бумаги, г.

Зольность выражают средним арифметическим двух параллельных определений, вычисленных с точностью до 0,1%. Расхождения параллельных определений должны быть в пределах 0,02 ...3%.

### **Проклейка бумаги**

Для придания бумаги гидрофобности и некоторых других свойств её подвергают проклейке.

Различают проклейку в массе, при которой проклеивающие вещества вводят непосредственно в бумажную массу перед её отливом на бумагоделательной машине, и поверхностную, при которой проклеивающие соединения наносят на поверхность уже готовой бумаги и картона.

### **Лабораторная работа 3. Контроль процесса проклейки бумаги чернильно-штриховым методом**

Чернильно-штриховой метод основан на нанесении рейсфедерами с чернилами на поверхность бумаги штрихов и определении толщины штриха, не расплывающегося и не проходящего на обратную сторону бумаги.

Штрихи наносят рейсфедером под углом к горизонтальной плоскости в  $45^\circ$  равномерным и одинаковым нажимом, равным 0,49 Н. Расстояние между штрихами должно быть  $17 \pm 1$  мм, а от краев листа – не меньше, чем 20 мм. Заполнение рейсфедера чернилами должно быть полным с высотой чернил в нем 10–12 мм. Толщина линий, наносимых на бумагу, должна быть кратной 0,25 мм., т. е. 0,25; 0,5; 0,75; 1 мм и т. д. Длина линий – 80 ... 100 мм. Скорость,

с которой наносятся линии, должна быть 80 ... 100 мм/с. Наполнение наносимых штриховых линий должно быть одинаковым и полным. Для этого после проведения линии на бумаге к концам ее прикасаются рейсфедером, наполненным чернилами, при этом с рейсфедера стекает небольшое количество чернил. Оно постоянно для каждой толщины линии.

Степень проклейки бумаги или картона определяют после высыхания чернил.

Для определения степени проклейки бумаги применяется прибор, указанный на рис. 2. Он состоит из каретки – рамки (2), в которую вмонтировано четыре рейсфедера (3). Прибор дает возможность одновременно наносить четыре линии разной толщины с одинаковым нажимом. Применение данного прибора ускоряет производство анализа.

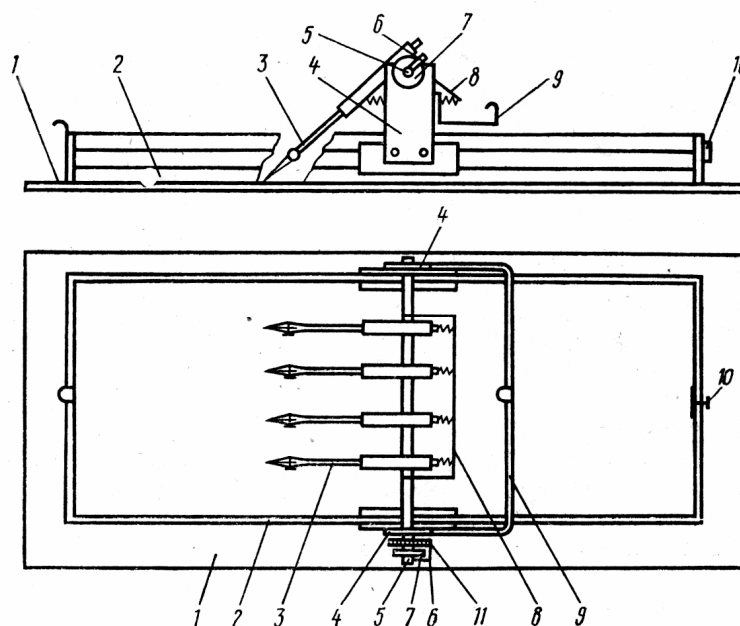


Рис. 2. Прибор для определения степени проклейки бумаги чернильно-штриховым методом

1 – стекло, 2 – рамка, 3 – рейсфедер, 4 – ползунки, 5 – валик, 6 – рычажок, 7 – шайба, 8 – рамка с пружинами, 9 – ручка, 10 – арретир, 11 – шестеренка



Для проведения испытания отбирают 30–50 мл чернил в чистую посуду с притертой пробкой. В зависимости от степени проклейки бумаги толщина линий, наносимых рейсфедером, должна быть: 1-я штриховая линия меньше нормы на 0,5 мм; 2-я штриховая линия меньше нормы на 0,25 мм; 3-я штриховая линия равна норме; 4-я штриховая линия больше нормы на 0,25 мм.

Испытанию подвергают пять листов бумаги каждого образца, отобранного от товарной единицы с верхней и сеточной стороны.

#### **Лабораторная работа 4. Определение степени проклейки бумаги (картона) методом сухого индикатора**

Метод сухого индикатора основан на определении времени (сек) прохождения воды через толщу бумаги и увлажнении сухого индикатора, нанесенного на поверхность образца испытуемой бумаги.

Для этого метода сухой индикатор готовят следующим образом: растирают в тонкий порошок сахарную пудру и крахмал, просеивают их через сетку № 40, сушат в термостате при температуре около 100° С в течение 1,5 ч. Затем составляют смесь, состоящую из 9 частей сахара, 1 части крахмала, 0,2 части красителя. Смесь тщательно перемешивают, сушат в течение 30 мин при тех же условиях и просеивают через сетку № 40. Хранится смесь в стеклянной посуде с притертой пробкой в эксикаторе.

Для проведения испытания из каждого листа пробы по одному вырезают пять образцов бумаги размером 50x50 мм, измеряют толщину бумаги, загибают кромку края каждого образца шириной 0,5 мм. На дно образованного корытца насыпают тонкий слой сухого индикатора через сетку № 24. Образцы помещают в ванну с водой (температура воды 20±2°С) и включают секундомер. Вода, пройдя сквозь толщу бумаги, растворит краситель, находящийся в сухом индикаторе, на поверхности образца появляются окрашенные точки. При появлении первых признаков изменения окраски сухого индикатора

секундомер останавливают.

Проклейку бумаги  $D$  (с) по этому способу вычисляют по следующей формуле:

$$D = \frac{T}{\delta}$$

где  $T$  – время прохождения воды через толщу испытуемой бумаги, с;

$\delta$  – толщина испытуемой бумаги, мм.

Результат испытаний выражается средним арифметическим всех определений. Если есть отклонения, то они указываются в ГОСТе на соответствующий вид бумаги. Этот способ определения проклейки бумаги дает возможность сравнить полученные результаты степени проклейки для бумаги разной толщины и плотности.

## **Лабораторная работа 5. Влияние различных факторов на деформационные свойства бумаги**

### **Удлинение при растяжении**

На нижней большой шкале отсчитываются по указателю стрелки значения разрывного груза в ньютонах (кгс), а растяжимость по шкале малого сегмента в процентах. Если расстояние между зажимами не соответствует 180 мм, то растяжимость бумаги выражается в миллиметрах и делается пересчет в проценты по формуле:

$$E = \frac{\Delta l}{l_0} 100$$

где  $E$  – растяжимость бумаги, %

$\Delta l$  – удлинение полоски бумаги в момент разрыва, мм

$l_0$  – первоначальное расстояние между зажимами, мм

## Деформация при увлажнении

Линейная деформация бумаги определяется согласно ГОСТ 12057. Линейную деформацию определяют одним из трех способов: 1) после обработки водой (деформация бумаги при намокании); 2) после обработки водой и последующего высушивания (остаточная деформация); 3) после обработки растворами углекислого калия и серноватистокислого натрия (тиосульфата натрия) и последующего высушивания (остаточная деформация).

