

---

ТЕХНОЛОГИЯ  
УПАКОВОЧНОЙ  
БУМАГИ

5007

# ТЕХНОЛОГИЯ УПАКОВОЧНОЙ БУМАГИ

Под редакцией  
канд. техн. наук  
Н. Е. ТРУХТЕНКОВОЙ

---

КОНТРОЛЬНАЯ  
КОПИЯ

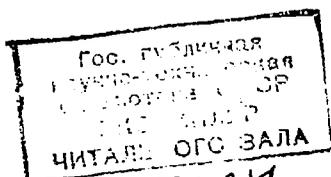


ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«ЛЕСНАЯ  
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»  
Москва 1974

Технология упаковочной бумаги. Трухтенкова Н. Е., Клипченко А. В., Пархоменко-Черняева И. А., Смолин А. С., Копецкая Д. Л., Петухова А. А., Волобуева Т. В., Королева Л. М. «Лесная промышленность», 1974 г., 288.

Освещены свойства различных видов упаковочной бумаги, технологические процессы ее производства и применяемое оборудование, а также свойства сырьевых материалов и некоторые теоретические вопросы технологии упаковочной бумаги. Систематизированы и обобщены имеющиеся сведения по этим вопросам в отечественной и зарубежной литературе, а также результаты научно-исследовательских работ, проведенных во Всесоюзном научно-производственном объединении целлюлозно-бумажной промышленности.

Таблиц 64, иллюстраций 75, библиография— 253 названия.



114  
18554

74-5027

T  $\frac{31410-126}{037(01)-74}$  126-73

Высокие темпы роста производства, повышение качества продукции, намеченные директивами XXIV съезда КПСС, увеличение выпуска расфасованных и упакованных товаров, широкое внедрение автоматизации в процессы упаковки требуют дальнейшего развития производства различных упаковочных материалов, в том числе тарного картона и мешочной бумаги для изготовления ящиков, мешков и другой тары, а также коробочного картона и различных видов бумаги для упаковки и расфасовки пищевых продуктов и изделий. Бумажные таро-упаковочные материалы используются для изготовления пакетов, коробок, пачек, сосудов разной формы (стаканов и др.). Упаковочная бумага применяется, кроме того, для завертывания товаров и групповой их упаковки с целью предохранения от повреждения и удобства транспортирования.

Бумага занимает ведущее место среди мягких упаковочных материалов благодаря тому, что ей могут быть приданы весьма ценные для упаковочного материала свойства: белизна, непрозрачность, достаточная прочность, хорошие печатные свойства, растяжимость, жесткость или мягкость, паро-, газо-, жиро- и водонепроницаемость. Кроме того, бумага хорошо воспринимает различные виды обработки (пропитку, поверхностное покрытие, лакирование и т. п.), хорошо поддается переработке на высокопроизводительных упаковочных автоматах, легко стерилизуется, имеет сравнительно невысокую стоимость и обладает вполне удовлетворительными защитными свойствами.

Упаковочная бумага составляет приблизительно пятую часть общего производства бумаги в нашей стране, ассортимент ее непрерывно расширяется, а технология усложняется в связи с повышением требований к бумаге, расширением ее функций и области применения. Постоянно возрастает роль упаковки в сохранении качества продовольственных и промышленных товаров и изделий.

Особенно велика роль упаковки в сохранении качества разнообразных пищевых продуктов. Каждая из 12 отраслей пищевой промышленности предъявляет свои требования к упаковочным средствам в зависимости от вида вырабатываемой продукции, условий и расстояния доставки ее потребителю, климатических условий, сроков хранения и т. д.

В Директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. особое внимание обращено на необходимость увеличения выпуска дефицитных видов бумаги и картона для машинной расфасовки пищевых продуктов.

Большое народнохозяйственное значение имеет также антикоррозионная упаковка металлических изделий.

Несмотря на большое народнохозяйственное значение упаковочной бумаги и широкое развитие ее производства, книги, в которой были бы описаны особенности технологии, свойства бумаги и специфика применяемого оборудования, нет.

В настоящей книге впервые в какой-то мере систематизированы и обобщены имеющиеся сведения по этим вопросам с учетом промышленного опыта. Описана технология основных видов бумаги для упаковки продуктов питания, а также новых видов бумаги с полимерными покрытиями, коробочной бумаги, пергаменты, подпергаменты, бумаги, кашированной фольгой, и др.; специальных видов бумаги для упаковки промышленных товаров и изделий, в том числе бумаги для упаковки металлов и металлоизделий, кинофотоматериалов, изготовления шпагата и др.; оберточно-упаковочной бумаги общего и специального назначения. Для каждого вида бумаги приводятся: основные свойства, требования к волокнистому сырью и вспомогательным химическим материалам, технологический процесс производства, характеристика основного оборудования и машины для поверхностной обработки бумаги полимерными и другими материалами.

Авторы книги — сотрудники лаборатории тароупаковочных видов бумаги ВНПОбумпром: Н. Е. Трухтенкова, А. В. Килипенко, И. А. Пархоменко-Черняева, А. С. Смолин, Д. Л. Копецкая, А. А. Петухова, Т. В. Волобуева и Л. М. Королева.

Книга предназначена для инженерно-технических и научных работников целлюлозно-бумажной промышленности, а также специалистов отраслей промышленности, использующих бумагу в качестве упаковочного материала. Она может быть использована также в качестве учебного пособия студентами химико-технологических факультетов лесотехнических вузов.

## БУМАГА ДЛЯ УПАКОВКИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

### Глава I. БУМАГА С ПОЛИМЕРНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

#### Полимерные материалы для покрытия бумаги

Механизация и автоматизация процессов упаковки, развитие системы самообслуживания в торговле и повышенные роли упаковочных материалов в сохранении свойств продуктов привели к созданию новых комбинированных упаковочных материалов на основе бумаги и полимерных покрытий. Применение полимерных покрытий создает благоприятные условия для расширения области использования бумаги и картона в качестве упаковочных материалов, так как позволяет придать им комплекс свойств, необходимых для сохранения продуктов, а именно: непроницаемость для жиров, масел, водяных паров, газов и ароматических веществ, а также способность к герметизации упаковки путем теплового склеивания.

Упаковочная бумага с полимерными покрытиями хорошо сочетает защитные и художественно-эстетические свойства, поэтому возможно применение вместо многослойной упаковки однослойной, и в ряде случаев отпадает необходимость использования этикеточной бумаги и алюминиевой фольги.