*Для определения деформации бумаги после обработки водой* берут образец бумаги размером 220×220 мм, кладут на стекло и проводят через его центр две взаимно перпендикулярные прямые, соответствующие машинному и поперечному направлению в бумаге. На концах линий, на расстоянии около 10 мм от кромок специальной иглой делают отметки и обводят карандашом (простым). Расстояние между отметками измеряют линейкой с оптическим визиром с точностью до 0,2 мм.

Если есть специальный шаблон для определения линейной деформации, то он должен быть размером 20×220 мм с просверленными четырьмя отверстиями диаметром по 4 мм каждое. Центры отверстий располагаются на расстоянии 10 мм от кромок шаблона на взаимно перпендикулярных линиях, проведенных через центр шаблона, перпендикулярно его кромкам.

Подготовленный образец кладут в ванну с дистиллированной водой при температуре  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ . Уровень воды в ванне должен быть не менее 20 мм. Выдерживают образцы в течение 0,5...2 ч (согласно времени, указанному стандартом на соответствующую бумагу).

Затем образцы вынимают по одному, помещают между двумя листами фильтровальной бумаги для удаления излишка воды и заворачивают в полиэтиленовую пленку во избежание высыхания воды до момента измерения. Время с момента извлечения образцов из воды до начала испытаний не должно

быть больше 5 мин. Образцы по одному извлекают из пленки и вторично измеряют расстояния между отмеченными точками. Линейная деформация  $D$  (%) вычисляется по формуле:

$$D = \frac{l_1 - l}{l} 100$$

где  $l$  и  $l_1$  — расстояния между отмеченными точками до и после выдерживания образцов в воде, мм.

За результат испытаний принимают среднее арифметическое трех определений (отдельно для каждого направления), округленное до 0,1%. Расхождение между параллельными определениями должно быть не более 0,2%:

### **Определение остаточной деформации**

*Линейная деформация после обработки водой и последующего высушивания (остаточная деформация)* определяется так же, как описано выше, только после выдерживания образцов в воде их вынимают, измеряют расстояния между отмеченными точками (если это требуется по стандарту на бумагу) и высушивают. Высушивание длится в течение 6 ч на тенте (если в стандарте не указано другое время и условия для высушивания) при температуре и относительной влажности согласно ГОСТ 13523; в течение 30 ... 120 мин – в камере для ускоренной сушки. Время сушки зависит от массы 1 м<sup>2</sup> бумаги для бумаги массой 1 м<sup>2</sup> до 100 г – 30 мин; от 100 до 150 г – 60 мин; свыше 150 г – 120 мин.

Высушенные образцы кладут на стекло и измеряют расстояние между отмеченными точками. Остаточную деформацию  $OD$  (%) рассчитывают по формуле:

$$OD = \frac{l_2 - l}{l} 100$$

где  $l$  и  $l_2$  – размеры между отмеченными точками в листе бумаги до замачивания и после замачивания и последующего высушивания, мм.

*Линейную деформацию бумаги после обработки ее растворами углекислого калия и серноватистокислого натрия и последующего его высушивания* определяют согласно описанному выше, только подготовленные образцы обрабатывают не в воде, а сначала в течение 2 мин в 6%-ном растворе углекислого калия и после ополаскивания в дистиллированной воде – в 25%-ном растворе серноватистокислого натрия в течение 15 мин. После этого образец промывают в дистиллированной воде в течение 30 мин. Температура воды и растворов должна быть  $20\pm 5^\circ\text{C}$ . Затем образец высушивают на сетке при температуре  $20\pm 5^\circ\text{C}$  в течение 6 ч.

Замеры между отмеченными точками и подсчет результатов испытаний проводят согласно описанному выше.

Деформацию бумаги выражают (в процентах) средним арифметическим результатом трех определений каждого направления, округленным до сотых долей.

## **Лабораторная работа 6. Влияние различных факторов на структурно-механические свойства бумаги**

### **Сопротивление раздиранию**

Сопротивление бумаги раздиранию (ГОСТ 13525.3) определяется на приборе Р-1 (прибор Эльмендорфа, рис. 3). Сопротивление бумаги раздиранию выражается в ньютонах, это величина усилия, необходимого для раздирания предварительно надрезанного образца бумаги.

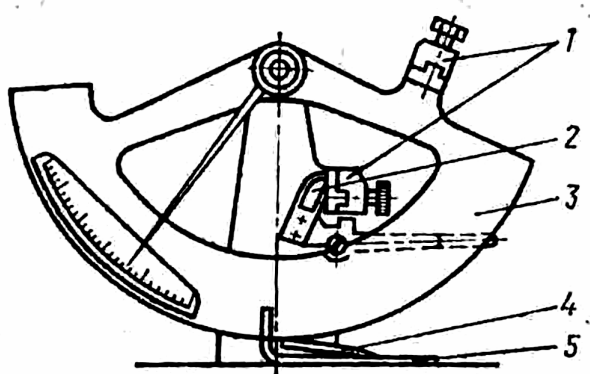


Рис. 3. Прибор для определения сопротивления бумаги раздиранию:

1 – зажимы; 2 – нож; 3 – маятник; 4 – тормозная пружина; 5 – фиксатор стрелки

Схема прибора дана на рис. 3. Основной его частью является массивный, качающийся маятник (3), имеющий вид сегмента, на шкале которого нанесено 100 делений с ценой 0,157Н. Маятник укреплен в шарикоподшипниках на вертикальной стойке, вмонтированной в станину.

При закреплении маятника тормозной пружиной (4) в крайнем левом положении он обладает запасом потенциальной энергии, равной произведению высоты подъема маятника на его массу. Пущенный с этого положения маятник должен свободно колебаться вокруг своей оси не менее 5 мин.

Маятник снабжен стрелкой-указателем. Величина трения, стрелки должна быть в пределах 294,3...490,5 Дж (0,3...0,5 кгс/см). Фиксатор (5) стрелки должен регулироваться.

Перед началом испытания прибор должен быть установлен в нулевое положение, т. е. при свободном падении маятника без бумаги стрелка прибора отклонится до нулевого положения (это создается при помощи винта, расположенного на станине прибора).

Испытуемые образцы бумаги размером  $(65 \pm 0,5) \times (75 \pm 1)$  мм, закладываются в зажимы (1) большей стороной при поднятом положении

маятника. Длина зажимов 36 мм, ширина зажимающей кромки бумаги 15 мм, расстояние между зажимами 2,5 мм. Один из зажимов расположен на стойке, другой — вмонтирован в боковую стенку маятника.

Образцы бумаги, большая сторона которых соответствует машинному направлению бумаги, дают показания сопротивления бумаги раздиранию в поперечном направлении и наоборот.

Перед тем как опустить маятник и, следовательно, произвести замер, в бумаге делают надрез ножом (2). Нож должен быть укреплен таким образом, чтобы длина ненадрезанной части бумаги составляла  $43 \pm 0,5$  мм.

Маятник опускают быстрым нажатием на тормозную пластину (4) (стрелка прибора расположена вертикально слева от упорной пластины) и в момент падения собственной массой маятник разорвет надрезанные образцы бумаги. При обратном движении маятник останавливают тормозной pedalью.

Одновременно испытывают четыре образца бумаги одного направления, при этом линия раздирания" не должна отклоняться от линии надреза больше чем на 10 мм, иначе полученный результат не учитывается и испытание повторяют.

Стрелка прибора должна показывать величину раздирания в пределах от 20 до 60 делений шкалы.

Величину сопротивления бумаги раздиранию  $P$  (Н) вычисляют по формуле:

$$P = \frac{a \times 16}{n} \times 9,81 \times 10^{-3}$$

где  $a$  – показания прибора (среднее арифметическое пяти измерений), гс

$n$  – количество образцов бумаги подвергнутых одновременному испытанию

## Определение воздухопроницаемости и пористости

Воздухопроницаемость бумаги определяется согласно ГОСТ 13525.14. Выражается этот показатель в единицах объема воды, вытесненной воздухом, прошедшим через образец бумаги площадью  $10 \text{ см}^2$  при разрежении в аппарате 981 Па (100 мм вод. ст.), за 1 мин.

Для определения воздухопроницаемости бумаги применяется прибор, называемый аппаратом ВП-2 (дензометр). Аппарат состоит из сосуда Мариотта, в котором создается разрежение при помощи гибкого шланга с металлическим наконечником. Величина разрежения устанавливается по манометру, один конец которого соединен с камерой. Перед испытанием в сосуд Мариотта наливают дистиллированную воду через воронку, расположенную сверху аппарата. При этом воздух из сосуда вытесняется через кран, расположенный сверху сосуда, и как только воду залили, кран закрывают.

На камеру, соединенную с манометром, накладывают образец испытуемой бумаги и зажимают зажимным кольцом. Диаметр отверстий зажимного кольца должен быть равным  $35,7 \pm 0,05$  мм, что соответствует площади испытуемой бумаги в  $10 \text{ см}^2$ . Для испытания бумаги в бобинах иногда по требованию заказчика зажим делается овальной формы. В этом случае размеры отверстий должны быть: длина  $69,9 \pm 0,05$  мм, ширина  $15,0 \pm 0,05$  мм.

При помощи двух кранов, расположенных в нижней части сосуда Мариотта, в системе создается разрежение, чаще всего 981 Па (100 мм вод. ст.). При этом воздух, проходящий через бумажное полотно, вытесняет равное по объему количество воды. Разрежение в системе должно быть стабильным, т. е. в течение 30 мин не должно наблюдаться колебаний уровня в манометрической трубке. При помощи мерного цилиндра измеряют количество воды, вытесненной воздухом за 1 мин.



Если воздухопроницаемость бумаги большая, можно сократить время испытания (но оно не должно быть меньше 15 с) или же снизить перепад давления в приборе. В этом случае, воздухопроницаемость  $V$  (мл) можно вычислить по формуле:

$$B = \frac{V \times 60}{T \times P}$$

где  $V$  – среднее арифметическое значение всех определений объема воздуха, мл;

$T$  – время испытания, с;

$P$  – установленный перепад давления в приборе по манометру, Па.

### **Определение фильтрующей способности**

Фильтрующая способность является важной характеристикой фильтровальной бумаги. Она определяется путем установления времени фильтрации определенного объема дистиллированной воды (температурой  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) через испытуемый образец, сложенный в виде воронки. Для определения фильтрующей способности пользуются простой установкой, изображенной на рис. 4. Она состоит из бюретки 1 вместимостью 25 мл и специального кольца 2, укрепленных на лабораторном штативе 4. Металлическое или пластмассовое кольцо 2 имеет коническое отверстие, расточенное на конус под углом  $60^\circ$ .

Для испытания берут пять листов бумаги и вырезают из них по одному образцу. Диаметр испытуемых образцов бумаги, кольца и объемы дистиллированной воды выбираются отдельно.

Каждый испытуемый образец складывают 2 раза так, чтобы образовалось четверть круга, и вкладывают в стеклянную воронку, которую устанавливают на коническую колбу. В фильтр заливают такое количество дистиллированной воды, чтобы ее объем не доходил примерно на 5 мм до края фильтра, после чего осторожно стеклянной палочкой прижимают тонкий слой фильтра к воронке и, разглаживая, удаляют воздух из складок фильтра.

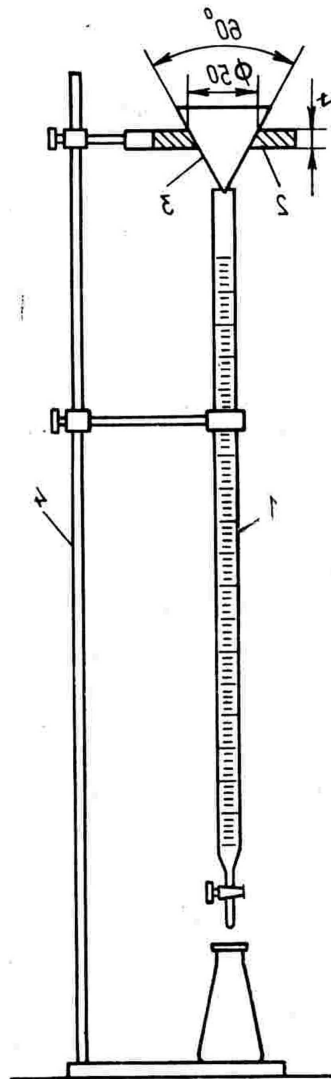


Рис. 4. Схема прибора для определения фильтрующей способности

После фильтрации около трех четвертых объема влитой воды остаток ее сливают с фильтра. Затем влажный фильтр вынимают из воронки и вставляют в кольцо таким образом, чтобы края фильтра выступали над верхним краем кольца примерно на 10 мм. Под фильтром 3 устанавливают бюретку или

другую емкость так, чтобы фильтр вершиной конуса касался ее стенки (для предотвращения резких колебаний уровня воды в измерительном сосуде). В подготовленный фильтр вливают, в один прием, предварительно отмеренное количество дистиллированной воды, дважды отфильтрованной через фильтр из бумаги такого же качества. После фильтрации одной пятой объема воды, залитой в фильтр, с помощью секундомера измеряют время фильтрации контролируемого объема воды с погрешностью не более 0,2 с.

За результат измерения принимается среднее арифметическое результатов пяти определений фильтрующей способности, выраженное в секундах. Результат округляют до 1 с.

## **Лабораторная работа 7. Влияние различных факторов на оптические свойства бумаг и картонов**

### **Определение белизны**

Белизна бумаги выражается коэффициентом отражения, который учитывает количество диффузионно отраженного света поверхностью бумаги ко всему падающему потоку. При определении белизны бумаги учитывается еще и физиологическая способность человеческого глаза воспринимать ощущение яркости в зависимости от цвета принимаемого светофильтра. У абсолютно белого тела коэффициент отражения не зависит от длины волны падающего на него света.

Белизну бумаги определяют на приборе лейкометре (рис. 5), где в качестве эталона принята поверхность эталонного шара, покрытого окисью бария или магния. В лейкометре применяются три светофильтра: красный, зеленый и синий. Их можно устанавливать в зависимости от требуемых условий измерения. Белизну бумаги (ГОСТ 7690) измеряют в синей области спектра при длине волны  $457 \pm 2,5$  нм и полуширине  $40 \pm 5$  нм.

Измеритель вместе с держателем испытуемых образцов укреплен на массивной плите . В блоке вмонтированы лампы для освещения. В нише находится экран с делениями для наблюдения за нитью электрометра во время измерения. Ручка служит для смены фильтров (синего, красного, зеленого). За положением испытуемого образца наблюдают через окошко.