Бумага с полимерными покрытиями применяется для упаковки широкого ассортимента порошкообразных, гранулированных и других сыпучих пищевых продуктов, пищевых жидкостей (молока и кисломолочных продуктов, соков, напитков и т. п.), замороженных продуктов, кондитерских изделий. Бумага с жиростойким полимерным покрытием применяется также для упаковки пищевых жиров и сливочного масла.

#### *Полиэтилен*

Полиэтилен  $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$  — твердый, белый или желтоватый роговидный продукт, выпускаемый в виде гранул правильной геометрической формы: кубической или цилиндрической.

Полиэтилен имеет линейную структуру с небольшим количеством боковых ответвлений, число которых зависит от метода получения; отличается высокой стойкостью к действию различных агрессивных сред. При комнатной температуре под

действием кислот он не набухает и не изменяет физико-механических свойств. При нагревании набухание полиэтилена в растворах кислот или щелочей постепенно возрастает, одновременно ухудшаются его физико-механические свойства.

Для покрытия бумаги экструдерно-ламинаторным методом используется полиэтилен низкой плотности с молекулярной массой 18 000—35 000, степенью кристалличности 20—40%, температурой плавления 108—110°С.

Свойства полиэтилена низкой плотности определяются в основном степенью кристалличности, величиной молекулярной массы и характером молекулярномассового распределения. Характеристика полиэтилена низкой плотности, выпускаемого в СССР по ГОСТ 16337—70\* и в Англии фирмой «Imperial Chemical Industries Ltd» (ICI), приведена в табл. I. В основу классификации полиэтилена положен индекс расплава — показатель, характеризующий текучесть расплава термопластов, зависящий от молекулярной массы полимера и определяемый по скорости истечения расплавленного материала через капилляр стандартных размеров при определенных температуре и давлении [2, с. 53].

Таблица I

Характеристика полиэтилена низкой плотности, применяемого для покрытия бумаги

Наименование показателей	Полиэтилен (СССР)		Полиэтилен фирмы ICI (Англия)	
	марка 16802-170	марка 18302-120	марка WNG-14	марка WNC-18
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,918±0,002	0,917±0,001	0,918	0,918
Индекс расплава, г/10 мин при 190°С	7,0±30%	12,0±25%	7,0	7,0
Предел прочности при растяжении, кгс/см <sup>2</sup>	≥90	≥70	105	110
Относительное удлинение при разрыве, %	≥500	≥400	500	530
Температура хрупкости, °С	≤-50	—	—	—
Содержание экстрагируемых веществ (масел), %	≤0,6	≤0,6	—	—

Пленка из полиэтилена низкой плотности полупрозрачная, эластичная, без запаха, отличается высокой паро-, водонепроницаемостью, морозостойкостью (до -40°С), легко склеивается при температуре 110—140°С, образуя прочные швы. Она хорошо пропускает углекислый газ и кислород, что дает возможность

\* (до 1-1-74).

использовать ее в качестве упаковки продуктов, требующих газообмена при хранении [3, с. 158]. Коэффициент проницаемости<sup>1</sup> полиэтилена низкой плотности при 20°С для кислорода составляет 2,6, водорода 5,7, углекислого газа 12,2 и для азота 1,05 [ $\text{см}^2/(\text{с} \cdot \text{кгс}/\text{см}^2)$ ] · 10<sup>8</sup>.

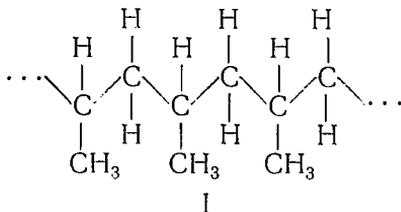
Наряду с высокой химической стойкостью полиэтилен низкой плотности малоустойчив к жирам, обладает низкой теплостойкостью (+80°С), что не позволяет использовать его для стерилизации продуктов, а также для длительного хранения продуктов с высоким содержанием жира.

### Полипропилен

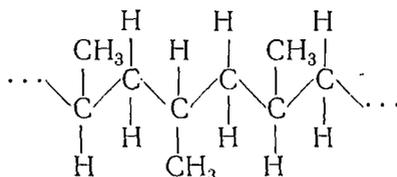
Полипропилен  $(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-)_n$  — продукт полимеризации

пропилена в присутствии металлоорганических катализаторов. Полипропилен выпускается в виде порошка или гранул белого цвета или окрашенным, с добавкой термо- и светостабилизаторов.

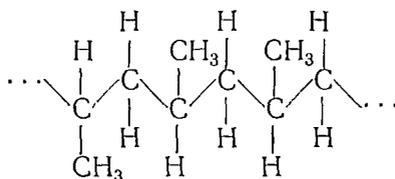
Полипропилен характеризуется более сложной молекулярной структурой, чем полиэтилен, так как, помимо средней молекулярной массы и молекулярномассового распределения, на его структуру оказывает влияние пространственное расположение боковых метильных групп по отношению к главной цепи. Существуют три вида изомеров полипропилена [4, с. 4]. Полипропилен с упорядоченным пространственным расположением боковых метильных групп называется стереорегулярным (I, II), а полимер с беспорядочным пространственным расположением боковых метильных групп — атактическим (III). Различают две структуры стереорегулярного полипропилена: изотактическую и синдиотактическую. Для изотактического полипропилена I характерно расположение боковых метильных групп по одну сторону от условной плоскости расположения зигзагообразной парафиновой цепи, для синдиотактического II — строгая последовательность расположения боковых метильных групп по обе стороны от условной плоскости.



<sup>1</sup> Здесь и далее о коэффициентах проницаемости см. Энциклопедия полимеров. Т. I. М., 1972.



II



III

В зависимости от типа и соотношения присутствующих стереоизомеров свойства полипропилена изменяются в широком диапазоне. Промышленный полипропилен состоит в основном из макромолекул изотактического строения, чем и обусловлены его высокие механические характеристики.

Наибольшее практическое применение имеет полипропилен изотактической структуры с молекулярной массой 80 000—200 000. Температура плавления полипропилена 160—170°С, температура хрупкости (морозостойкость) лежит в пределах от —5 до —15°С.

Для переработки методом экструзии используется полипропилен, характеристика которого представлена в табл. 2 [5, с. 51].

Таблица 2

Физико-механические свойства полипропилена, применяемого для покрытия бумаги

Наименование показателей	Полипропилен (МРТУ 6-05-1105-67)	Полипропилен марки „Escop“ (США)
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,90—0,91	0,897—0,910
Индекс расплава, г/10 мин	0,4—0,7 (при 230°С)	1—10 (при 250°С)
Предел прочности при растяжении, кгс/см <sup>2</sup>	≥250	175—340
Относительное удлинение при раз- рыве, %	≥400	22—315
Температура хрупкости, °С	≤—15	—
Температура плавления, °С	160	168

Необходимо отметить, что величину показателя текучести расплава полипропилена нельзя сравнивать с величиной этого

показателя для полиэтилена. Испытание обычных технических видов полипропилена в стандартном приборе для определения индекса расплава проводят при температуре  $230 \pm 0,5^\circ \text{C}$  и нагрузке 2,16 кг.