На боковой стенке лейкометра расположены: выключатель измерителя ; ручки и потенциометров для регулирования напряжения, подаваемого на фотоэлементы; измерительный барабан; кнопки регулирования (серого кругового клина и механического нуля электрометра) и патрон лампы. Оптическая схема прибора снабжена источником света , чем является ртутная лампа высокого давления или лампа 30 Вт. Свет от лампы направляется через конденсаторную собирающую линзу и вогнутое зеркало на светорасщепляющую пластину через световой фильтр. От расщепляющей пластины одна часть пучка лучей попадает на испытуемый образец бумаги. От поверхности образца свет отражается по всем направлениям и попадает на поверхность большого шара. Вторая часть пучка лучей от светорасщепляющей пластины проходит через призму и измерительную диафрагму. Эта часть лучей служит для освещения второго (меньшего) шара. Его также называют эталонным шаром. Измерительная диафрагма связана с отсчетным барабаном, при помощи которого можно изменять освещенность эталонного шара. Отраженный свет от обоих шаров попадает на фотоэлементы и вызывает отклонение струны электрометра.

При испытании световой поток от поверхности испытуемой бумаги сравнивается с известным световым потоком. Так как отраженные потоки от эталона и поверхности испытуемой бумаги различны, они вызовут разность токов у фотоэлементов, которые измеряются высокочувствительными электрометрами. Фотоэлементы, принимая фототоки, вызывают колебания нити электрометра. Поворачивая барабан, находят такое положение измерительной диафрагмы, при котором токи обоих фотоэлементов будут

одинаковы. В этом случае электрометр покажет нуль.

Изображение струны электрометра при помощи оптической системы проецируется на матовое стекло. Источником света здесь служит миниатюрная лампа (6 Вт). Нить от лампы осветительной оптикой проецируется на первую половину сдвоенного объектива, размещенную перед электрометром.

Вторая часть объектива проецирует нить электрометра на матовую пластину со шкалой. Осуществляется это при помощи окуляра, двух поворотных призм и зеркала, т. е. изображение струны на матовой пластине станет в нулевое положение. Значение белизны измеряемого образца в процентах покажет измерительный барабан. Более подробно с правилами пользования прибором можно ознакомиться в инструкции, прилагаемой к прибору.

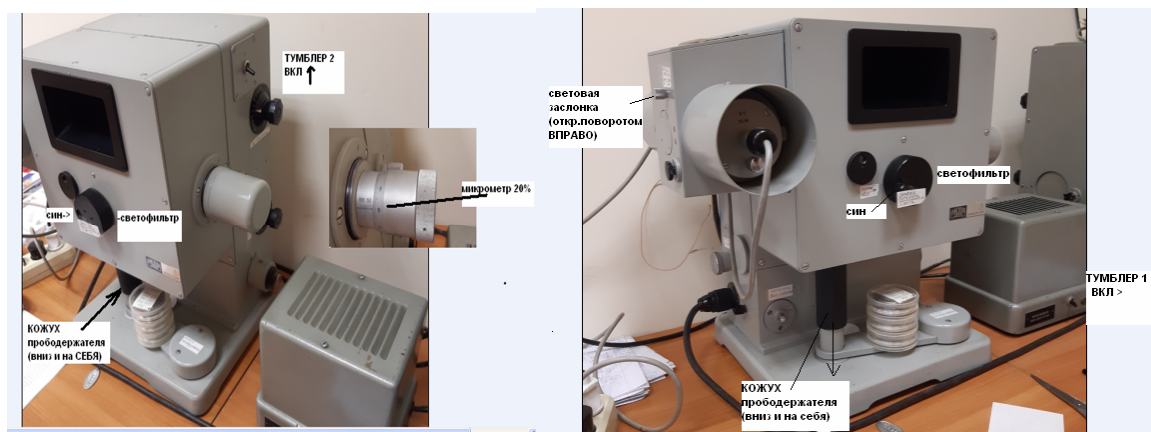


Рис. 5. Определение белизны бумаги по *ISO* (ГОСТ 30113)  
на приборе ЛЕЙКОМЕТР Carl Zeiss Jena (ГДР)

Порядок работы на приборе:

1. Включить в розетку 220 В, две вилки (от стабилизатора питания и от лампового блока).
2. Включить первый ТУМБЛЕР вверх и второй ТУМБЛЕР вправо.
3. Установить СВЕТОФИЛЬТР на СИНЮЮ полосу.

4. УСТАНОВИТЬ стандарт БЕЛИЗНЫ 84,5% (или др. близкий по белизне), отжав КОЖУХ прободержателя вниз и потянуть на себя.

5. Снять с кожуха черный диск, положить на его место стандарт БЕЛИЗНЫ, вернуть прободержатель назад (обратно и ВВЕРХ).

6. Открыть световую заслонку и выставить номинал стандарта вращением микрометра на 84,5.

7. СОВМЕСТИТЬ проекцию нити электрометра на зеленом экране между двойным штрихом [чтобы проекция нити электрометра на зеленом экране оказалась между двойным штрихом].

8 УСТАНОВИТЬ не менее 5 образцов БУМАГИ 50×50 мм (чтобы не просвечивали, т.к. д.б. режим ОТРАЖЕНИЯ).

9. Отжав КОЖУХ прободержателя вниз и потянуть на себя. Снять с кожуха стандарт или черный диск, положить на его место измеряемый образец, вернуть прободержатель назад (обратно и ВВЕРХ), открыть световую заслонку и выставить искомое значение вращением микрометра (например 6,5% или 51% или 95%) [т.о. чтобы проекция нити электрометра на зеленом экране оказалась между двойным штрихом]

При определении белизны бумаги с оптическим отбеливателем в качестве источника света применяется ртутная лампа высокого давления с излучением спектральной линии длиной волны 366 нм. Спектр излучения лампы корректируется светофильтром ВС8 толщиной 1,2 мм (ГОСТ 9411). К прибору приложены поверочные пластины из молочного стекла.

Перед каждым испытанием прибор необходимо настроить согласно инструкции сначала на нуль отсчета при помощи ручек механической и электрической настройки, а затем при помощи рабочей поверочной пластины, белизна которой близка к белизне испытываемой бумаги. После этого определяют белизну испытываемой бумаги.

Образцы складывают в стопу. Стопа должна быть светонепроницаемой

(дальнейшее увеличение количества листков в стопе не изменяет показания значений белизны бумаги).

Измеряемым считается верхний лист и по мере измерения его перекладывают вниз.

Если белизна испытуемых образцов с оптическим отбеливателем больше 100%, настройку прибора по поверочной пластине с наибольшим коэффициентом отражения осуществляют при установке измерительной шкалы прибора на  $n$ -деление; это деление ниже значения белизны поверочной пластины на 10 ... 20%.

Для определения белизны целлюлозы из отобранной средней пробы изготавливают отливки диаметром 80...85 см и массой 80...200 г/м<sup>2</sup>, что соответствует 1...1,2 г воздушносухой целлюлозы. Для этого отобранную для испытания целлюлозу разрывают на кусочки размером (1...2)×(1...2) см, отвешивают в нужном количестве, заливают дистиллированной водой и разбивают в дефибраторе из некорродирующего материала.

Полученную суспензию разбавляют дистиллированной водой до 500 мл, перемешивают и фильтруют на воронке Бюхнера через тканевую подкладку и увлажненную фильтровальную бумагу. Полученную отливку прессуют на прессе любой конструкции при давлении  $19,62 \cdot 10^4 \dots 29,43 \cdot 10^4$  Па (2...3 кгс/см<sup>2</sup>). Прессование отливок производят между дисками из пластмассы толщиной 2...3 мм, диаметром 100...110 мм и листами фильтровальной бумаги.