Полипропилен имеет наименьшую плотность из всех жестких термопластичных полимеров, по пределу прочности при растяжении и термостойкости он превосходит полиэтилен, полистирол и некоторые виды поливинилхлорида. При нормальной температуре полипропилен нерастворим в органических растворителях даже при длительном контакте с ними. Минеральные и растительные масла адсорбируются полипропиленом в ничтожных количествах. Пропилен более стоек к растрескиванию при длительном контакте с поверхностно-активными веществами, чем полиэтилен [6, с. 121].

К недостаткам полипропилена следует отнести недостаточную морозостойкость и легкую окисляемость. Под действием солнечного света полипропилен становится хрупким, что связано с протеканием окислительных процессов.

Полипропиленовые пленочные материалы и покрытия сочетают ряд ценных свойств: высокую теплостойкость, высокую прочность и устойчивость к растрескиванию под напряжением, низкую паро-, водопроницаемость, масло- и жиростойкость, а также непроницаемость для ароматических веществ (при упаковке какао, чая, маринадов и ванили) [7, с. 18].

Коэффициент проницаемости полипропиленовой пленки при  $20^\circ \text{C}$  для кислорода равен 0,87, азота 0,22, углекислого газа 3, водорода 4,10 [ $\text{см}^2/(\text{с} \cdot \text{кгс}/\text{см}^2)$ ]  $\cdot 10^8$ .

### *Сополимеры винилиденхлорида*

Винилиденхлорид  $\text{CH}_2=\text{CCl}_2$  легко вступает в реакцию сополимеризации с акрилатами, нитрилами, эфирами высших кислот и хлористым винилом. Наиболее широкое применение нашли сополимеры винилиденхлорида с хлористым винилом. Меняя соотношения мономеров в сополимере, получают сополимеры с различной степенью кристалличности, молекулярной массой (от 10 000 до 100 000) и теплофизическими свойствами [8, с. 51]. Изменения температур размягчения, стеклования и течения сополимеров в зависимости от их состава представлены на рис. 1.

Сополимеры винилиденхлорида с хлористым винилом в зависимости от степени кристалличности делятся на две группы: 1) сополимеры со степенью кристалличности более 70%, которые применяются при изготовлении пленок экструзией; 2) сополимеры со степенью кристалличности 30—60%, они широко применяются в лакокрасочной промышленности, а также в качестве защитных покрытий для упаковочных материалов.

В мировой практике для покрытия упаковочной бумаги наиболее распространены водные дисперсии сополимеров винилиденхлорида. Хорошими пленкообразующими свойствами обладают сополимеры с содержанием винилиденхлорида 60—70%. При таком содержании винилиденхлорида сополимеры образуют пленки без дополнительной модификации их пластификаторами. Пленки обладают высокими защитными свойствами в плоском состоянии, но недостаточно эластичны и легко повреждаются при изгибе, что приводит к повышению проницаемости газов, паров воды, жиров и ароматических веществ.

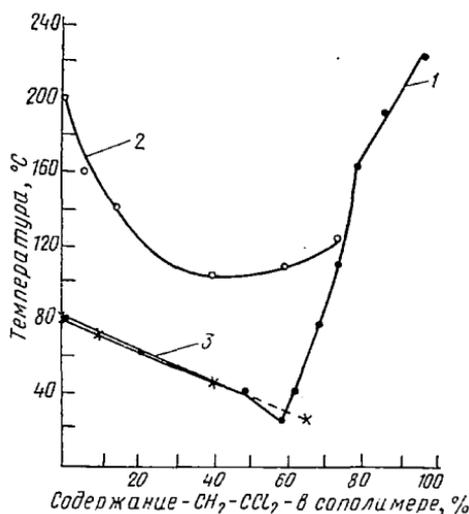


Рис. 1. Зависимость теплостойкости и температур течения и стеклования от состава сополимера винилиденхлорида с хлористым винилом [8]:

1 — температура течения; 2 — температура размягчения; 3 — температура стеклования

Для повышения эластичности покрытия производят пластификацию сополимера. В качестве пластификаторов используют фталаты, себацинаты, адипаты, акрилаты, полиизобутилен, полибутилакрилат и синтетические каучуки.

Другим путем повышения эластичности покрытия является введение в состав сополимера третьего мономера, выполняющего роль пластификатора. В последние годы в зарубежной практике нашли применение сополимеры винилиденхлорида и хлористого винила с акрилатами, ацетатами, эфирами высших кислот жирного ряда и др.

Приведем, по патентным данным, несколько примеров состава сополимеров винилиденхлорида для покрытия бумаги:

1) винилиденхлорид 80—75%, хлористый винил 15—20%, алкилакрилат 5—10% [9]; 2) винилиденхлорид 1 массовая часть (м. ч.), акрилонитрил 0,02—0,05 м. ч., бутилакрилат 0,05—0,03 м. ч. [10]; 3) винилиденхлорид 92—93%, метилакрилат около 6%, итаконовая кислота около 2% [11].

Водная дисперсия этого сополимера имеет концентрацию около 50%, размер частиц 0,05—0,5 мкм. К дисперсии сополимера винилиденхлорида добавляют 1% (в пересчете на сополимер) поливинилхлоридной дисперсии с размером частиц 0,2—1,0 мкм. Из смеси этих дисперсий получают прозрачное эластичное и водостойкое покрытие без запаха, способное склеиваться при 150°С.

В ФРГ фирмой BASF запатентован сополимер состава [12]: винилиденхлорид 91—94%, метилметакрилат 3—7%, винилацетат 1—3%, итаконовая кислота 2%.

Во Франции для покрытия бумаги применяются сополимеры следующих составов:

1) винилиденхлорид 70—95%, оксиалкиловый эфир  $\alpha$ ,  $\beta$ -ненасыщенной карбоновой кислоты 5—30% [13]; покрытия из этого сополимера придают бумаге жиронепроницаемость;

2) винилиденхлорид 70—95%, ненасыщенная кислота, содержащая шестивалентную серу, 0,1—3,0%, ненасыщенная карбоновая кислота 9—5%, виниловый ненасыщенный мономер 2,0—29,9% [14].