После прессования отливку с двумя прилегающими к ней листами фильтровальной бумаги отделяют и сушат в сушильной камере до сухости 80...90%. Затем снова прессуют в течение 0,5 мин и кондиционируют в течение 4 ч. Испытанию подвергают четыре отливки.

Образцы испытуемой бумаги и отливки должны быть чистыми, не иметь повреждений (складок, морщин, перегибов и т. д.) и водяных знаков.

Белизну полуфабриката бумаги выражают в процентах средним арифметическим результатом четырех измерений белизны, округленным до первого десятичного знака.

Белизну бумаги выражают в процентах средним арифметическим результатом измерений пяти образцов бумаги по каждой стороне, округленным до первого десятичного знака. При этом указывают белизну верхней и сеточной сторон бумаги.

Отклонения результатов измерения белизны одних и тех же образцов бумаги на разных приборах не должны превышать: для образцов бумаги без оптического отбеливателя 1%, с оптическим отбеливателем – 2%.

На данном приборе можно определять белизну различных веществ, как жидких, так и сыпучих. Кроме того, на нем можно определять прозрачность бумаги, цветность. Для измерения этих показателей к прибору приложены соответствующие приспособления.

### **Определение лоска**

Лоск бумаги определяется согласно ГОСТ 12921. Метод определения лоска основан на способности бумаги отражать световой поток лучей на поверхность испытуемой бумаги. Лоск бумаги зависит от качества ее отделки, а следовательно, и от работы отделочного оборудования. Наибольшее распространение получило измерение относительного зеркального лоска – это отношение величины зеркально отраженного образцом бумаги светового потока к зеркально отраженному световому потоку от эталонной поверхности при тех же условиях.

Для проведения испытания применяется фотоэлектрический прибор ФБ-1 с датчиком лоска. Комплект этого прибора состоит из оптической части (датчика белизны, лоска, светонепроницаемости), столика – приспособления для измерения показаний в бумаге и измерительной части прибора.



Свет от лампы проходит через светофильтр, коллиматор и параллельным пучком под углом  $75^\circ$  с нормалью к поверхности испытуемого образца падает на испытуемый образец. Диффузионно отраженный от поверхности образца световой поток собирается объективом и, пройдя через диафрагму с отверстием, падает на измерительный фотоэлемент. Отверстие в диафрагме равно размеру изображения нити накала лампы, поэтому диафрагма пропускает только зеркально отраженный световой поток. Часть светового потока от лампы проходит через тепловой фильтр, матовое стекло и попадает на компенсационный фотоэлемент. Величина этого потока регулируется заслонкой.

Перед определением лоска бумаги прибор настраивают по эталону. Для этого на место испытуемого образца ставят эталон, которым служит черное полированное стекло. Оно должно отражать зеркально 26% падающего на него под углом  $75^\circ$  света. Величина отражения эталоном принимается за 100%. На измерительном потенциометре стрелку ставят на цифру 100 поворотом рукоятки. Поворотом потенциометра настройки добиваются положения стрелки гальванометра на нуль, после чего проводят испытания отобранных образцов бумаги. Для этого вместо черной стеклянной полированной пластины (эталона) устанавливают образцы бумаги и по шкале отсчета потенциометра определяют лоск.

Результат испытаний выражают в процентах максимальным и минимальным значениями, или одним из них, или средним арифметическим пяти определений каждой стороны листа с учетом допустимых отклонений для каждой стороны образца отдельно или обеих сторон в зависимости от требований стандарта на бумагу. Размер испытуемого образца бумаги должен быть  $70 \times 100$  мм.

Если в стандарте предусматриваются допуск отклонений определений от предельного значения, то должны учитываться и эти отклонения.

## Определение прозрачности и непрозрачности

Прозрачность и непрозрачность бумаги определяется согласно ГОСТ 8874. Метод определения основан на сравнении коэффициентов отражения света от образца бумаги, помещенного на черную подложку и светонепроницаемую стопу той же бумаги.

Берут пять образцов бумаги размером 70x140 мм и подвергают испытанию на аппарате, рассмотренном выше, при описании определения белизны бумаги. В дополнение к вышеописанному необходима подложка, представляющая собой полость диаметром 40 мм и глубиной 5 мм с коэффициентом отражения не более 1%. Определение проводят при синем светофильтре с эффективной длиной волны  $457 \pm 2$  нм и полушириной 42 нм.

Из образцов испытуемой бумаги формируют светонепроницаемую стопу, которая содержит столько листов бумаги, что добавление еще одного листа не изменит степени отражения.

Не дотрагиваясь до испытуемой поверхности, образцы бумаги - поочередно подкладывают одной и той же стороной на черную подложку и светонепроницаемую стопу и ведут определение с точностью до 0,1%. Прозрачность  $P$  и непрозрачность  $НП$  бумаги в процентах определяют по формуле:

$$P = [(p_{\infty} - p_{ч}) / p_{\infty} \times 100$$

где:  $p_{\infty}$  – коэффициент отражения образца, помещенного на

светонепроницаемую стопу бумаги;

$p_{\text{ч}}$  — коэффициент отражения образца, помещенного на черную подложку.

Расхождение между пятью определениями не должно превышать 1%. За конечный результат принимают среднее арифметическое пяти определений, округленное до 0,5%.

### **Лабораторная работа 8. Влияние каландрирования на гладкость**

Под отделкой подразумевают операции, завершающие процесс производства бумаги. Сущность процесса каландрирования заключается в том, что полотно подвергается постепенно возрастающему механическому давлению, каландровых валов.

Бумага в зависимости от назначения может изготавливаться с машинной гладкостью или матовой. Если требуется уплотнение бумаги с хорошей гладкостью и высоким лоском, то ее после увлажнения подвергают каландрированию.

Каландрирование в зависимости от типа используемого оборудования может преследовать следующие цели: придание бумаги гладкой поверхности и лоска, уплотнение, снижение толщины и повышение плотности, выравнивание бумаги по толщине, придание ей прозрачности, нанесение на поверхность бумаги

#### **Определение гладкости бумаги**

Гладкость бумаги определяют (ГОСТ 12795) на аппаратах АПГ или Б-1 (рис. 6) и выражают числом секунд, требующихся для прохождения  $10 \text{ см}^3$  воздуха между поверхностью испытуемого образца и стеклянной пластинкой при давлении на бумагу  $9,81 \cdot 10^2 \text{ Па}$  ( $1 \text{ кгс/см}^2$ ).

Прибор должен иметь камеру, в которой с помощью насоса создается вакуум. Камера через систему герметических кранов или клапанов соединяется с центральным отверстием полированной стеклянной пластинки и измерителем вакуума.