Водные дисперсии сополимеров выпускаются фирмами под различными названиями (Diofan 190D и 230D, Ixan WA, Resyn 3600, Lutofan) и имеют следующие основные характеристики [63, с. 28]: содержание сополимера 45—50%, масса 1 л 1200—1265 г, рН 2,0—4,3, поверхностное натяжение 30—35 *дин/см*, вязкость (по Брукфильду) 15—20 *спз*, размер частиц 0,10—0,12 *мкм*, механически стабильны.

Водные дисперсии сополимеров винилиденхлорида устойчивы к изменениям рН, температуры и механическим воздействиям, в щелочной среде они приобретают бурю окраску, коагулируют при введении электролита.

В случаях, когда сополимер винилиденхлорида используется для наружного покрытия, в дисперсию иногда вводят для улучшения внешнего вида наполнители, бронзовый или алюминиевый порошок и красители.

Покрытия из сополимера винилиденхлорида малопроницаемы для кислорода, но проницаемы для ультрафиолетовых лучей, поэтому для придания светонепроницаемости часто в состав первого слоя покрытия вводят двуокись титана. Бумага с таким покрытием по качеству превосходит полиэтиленовую пленку, но стоимость ее гораздо ниже.

В СССР проведены работы [15, с. 52] по созданию сополимера винилиденхлорида с хлористым винилом при соотношении мономеров 65 : 35 (ВХВД-65), пригодного для покрытия бумаги. В водной дисперсии сополимера ВХВД-65 содержание сухих веществ составляет 42—45%, вязкость ее равна 8—10 *спз*, поверхностное натяжение 30—35 *дин/см*, рН 6—7, температура разложения сополимера не ниже 150°С.

Отличительными особенностями бумаги с покрытием из сополимеров винилиденхлорида по сравнению с бумагой, покрытой полиэтиленом, являются ее жиростойкость, непроницаемость для ароматических веществ, а также более высокая водо-, паро- и газонепроницаемость. Такое покрытие хорошо склеивается при температуре 120—140°С.

В промышленности выпускается латекс СВХ [16, с. 142], который представляет собой стабильную водную дисперсию

сополимера винилиденхлорида и хлористого винила при исходном соотношении мономеров 40:60. Латекс СВХ выпускается двух видов: СВХ-1 и СВХ-М (табл. 3). При изготовлении более концентрированного латекса СВХ-М в процессе совместной полимеризации добавляется небольшое количество метакриловой или акриловой кислоты.

Таблица 3

Свойства латексов СВХ

Наименование показателей	СВХ-1	СВХ-М
Содержание сухой смолы, %	Менее 40	40—60
Удельная вязкость 0,5%-ного раствора смолы в дихлорэтано, <i>снз</i>	0,18—0,30	0,18—0,30
pH	7,5—8,5	7,5—8,5
Морозостойкость	—	Морозостойкий
Способность к пленкообразованию	Образует пленку после пластифицирования. Пленка эластичная прозрачная	Образует пленку после пластифицирования. Пленка эластичная прозрачная
Внешний вид	Однородная жидкость белого или светло-кремового цвета	Однородная жидкость белого или светло-кремового цвета

При пластифицировании латекса СВХ-1 дибутилсебацнатом в количестве до 6% к сополимеру получают водную дисперсию, покрытие из которой толщиной не менее 30 мкм придает бумаге непроницаемость для водяных паров и жиров.

Недостатки покрытий из сополимеров винилиденхлорида с хлористым винилом — невысокая устойчивость к воздействию тепла, солнечного света и некоторых эфиров, а также хрупкость покрытия. Некоторые из этих недостатков удается устранить введением в состав дисперсии сополимера соответствующих стабилизаторов и пластифицирующих веществ.

Благодаря высокой газонепроницаемости и жиростойкости пленок сополимеры винилиденхлорида нашли широкое применение в производстве упаковочных материалов. Так, для бумаги с покрытием толщиной 30 мкм из сополимера винилиденхлорида с хлористым винилом проницаемость водяных паров при 20°С и относительной влажности  $\varphi_{\text{отн}}=98\%$  составляет всего 1,2—1,5 г/м<sup>2</sup> за 24 ч, проницаемость при 25°С кислорода 0,038, водорода 0,700, азота 0,008, углекислого газа 0,224 [см<sup>2</sup>/(с · сек/см<sup>2</sup>)] · 10<sup>8</sup>.

## Поливинилхлорид

Поливинилхлорид — ПВХ ( $-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$ )<sub>n</sub> — полимер с молекулярной массой от 300 000 до 400 000, температурой стеклования 75—85° С, температурой хрупкости —10° С.

ПВХ представляет собой слегка желтоватый полимер, чувствительный к влиянию окислительных сред и концентрированных щелочных растворов, но обладающий высокой стойкостью к действию кислот и солей. ПВХ нестойк к действию высоких температур. Начиная со 100° С наблюдается заметное разрушение полимера, интенсивность которого возрастает с повышением температуры.

ПВХ образует высоковязкие растворы в диоксане, тетрагидрофуране, галонидпроизводных углеводородах. При сочетании ПВХ с пластифицирующими веществами получают высокоэластичные защитные покрытия на бумаге, которые малопроницаемы для масел, жиров и водяных паров [17, с. 247].

Ниже приводится в качестве примера состав покрытия из распыла на кашировальной машине, придавшего бумаге высокую непроницаемость для воздуха и водяного пара [18, с. 16]: поливинилхлоридная смола 100%, дибутилсебацат 3,5% от ПВХ, стеарат кальция 1,5% от ПВХ.

Фирма «В. F. Goodrich Chemical Co» (США) выпускает дисперсии ПВХ под названием «Джеон». Свойства дисперсий «Джеон», применяемых для покрытия бумаги, приведены в табл. 4 [19, с. 189].

Таблица 4

Свойства дисперсий «Джеон»

Наименование показателей	Дисперсия		
	РХ-8	11-X	31-X
Содержание сухого остатка, %	55,6	55	55
pH	8,0—9,5	8,0—9,5	7,0—8,5
Величина частиц, мкм	0,25	0,20	—
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,13	1,18	1,25
Поверхностное натяжение, дин/см	35—42	37—47	34—40
Пластификатор	Диоктил-фталат	—	—

Покрытия из этих дисперсий характеризуются низкой паропроницаемостью и высокой адгезией к субстрату.

Хлористый винил легко вступает в реакцию с олефинами.

Латекс сополимера этилена (15—70%), хлористого винила (30—85%) и акриламида (0,1—10%) применяется в качестве покрытия бумаги для упаковки гигроскопичных продуктов [20].

Сополимер хлористого винила и пропилена придает бумаге непроницаемость для ароматических веществ, высокий глянец. Бумага с этим покрытием пригодна для упаковки мяса, хлеба и других продуктов [21, с. 61].

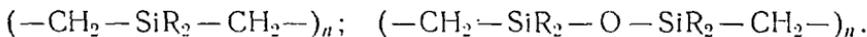
ПВХ следует использовать для упаковки гигроскопичных продуктов и продуктов, не требующих газообмена при хранении. Упаковочная бумага с покрытием ПВХ толщиной 25 мкм имеет проницаемость при 25°С кислорода 0,09, водорода 2,69, азота 0,03, углекислого газа 0,75 [ $\text{см}^2/(\text{с} \cdot \text{кгс}/\text{см}^2)$ ] · 10<sup>8</sup>, водяных паров при 20°С,  $\varphi_{\text{отн}} = 98\%$  за 24 ч 10—12 г/м<sup>2</sup>.

### Кремнийорганические полимеры

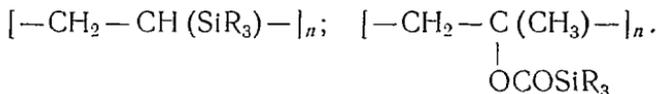
Кремнийорганические полимеры — высокомолекулярные элементоорганические синтетические вещества, содержащие атомы кремния, с молекулярной массой больше 100 000. По химическому составу и строению основной цепи макромолекулы кремнийорганические полимеры делятся на три класса:

1. Кремнийорганические полимеры с неорганическими цепями макромолекул, обрамленными органическими радикалами. К таким полимерам относятся: полиорганосилоксаны (силиконы)  $(-\text{SiR}_2-\text{O}-\text{SiR}_2-)_n$ , полиорганосилазаны  $(-\text{SiR}_2-\text{NH}-\text{SiR}_2-)_n$ , полиорганосилазаносилоксаны  $(-\text{SiR}_2-\text{O}-\text{SiR}_2-\text{NH}-)_n$ , полиалюмоорганосилоксаны  $(-\text{AlOR}-\text{O}-\text{SiR}_2-\text{O}-)_n$  и полититаноорганосилоксаны  $(-\text{TiR}_2-\text{O}-\text{SiR}_2-\text{O}-)_n$ .

2. Кремнийорганические полимеры с органонеорганическими цепями макромолекул:



3. Кремнийорганические полимеры с органическими цепями, обрамленными группами, содержащими кремний (карбоорганосиланы):



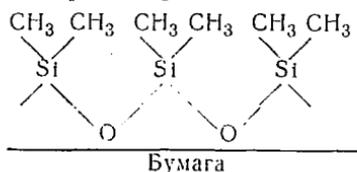
Свойства кремнийорганических полимеров зависят от состава и структуры главной цепи макромолекулы и химического состава органических радикалов. Все кремнийорганические полимеры с линейной или циклолинейной структурой макромолекул хорошо растворяются в различных органических растворителях: ароматических и алифатических углеводородах, галогенпроизводных углеводородов, кетонах, эфирах.

Силиконы с углеводородными обрамляющими группами устойчивы к действию кислот, щелочей и только концентрированная серная кислота и концентрированные щелочи расщепляют Si—O—Si связи. Полиметаллоорганосилоксаны по своим химическим свойствам близки к силиконам, но более чувствительны

к гидролизу слабыми кислотами и устойчивы к действию щелочей.

Для обработки бумаги силиконы применяются в основном с целью придания ей антиадгезионных свойств. При этом улучшаются также паро-, водонепроницаемость и жиростойкость бумаги. Наибольшее значение для покрытия бумаги имеют следующие свойства силиконов [17, с. 623]: хорошая способность к образованию пленки, гидрофобность, физиологическая индифферентность, погодо-, озоностойкость и сопротивление старению, незначительная температурная зависимость физических свойств, неприлипаемость к клейким материалам. Низкая температура стеклования и высокая термостойкость силиконов позволяют применять упаковочные материалы в очень широком диапазоне температур.

Клеяотталкивающее действие полиметилсилоксанов объясняется тем, что на бумаге молекула кремнийполимера, очевидно, располагается так, что атомы кислорода связей Si—O—Si ориентируются по направлению к бумаге благодаря образованию водородных мостиков с группой —ОН целлюлозы, в то время как на поверхности покрытия располагаются метильные группы.



Если небольшую часть метильных групп заменить на фенильные, то клеяотталкивающая способность уменьшается.

Для покрытий почти исключительно находят применение полиметилсилоксаны в несшитом состоянии с реакционноспособными концевыми группами. В большинстве случаев силиконовые составы уже содержат отвердитель, который после введения катализатора осуществляет сшивание силиконового покрытия. Катализаторами являются преимущественно органические соли тяжелых металлов, например диоктилоловомалеинат.

Силиконовые покрытия наносятся из растворов или дисперсий полимеров на обычном оборудовании для поверхностной обработки бумаги, но после сушки необходима термообработка пленочного покрытия при температуре 140—170° С. В качестве примера приведем состав силиконовой дисперсии (%) [22]:

Полидиметилсилоксан (ПДМС)	1—35	Диэлауратдибутилолово или диэцетатдибутиратолово	0,05—10,0
Вода . . . . .	65—98		(от ПДМС)
Полиметилсилоксан (ПМС) . . . . .	0,1—5,0 (от ПДМС)	Органический растворитель . . . . .	0—10
		Полвиниловый спирт . . . . .	0,1—3,0

Силиконовые эмульсии представляют собой жидкости молочно-белого цвета со следующей характеристикой:

Содержание силикона, % . . . . .	25—40	Количество отвердителя, % . . . . .	до 10 (от силикона)
Вязкость, сСт . . . . .	15 000—25 000	Количество стабилизатора, % . . . . .	8—10 (от силикона)
pH . . . . .	5,5—7,0		

Силиконовые лаки — растворы смолы в органическом растворителе. Примером могут служить лаки Si-23 (США) и КО-921 (СССР) (табл. 5).

Таблица 5

Свойства силиконовых лаков

Наименование показателей	Si-23	КО-921
Содержание силикона, %	30	50—55
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,89	0,90—0,95
Растворитель	Ксилол	Толуол

Силиконы являются физиологически безвредными полимерами, и поэтому бумага с силиконовым покрытием применяется для упаковки хлебобулочных, кондитерских и других изделий пищевой промышленности, липких товаров, а также в качестве прокладочного материала для самоприклеивающихся лент и этикеток.

#### Сополимеры этилена с винилацетатом

Сополимеры этилена с винилацетатом (ЭВА) с различным соотношением мономеров применяются для покрытия бумаги преимущественно расплавами в смеси с парафинами, микровосками, а также другими полимерными материалами.