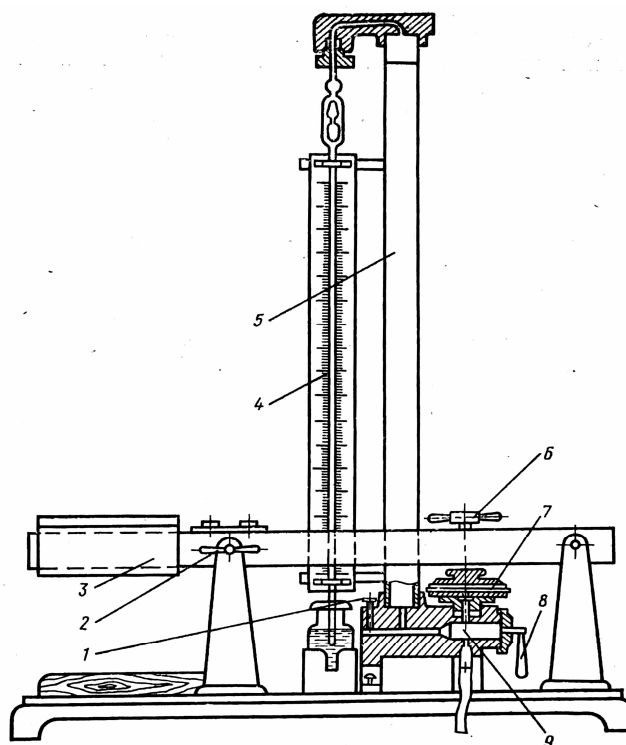


Рис. 6. Прибор для определения гладкости (Б-1)

- 1 – клапан, 2 – штифт, 3 – рычаг давления, 4 – ртутный вакуумметр,  
5 – металлический сосуд, 6 – винт, 7 – стеклянная круглая пластинка,  
8 – трехходовой кран, 9 – цоколь

Стеклянная пластинка должна иметь чистую поверхность, площадью  $11 \text{ см}^2$  ( $d=37,7\pm 0,1 \text{ мм}$ ), центральное отверстие в пластинке, площадью  $1 \text{ см}^2$  ( $d=11,3\pm 0,1 \text{ мм}$ ). Количество воздуха, проходящее между поверхностью стеклянной пластинки и образцом в вакуумную камеру, должно определяться падением давления по манометру прибора от 64,3 до 37,6 кПа или от 50,7 до 48 кПа (от 482 до 282 или от 380 до 360 мм рт. ст.).

Прибор должен быть герметичным. За 30 мин падение давления не должно превышать одного деления шкалы (при зажатой без образца прокладке, прилагаемой к прибору). Прокладка должна быть изготовлена до его прохождения с точностью до 1 с при давлении на бумагу  $9,81 \cdot 10^4$  Па ( $1 \text{ кгс/см}^2$ ), которое создает рычаг 3.

Испытание с верхней и сеточной стороны бумаги производят на разных участках образца бумаги размером  $50 \times 100$  мм.

Гладкость бумаги выражается максимальным и минимальным значением для каждого из пяти образцов.

Бумага не должна содержать видимых дефектов.

### **Лабораторная работа 9. Свойства бумаги, полученной из макулатуры**

Макулатура представляет собой вторичное сырье, т.е. бумагу и картон, бывшие в употреблении, а также промышленные отходы от их переработки в типографиях и в других местах. Макулатура в ряде случаев является полноценным заменителем свежих волокнистых полуфабрикатов при производстве многих видов картона (тарного, коробочного, переплетного, кровельного и др.) и бумаги (оберточной, типографской, газетной, для гофрирования и др.).

Использование макулатуры имеет огромное народно-хозяйственное значение, так как предприятия по переработке макулатуры стоят примерно в 2...3 раза дешевле и меньше загрязняют окружающую среду, чем предприятия по производству волокнистых полуфабрикатов непосредственно из волокнистого сырья.

Макулатура характеризуется частичной потерей бумагообразующих свойств, что обуславливается укорочением волокон, снижением способностью к набуханию, частичной потерей эластичности и пластичности.

Макулатура находит широкое применение для производства для бумаги и картона. Белая, не загрязненная типографской краской и чернилами макулатура не требует специальной обработки перед превращением в бумажную массу и использованием в производстве. Бумага с печатью, чернилами, загрязненная посторонними включениями требует специальных методов обработки и очистки от посторонних включений. Такая макулатура используется главным образом в картонном производстве.

### **Определение сорности**

Сорность определяют путем подсчета числа соринок, видимых невооруженным глазом, в смоченном листе или отливке древесной массы в проходящем свете с последующим пересчетом на  $1 \text{ м}^2$ , массой 500 г абсолютно сухого волокна. Соринками являются посторонние включения: уголь, песчинки, кора, костра, лубяные волокна, смоляные пятна и др., отличающиеся по цвету от общего фона образца. Учитываются соринки площадью свыше  $0,06 \text{ мм}^2$ .

Аппарат для определения чистоты массы изображен на рис. 7. Он представляет собой световой ящик 1, с внутренней стороны окрашенный в белый цвет. В раму наклонной крышки 2 ящика вставлено прозрачное стекло 3 размером  $250 \times 250 \text{ мм}$ . Стекло разделено линиями для удобства подсчета. На расстоянии 40 мм от верхнего стекла параллельно ему вставлено матовое стекло для рассеивания света.

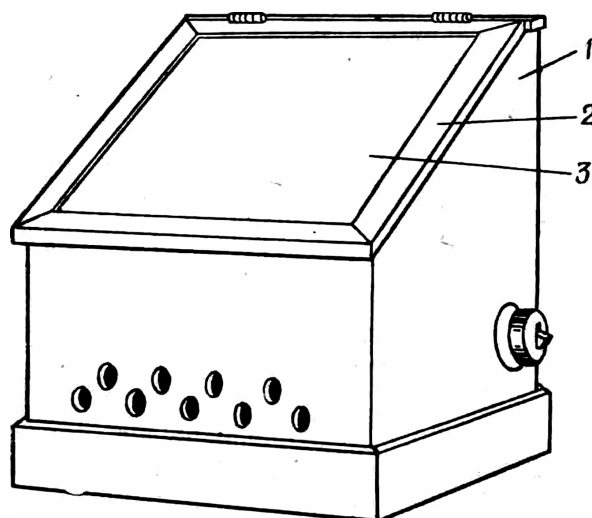


Рис. 7. Прибор для определения сорности:

1 – световой ящик, 2 – крышка, 3 – стекло

Испытуемый образец помещают на стеклянную крышку прибора, которая освещается расположенными внутри ящика двумя лампами мощностью по 100 Вт. Для вентиляции в стенках ящика имеются круглые отверстия.

Из приготовленных отливок отбирают 5...6 шт. и подсчитывают число соринки в каждой. Одну половину отливок кладут на стекло ящика сеточной стороной вверх, другую, сеточной стороной вниз. Соринки подсчитываются только на одной стороне каждой отливки. Размеры соринки определяют по их площади, сравнивая соринки с фигурами стандартного шаблона, который изготовлен из прозрачной пленки, с нанесенными на ней черными фигурами различной формы.

Сорность древесной массы определяется как среднее арифметическое результатов подсчета соринки отдельных образцов средней пробы, отнесенное к квадратному метру пробы массой 500 г в расчете на абсолютно сухое состояние и рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{A500 \cdot 10}{M}$$

где:  $C$  – сортность, %;

$A$  – среднее арифметическое число соринок, подсчитанное на лицевой и сеточной сторонах всех образцах средней пробы;

$M$  – масса образца размером 250x250 мм в расчете на абсолютно сухое волокно, г.

### **Прочность по сопротивлению разрыву**

Показатель сопротивления разрыву является наиболее широко распространенной прочностной характеристикой бумаги и является надежным признаком пригодности ее для тех или иных целей.

Сопротивление разрыву выражается величиной разрывного усилия в ньютонах с указанием ширины полоски или показателем разрывной длины в метрах (или километрах), т.е. такой расчетной длиной полоски бумаги, при которой она, будучи свободно подвешена за один конец, разрывается у точки подвеса под влиянием силы собственной тяжести.