Сополимеры ЭВА отличаются устойчивостью при низких температурах (до  $-58^{\circ}\text{C}$ ), стойкостью к воздействию ультрафиолетовых лучей. Для покрытия бумаги используют сополимеры с содержанием 20—30% винилацетата. При добавлении к микровоскам или парафину сополимера ЭВА повышаются эластичность, твердость, жиростойкость покрытия и улучшается адгезия покрытия к бумаге. Может быть придана покрытию способность к термическому склеиванию. Количество сополимера ЭВА в покровной смеси определяется композицией смеси и требованиями к бумаге с покрытием. Добавка сополимера к парафину составляет обычно 20—30%. Если в состав смеси входят

пластифицирующие компоненты, добавка сополимера ЭВА может составлять 1—2%. В качестве примера приведем следующий состав покрытия для придания бумаге высокой паро-, водонепроницаемости (%) [23]: парафин 85—97, полиэтилен 0,5—5, сополимер ЭВА 2—10.

Установлено [24, 25], что для получения бумаги с хорошей влаго- и маслостойкостью, достаточной газонепроницаемостью, пригодной для печати и термического склеивания, следует применять сополимер с содержанием этилена 20—70% и степенью омыления винилацетата более 90%. При повышении содержания этилена в сополимере более 70% ухудшаются газонепроницаемость, печатные свойства, прозрачность и маслостойкость.

При использовании сополимеров ЭВА в виде водных дисперсий [26, 27] в них могут быть добавлены пластификаторы, а также минеральные пигменты. Иногда применяют смесь водных дисперсий ЭВА и винилиденхлорида. В одном из патентов [28] для изготовления жиростойкой бумаги предлагается следующий состав покрытия (%): сополимер винилиденхлорида 68, сополимер ЭВА 16, воск 16.

### *Эфиры целлюлозы*

Эфиры целлюлозы — это продукты О-алкилирования (простые эфиры)  $[-C_6H_7O_2(OR)_3-]_n$  или ацилирования (сложные эфиры)  $[C_6H_7O_2(OCOR)_3-]_n$  гидроксильных групп целлюлозы.

Для обработки поверхности бумаги применяют как сложные, так и простые эфиры целлюлозы.

Наиболее широко применяются водорастворимые эфиры целлюлозы как в качестве самостоятельных покрытий, так и в виде составных частей.

**Метилцеллюлоза (МЦ)**  $[-C_6H_7O_2(OH)_{3-n}(OCH_3)_{n-3}-]_m$  — простой эфир целлюлозы.

Существуют три типа метилцеллюлозы: 1) щелочерастворимая, с содержанием метоксильных групп меньше 26%; 2) водорастворимая, с содержанием метоксильных групп 26—33%; 3) растворимая в органических растворителях, с содержанием метоксильных групп больше 33%.

Водные растворы метилцеллюлозы обладают большой связывающей, эмульгирующей и адгезионной способностью, химической инертностью, биологической устойчивостью. Метилцеллюлоза с содержанием метоксильных групп 26—33% хорошо растворяется в холодной воде и образует прозрачные вязкие растворы, которые коагулируют при нагревании выше 50—55°С, при охлаждении гель вновь переходит в раствор. Температура коагуляции зависит от концентрации и степени полимеризации полимера.

Хорошими пленкообразующими свойствами обладает метилцеллюлоза со следующими свойствами:

Содержание метоксильных групп, % . . . . .	26—29
Растворимость в воде, % . . . . .	99,5
Зольность, % . . . . .	0,2—0,4
Вязкость 1%-ного водного раствора, <i>снз</i> . . . . .	40—90
Плотность, <i>г/см<sup>3</sup></i> . . . . .	1,29—1,31
Температура плавления, °С . . . . .	290—305
Температура обугливания, °С . . . . .	300—305
Водопоглощение при 25° С, %:	
при $\Phi_{отн}=50\%$ . . . . .	3—5
при $\Phi_{отн}=75\%$ . . . . .	11
при $\Phi_{отн}=100\%$ . . . . .	40—50

МЦ наносят на бумагу из водных растворов либо непосредственно на бумагоделательной машине, либо на специальной установке. Но чаще МЦ используется как составная часть грунтовочного покрытия.

Покрытия МЦ придают бумаге повышенную жиро- и биоустойчивость, а также устойчивость к воздействию ароматических углеводов. Существенный недостаток покрытия МЦ — его гидрофильность.

С целью придания водонерастворимости МЦ-покрытие обрабатывают многоосновной кислотой, диальдегидом, мочевино- или меламинно-формальдегидной смолой.

Растворам МЦ свойственно сильное пенообразование, что вызывает необходимость применения в ряде случаев пеногасителей типа лаурилового спирта и некоторых полигликолей.

Введение оксипропиленовых групп в макромолекулу метилцеллюлозы повышает ее термопластичность, температуру коагуляции, совместимость с органическими растворителями и солями. Свойства растворов метилцеллюлозы и метилоксипропилцеллюлозы приведены в табл. 6.

Таблица 6

Свойства водных растворов метилцеллюлозы и метилоксипропилцеллюлозы

Наименование показателей	Метилцеллюлоза (27,5—31,5% ОСН <sub>3</sub> -групп)	Метилоксипропилцеллюлоза	
		27—29% ОСН <sub>3</sub> - и 4—7,5% ОС <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ОН-групп	19—24% ОСН <sub>3</sub> - и 4—12% ОС <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ОН-групп
Поверхностное натяжение (0,001—1%-ный раствор), <i>дин/см</i>	47—58	44—50	50—56
Температура коагуляции (2%-ный раствор), °С	56	65	80—90
pH	7,0	7,0	7,0

Из метилцеллюлозы и метилоксипропилцеллюлозы получают прозрачные пленки методом полива, экструзии и др. Пластификаторами этих пленок служат гликоли, их эфиры и полигликоли.

**Оксиэтилцеллюлоза.** Практическое применение в бумажной промышленности нашла оксиэтилцеллюлоза с мольным показателем замещения 1,5—2,5 и содержанием оксиэтильных групп 28—40%. Она представляет собой белый порошок, растворимый в воде. Оксиэтилцеллюлоза характеризуется следующими показателями:

Кажущаяся плотность, г/см <sup>3</sup> . . . . .	200—270	Влажность, % . . . . .	5
Температура обугливания, °С . . . . .	250	Содержание золы, % . . . . .	4—6

Растворы оксиэтилцеллюлозы стабильны в широком интервале значений рН и температуры, почти не пенятся. Оксиэтилцеллюлоза может использоваться в композиции покрытия, соприкасающегося с пищевыми продуктами.

**Натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ)**  $[-C_6H_7O_2(OH)_{3-n}(OCH_2COONa)_{n-3}]_m$  — соль простого эфира целлюлозы и хлоруксусной кислоты. В практике нашла применение NaКМЦ со степенью замещения  $\gamma$  0,5—1,2 и степенью полимеризации 10—3000. Представляет собой белое твердое вещество плотностью 1,59 г/см<sup>3</sup>, с температурой размягчения 170° С.

На свойства NaКМЦ влияют как степень замещения гидроксильных групп карбоксиметильными, так и степень полимеризации. Менее деструктурированная NaКМЦ обеспечивает получение растворов с более высокой вязкостью.

Обычно степень замещения NaКМЦ выше 0,7. В нормальных условиях она не подвергается бактериологическому разложению. NaКМЦ хорошо растворяется в холодной воде (растворение ускоряется нагреванием). Растворы ее обладают коллоидными свойствами, вязкость растворов NaКМЦ изменяется в очень широком диапазоне и зависит в основном от степени полимеризации, концентрации, температуры, способа растворения, рН и наличия электролитов.

При нагревании растворов NaКМЦ вязкость их понижается, нагревание до температуры выше 50° С приводит к необратимому снижению вязкости. При снижении рН ниже 6 или повышении выше 9 вязкость снижается, но этот процесс является обратимым [29, с. 206].

NaКМЦ устойчива к действию практически всех гидрофобных веществ (масел, жиров) и нещелочных органических растворителей. В результате соответствующей обработки, например сульфатом алюминия или такими сшивающими реагентами, как диметилломочевина, в присутствии уксусной кислоты, NaКМЦ становится устойчивой к действию воды.

Характеристика НаКМЦ «Финнфикс»

Наименование показателей	„Финнфикс 10“	„Финнфикс 30“	„Финнфикс 150“	„Финнфикс 300“
Содержание НаКМЦ, % от сухого вещества, не менее	98	98	98	98
Влажность, %, не более	7	7	7	7
Степень замещения	0,60—0,65	0,60—0,65	0,60—0,65	0,60—0,65
Растворимость, %	99—98	99—98	95	94
pH	7	6—7	6—7	6—7
Плотность, г/дм <sup>3</sup>	550	600	560	550
Вязкость при 20° С, сПз, раствора:				
2%-ного	14—18	28—45	80—140	160—260
4%-ного	90—140	250—500	1000—2000	2 000—4 000
5%-ного	200—340	650—1300	2500—5000	6 000—10 000
Внешний вид	Порошок	Белый порошок	Белый порошок	Белый порошок
Применение	Для поверхностной проклейки, легкого покрытия	Для поверхностной проклейки, как связующее и загуститель паст для покрытия бумаги и картона	Для поверхностной проклейки	Для поверхностной проклейки

NaKMЦ используется в виде водных растворов для покрытия и грунтовки бумаги, а также в качестве связующего в составе покрытия, так как обладает высокой клеящей способностью.

Химически чистая NaKMЦ образует эластичные пленки, которые при нагревании выше 180°С темнеют, а при 210—250°С обугливаются.

Техническая NaKMЦ содержит около 60% примесей (карбонат натрия, хлорид натрия, воду и др.). Наличие большого количества минеральных солей придает хрупкость пленке, кроме того, соли выделяются из пленки на поверхность, что ухудшает свойства покрытия (повышается пористость пленки). В качестве загустителя для покровной массы техническая NaKMЦ также малопригодна, так как электролиты (NaCl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) могут вызвать коагуляцию дисперсии.

На химическом заводе Энекоски (Финляндия) выпускается серия продуктов химически чистой NaKMЦ под фирменным названием «Финнфикс», в том числе и для покрытия бумаги (табл. 7).

### *Альгинат натрия*

Альгинат натрия— водорастворимая соль альгиновой кислоты, являющейся полисахаридом и получаемой из бурых водорослей. Молекулярная масса альгиновых кислот колеблется в пределах 50 000—200 000, они являются сильными кислотами.

К альгинату натрия, применяемому в производстве бумаги для пищевой промышленности, предъявляются следующие требования:

Содержание альгиновой кислоты, %, не менее . . . . .	65
Вязкость 1%-ного раствора по Энглеру при 20°С, не менее . . . . .	2,5
Титруемая щелочность в пересчете на углекислый натрий, %, не более . . . . .	1,0
Содержание мышьяка, мг на 1 кг, не более . . . . .	1,0
Зольность, %, не более . . . . .	29
Влажность, %, не более . . . . .	18
Содержание веществ, не растворимых в кипящей воде, %, не более . . . . .	0,5

Альгинат натрия образует в воде высоковязкие растворы пригодные для использования в течение 2—3 дней, при более длительном хранении они разлагаются. Альгинат натрия является хорошим загустителем, стабилизатором, он совместим с крахмалом, казеином, дисперсиями синтетических полимеров и латексами, обладает хорошими пленкообразующими свойствами.

Альгинат натрия обладает способностью регулировать проникание покрытия в бумагу, придавать ему маслостойкость,

стабильность реологических свойств покровным материалам, поэтому он широко применяется при составлении покровных составов для поверхностной обработки бумаги.

### *Поливиниловый спирт*

Поливиниловый спирт (ПВС) относится к виниловым полимерам и занимает среди них ведущее место по растворимости в воде и гидрофильности.

Поливиниловый спирт  $(-C_2H_3OH-)_n$  — это белый (иногда чуть желтоватый) порошок с температурой размягчения около  $200^\circ C$ . Как правило, ПВС содержит 5—9% воды, плотность его колеблется в пределах 1,23—1,33 г/см<sup>3</sup>, а коэффициент преломления 1,494—1,557 в зависимости от содержания ацетатных групп. ПВС с содержанием ацетатных групп менее 10% растворяется в воде уже при обычной температуре. Продукты, содержащие 10—38% ацетатных групп, растворяются лишь при повышенных температурах, а продукты, содержащие более 38% ацетатных групп, образуют в воде гель.

Лучше всего ПВС растворяется в 8%-ном водном растворе диметилформамида или 30%-ном водном растворе диоксана. ПВС с низким содержанием ацетатных групп не растворяется в большинстве органических растворителей.

ПВС используется в бумажной промышленности для повышения маслостойкости, прочности и непрозрачности бумаги.