Для расчета разрывной длины необходимо иметь разрывное усилие, массу и длину испытываемой полоски бумаги.

Исходя из определения понятия разрывной длины, можно составить соотношение (формулу Гойера):

$$\frac{L}{l} = \frac{P}{gb}, \text{ откуда } L = \frac{P}{gb}$$

где:  $L$  – разрывная длина, м

$P$  – разрывное усилие, н (гс)

$g$  – масса 1 м<sup>2</sup> бумаги, г

$b$  – ширина полоски, м

Разрывная машина (рис. 8) состоит из маятникового силоизмерителя,



механизма измерения удлинения и регулируемого электропривода с магнитным усилителем.

Испытанию подвергают не менее пяти полосок бумаги в машинном направлении и пяти в поперечном. Испытанию подвергается каждая полоска в отдельности. Расстояние между зажимами устанавливается 180 мм для испытания промышленных образцов бумаги и 100 мм для бумаги, изготовленной в лаборатории, а также для целлюлозных отливок. Длина полосок, учитывая припуск для закрепления в зажимах, должна быть 220...230 мм или соответственно 140...150 мм. Ширина полосок во всех случаях должна быть  $15 \pm 0,15$  мм.

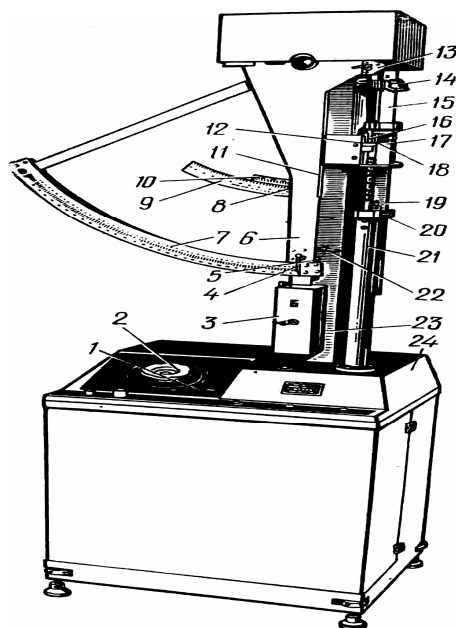


Рис. 8. Динамометр РМБ-30-2М для определения сопротивления бумаги на разрыв. 1 – пульт, 2 – рукоятка, 3 – сменный груз, 4 – указатель, для отчета величины разрывного усилия, 5 – храповики, 6 – маятник, 9 – шкала для отчета удлинения образца, 11 – маятник удлинения, 12 – контакты, 13 – винт, 14 – зажим, 15 – линейка, 16 – рычаг, 17 – упор, 18 – нижний зажим, 19 – выдвижная стержень, 20 – штифт, 21 – тубус, 22 – арретир маятника, 23 – стойка-угольник

Испытания выполняются в такой последовательности. Устанавливают необходимое расстояние между зажимами путем закрепления выдвижного стержня с делениями на соответствующей отметке. На маятник машины устанавливают соответствующий груз. По шкале скоростей определяют требуемую скорость опускания нижнего зажима. Ручку тумблера переводят в положение «Вкл.», при этом зажигается сигнальная лампочка. Закрепляют в зажимах испытуемый образец, в слегка натянутом состоянии, наблюдая, чтобы не было его перекоса. Освобождают верхний зажим и маятник усилия. Нажимают кнопку «Вниз». При этом нижний зажим опустится вниз и произойдет нагружение испытуемого образца. В момент разрыва образца нижний зажим автоматически останавливается, а положение маятника фиксируется храповиком.

Записывают показания по шкале разрывного усилия и удлинения. При нажатии кнопки «Вверх» нижний зажим возвращается в исходное положение. Придерживая маятник, нажимают на храповики и возвращают его в исходное положение и фиксируют. При помощи винта фиксируют положение верхнего зажима.

Срезают куски разорванной полоски бритвой или острым ножом у самого основания зажимов и откладывают их в сторону, сохранив до окончания опыта. Ослабляют верхний и нижний зажимы и вынимают оставшиеся в зажимах концы полоски. После этого аппарат готов для последующего испытания. Если полоска при испытании разрывается у самого зажима или внутри него, это указывает на неправильное закрепление полоски и опыт необходимо повторить с новой полоской бумаги. Опыт можно считать проведенным правильно, если полоска разорвалась на расстоянии не менее 1 см от зажимов.

Взвешивают все вместе отложенные разорванные полоски бумаги (пять в машинном и пять в поперечном направлениях) с точностью до 0,001 г и определяют среднюю массу одной полоски.

Результаты испытаний записывают в таблицу и рассчитывают средние значения разрывного усилия и удлинения в машинном, поперечном и в среднем по двум направлениям. Затем по приведенным выше формулам рассчитывают разрывную длину, округляя до целых десятков. Расчет разрывной длины бумаги по формуле Гартига более точен, так как в него входит масса полосок, которые подвергались испытанию, а по формуле Гойера подсчет ведется по массе  $1 \text{ м}^2$  бумаги. Поэтому при контрольных испытаниях пользуются формулой Гартига.

### **Впитываемость**

Впитываемость бумаги определяется несколькими способами в зависимости от ее потребительских свойств. Так, из бумаги-основы для пергамента изготавливают пергамент, следовательно, для нее важна капиллярная впитываемость; бумага для печати предназначается для печатания на ней текста или иллюстраций, качество которых зависит от способности бумаги впитывать типографские краски поверхностью, следовательно, для нее важна поверхностная впитываемость и т. д.

#### **Определение капиллярной впитываемости бумаги (ГОСТ 12603).**

Капиллярную впитываемость бумаги определяют на аппарате Клемма (рис. 9). Выражается капиллярная впитываемость в миллиметрах поднятой по капиллярам бумаги воды за определенное время. Испытанию подвергают полоски бумаги шириной  $15 \pm 0,15$  мм и длиной 200 мм. Полоски располагают вертикально, закрепляя в зажимах 2 и опускают нижним концом в воду на глубину 10 мм.

Зажимы расположены с обеих сторон измерительной линейки 3 с ценой делений 1 мм. Все это закреплено на передвижной по вертикали горизонтальной планке 4. На ней укрепляются полоски бумаги 5 (по 5 шт. машинного и поперечного направлений). Планку с линейками опускают в ванночку 1 с раствором таким образом, чтобы концы линеек касались ее поверхности, а образцы бумаги погружены в раствор на глубину 10 мм.

Отсчет ведут по шкале на линейке по высоте впитывания. Температура жидкости должна быть  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ .

**Определение поверхностной впитываемости бумаги капельным способом.** Поверхностная впитываемость бумаги капельным способом определяется (ГОСТ 12603) на аппарате, схема которого показана на рис. 9. Выражается поверхностная впитываемость капельным способом в секундах. Это время поглощения капли воды или раствора, оговоренного стандартом, нанесенной на поверхность бумаги.

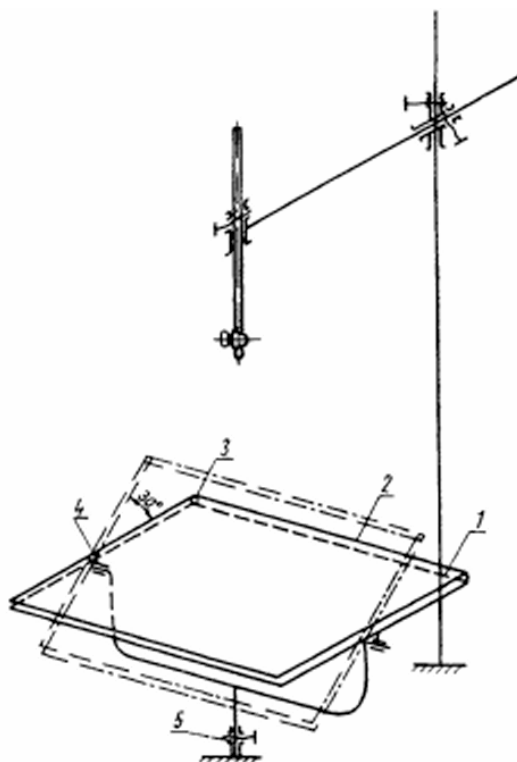


Рис. 9. Аппарат Клемма для определения впитываемости бумаги: 1 – держатель образца; 2 – рамка, прижимающая образец к держателю; 3 – пружина для прижатия рамки к держателю; 4 – подшипник с фиксатором для закрепления держателя в ДВУХ крайних положениях (к горизонтальному и под углом  $30^\circ$ ).  
5 – подшипник с фиксатором для закрепления держателя в положении поворота на  $90^\circ$  вокруг вертикальной оси

Аппарат состоит из рамки, укрепленной таким образом, что бумага, положенная на нее, будет находиться в горизонтальном положении или под углом 30°. Над рамкой устанавливается бюретка на 25 мл с диаметром капилляра 1 мм. В бюретку заливают до отметки 20 мл раствора, который оговаривается стандартом на бумагу. Растворами могут быть: дистиллированная вода; 0,5%-ный раствор масляного гудрона в чистом *o*-ксилоле; *o*-ксилол, подкрашенный жирорастворимым оранжевым красителем; 10%-ный раствор натуральной олифы в ксилоле и другие растворы.

Испытанию подвергают верхнюю и сеточную стороны пяти образцов. При испытании ксилолом каждую сторону испытывают дважды (в продольном, машинном и поперечном направлении).

Бюретку в момент испытания устанавливают таким образом, чтобы конец ее находился от поверхности бумаги на расстоянии 50 мм. Впитывающую способность капельным способом выражают в секундах как среднее арифметическое для каждой стороны из всех произведенных определений, округленное до 1 с.

Образец испытываемой бумаги закрепляют в держателе, и устанавливают бюретку над поверхностью бумаги. Затем открывают кран на бюретке, наносят на поверхность бумаги каплю раствора и засекают время секундомером. Конец испытания определяют по исчезновению блеска на поверхности бумаги и одновременно останавливают секундомер.

*Определение впитываемости бумаги при одностороннем смачивании.* Впитываемость бумаги при одностороннем смачивании (ГОСТ 12603) определяют на аппарате, который состоит из плоского цилиндрического сосуда (его внутренний диаметр  $112,7 \pm 0,1$  мм). На дно этого сосуда заливают 100 мл воды (по мере необходимости недостающее количество воды доливают).

Закрывают цилиндр крышкой с прижимным рычагом, регулируют степень прижима винтом. Положение рычага фиксируется защелкой. Цилиндр установлен в двух стойках с помощью шарниров и закреплен в прямом и перевернутом положении фиксатором. Вращение цилиндра осуществляется при помощи рукоятки. Прибор снабжен уровнемером. Испытательная площадь прибора составляет  $100,0 \pm 0,1 \text{ см}^2$ .

Из каждого листа пробы вырезают образец размером  $120 \times 130$  и взвешивают на весах. В цилиндр прибора заливают воду и накладывают образец бумаги испытуемой стороной вниз на край цилиндра, опускают крышку, прижимают ее рычагом к цилиндру и фиксируют защелкой. Поворачивают цилиндр на  $180^\circ$  и включают секундомер. По истечении срока испытания возвращают цилиндр в исходное положение, освобождают защелку, открывают крышку, вынимают образец и кладут испытуемой стороной вниз на три листа фильтровальной бумаги, помещенной на жесткой плите, сверху покрывают одним листом фильтровальной бумаги и прокатывают отжимным валиком туда и обратно 1 раз.

Отжимной валик должен быть гладким металлическим длиной 200 мм и массой  $10,0 \pm 0,5$  кг с держателем. Бумага должна испытывать только давление, создаваемое валиком и быть больше 10 с при продолжительности испытания 30 с и 15 с – свыше 30 с.

После отжима излишка влаги образец бумаги взвешивают вторично на тех же весах. Полученный показатель выражается изменением массы образца после соприкосновения его поверхности с водой, температура которой должна быть в пределах  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ . Продолжительность испытания определяется стандартом на бумагу и зависит от впитываемости бумаги. Впитываемость бумаги  $G$  (г), площадью в  $1 \text{ м}^2$ , определяется по формуле:

$$G = 100 (D_i - D),$$

где  $D$  и  $D_i$  – масса образца бумаги до и после испытания, г.

При испытании заменяют образцы, в которых где-либо прошла вода на другую сторону или после отжима осталась вода. Впитываемость бумаги выражается как среднее арифметическое пяти определений отдельно для каждой стороны бумаги, округленное до 0,1 г.

*Определение впитываемости бумаги при полном погружении.* Метод определения впитываемости при полном погружении (ГОСТ 12604) основан на увеличении массы бумаги после ее погружения в воду на 5 с при температуре воды  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Из каждого листа отобранной пробы вырезают образцы размером  $30 \times 60$  мм, из которых берут навеску около 1 г, взвешивают с точностью до 0,01 г и погружают ее при помощи стеклянной палочки в ванночку с водой. После истечения 5 с навеску бумаги извлекают пинцетом, подвешивают на стеклянной палочке под стаканом с водой и оставляют на 5 мин для стекания воды, затем навеску снимают и взвешивают на часовом стекле с точностью до 0,01 г. Расчет по формуле:

$$B = \frac{D_1 - D}{D}$$

где:  $D_1$  – масса образца после погружения в воду (без часового стеклышка), г

$D$  – масса воздушно сухого образца, г.

Впитывающая способность выражается как среднее арифметическое пяти определений, округленное до 1%.

## Оглавление

Лабораторная работа 1. Определение степени помола волокна для производства бумаги (картона).....	2
Лабораторная работа 2. Наполнение бумажной массы. Определение влажности и зольности различных видов бумаг/картонов.....	4
Проклейка бумаги.....	6
Лабораторная работа 3. Контроль процесса проклейки бумаги чернильно-штриховым методом.....	6
Лабораторная работа 4. Определение степени проклейки бумаги (картона) методом сухого индикатора.....	8
Лабораторная работа 5. Влияние различных факторов на деформационные свойства бумаги.....	9
Удлинение при растяжении.....	9
Деформация при увлажнении.....	10
Определение остаточной деформации.....	11
Лабораторная работа 6. Влияние различных факторов на структурно-механические свойства бумаги.....	12
Сопротивление раздиранию.....	13
Определение воздухопроницаемости и пористости.....	15
Определение фильтрующей способности.....	16
Лабораторная работа 7. Влияние различных факторов на оптические свойства бумаг и картонов.....	18



Определение белизны.....	18
Определение лоска.....	23
Определение прозрачности и непрозрачности.....	25
Определение гладкости бумаги.....	26
Лабораторная работа 8. Влияние каландрирования на гладкость.....	26
Лабораторная работа 9. Свойства бумаги, полученной из макулатуры.....	28
Определение сорности.....	29
Прочность по сопротивлению разрыву.....	30
Впитываемость.....	33