Существует несколько способов облагораживания бумаги или картона ПВС. Одним из основных способов облагораживания является проклейка бумаги как в массе, так и поверхностная. Проклейка в массе обеспечивается тем, что ПВС как один из лиофильных синтетических коллоидов, растворимых в воде, обладает способностью коагулировать с помощью сульфата алюминия. Для поверхностной проклейки рекомендуется использовать водный раствор, содержащий 1—3% ПВС высокой или средней вязкости, с низким содержанием ацетатных групп. Можно использовать ПВС также для поверхностного покрытия бумаги. Для этого применяется полностью гидролизированный ПВС средней или высокой вязкости, с высоким содержанием ацетатных групп (12—14%). Концентрация раствора ПВС должна быть по возможности максимальной, чтобы проникновение ПВС в полотно бумаги было минимальным. Бумага должна быть хорошо проклеенной, с гладкой поверхностью. Для снижения стоимости бумаги, облагороженной ПВС, в раствор добавляют крахмал, казеин и другие подобные вещества. Если требуется повысить эластичность покрытия, то в смесь вводят пластификаторы (многоатомные спирты, амиды органических кислот, сахарозу, сорбит и др.). Кроме того, при нанесении покрытия на бумагу любым из известных способов во избежание пенообразования в раствор добавляют противовспенивающее средство (чаще всего

октиловый или изооктиловый спирт) в количестве 0,1% к раствору. Уменьшается пенообразование также при использовании подогретого раствора ПВС [30, с. 51].

При сушке покрытия тепловой режим должен быть отрегулирован таким образом, чтобы не образовывались пузыри, ухудшающие не только внешний вид материала, но и его свойства.

ПВС используется также в качестве связующего и загустителя в кроющих составах, иногда в смеси с некоторыми дисперсиями акриловых сополимеров, бутадиенстирольных латексов и т. д. В кроющих составах используют ПВС с высоким содержанием ацетатных групп (12—14%) в количестве 3—8 массовых частей на 100 частей пигмента.

Для облагораживания бумаги используют также способ пропитки ее водными растворами ПВС. Для лучшего проникновения пропитывающего вещества в материал используется полностью гидролизированный ПВС средней или низкой вязкости. Рекомендуется использовать растворы ПВС концентрацией 1—4%. Пропитку можно проводить всеми известными способами при оптимальной температуре пропиточного раствора около 60° С.

Применяется ламинирование бумаги и картона пленкой из ПВС толщиной примерно 1 мм. Ламинирование осуществляется на каландрах при температуре 100—150° С и очень низком давлении (0,10—0,25 кгс/см<sup>2</sup>).

Покрытие ПВС на бумаге, независимо от способа получения, бесцветно, прозрачно и обладает хорошими механическими характеристиками, устойчиво в широком диапазоне температур (от —90 до +140° С), жиро-, газо- и маслонепроницаемо, сохраняет запах и аромат упакованных изделий, устойчиво к большинству органических растворителей, к воздействию кислорода и света, физиологически безвредно.

Широкое применение покрытий ПВС в производстве упаковочной бумаги ограничивается их высокой гигроскопичностью, во влажной среде ПВС набухает, и покрытие теряет механическую прочность.

В Японии для поверхностной обработки используют ПВС, омыленный на 65—80%, или сополимер ПВС с кротоновой или акриловой кислотой [31]. Бумага с покрытием ПВС может склеиваться при смачивании водой или смесью воды с этиловым спиртом в соотношении 1 : 1.

### *Гидрохлорид каучука*

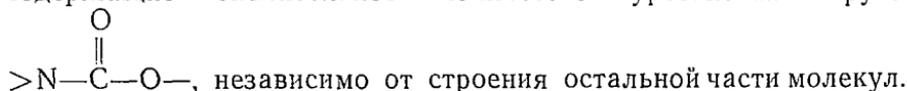
Гидрохлорид каучука  $(-C_5H_9Cl-)_n$  — продукт взаимодействия натурального или синтетического каучука с хлористым водородом. Гидрохлорид каучука растворим в бензоле, хлороформе, нерастворим в спирте и эфире. При температуре 40° С гидрохлорид каучука начинает разлагаться с выделением HCl.

Гидрохлорид каучука после вызревания превращается в твердый кристаллический продукт, который после нагревания до температуры выше 90°С приобретает эластичность. Если при этой температуре пленку вытянуть, а потом охладить, то сохранится ориентированная структура материала, обеспечивающая его высокую прочность. Такую пленку из гидрохлорида каучука (плайофильм) применяют для упаковки пищевых продуктов: жареного мяса, рыбной кулинарии, пряностей, лекарств, сухих дрожжей, кофе и сыра.

Покрытия из гидрохлорида каучука наносят на бумагу из растворов его в органических растворителях. Упаковочная бумага с покрытием из гидрохлорида каучука характеризуется жиростойкостью и низкой паро-, газопроницаемостью. Газопроницаемость упаковочного материала при толщине покрытия 20 мкм и температуре 25°С составляет: для кислорода 0,40, водорода 1,20, углекислого газа 0,87, азота 1,20 [см<sup>2</sup>/ (с · кгс/см<sup>2</sup>)] × 10<sup>8</sup>.

### Полиуретаны

Полиуретаны — один из новых видов полимерных материалов. К полиуретанам относят высокомолекулярные соединения, содержащие значительное количество уретановых групп



Эластичные полиуретаны широко применяются сейчас в качестве покрытий. Полиуретановые покрытия характеризуются хорошей адгезией к различным субстратам, превосходной водонепроницаемостью, стойкостью к растворителям и истиранию, отличными электронноизоляционными свойствами и атмосферостойкостью, хорошим блеском.

Основной реакцией при получении полиуретановых составов на основе двухкомпонентных систем является образование уретановых групп сложных полиэфиров и изоцианатных групп. Однако в зависимости от соотношения NCO : OH и относительной влажности могут образовываться при реакции избыточных изоцианатных групп с влагой мочевинные группы.

Покрытия на основе «уретановых масел», получаемые при взаимодействии диизоцианатов с продуктами алкоголиза высыхающих масел, например с моно- или диглицеридами льняного масла, не содержат свободных изоцианатных групп, легко пигментируются и устойчивы при хранении.

В Англии [32] для придания упаковочной бумаге высокой маслостойкости, гибкости и эластичности при низких температурах бумагу пропитывают полиуретановым латексом, имеющим соотношение NCO : OH от 1 : 1 до 2,25 : 1. Так как на свойства полиуретановых покрытий большое влияние оказывают водородные силы и силы Ван-дер-Ваальса, то, меняя соотношение NCO : OH, получают бумагу различной эластичности и гибкости.

## Другие полимеры

В качестве покрытий упаковочных материалов, кроме выше-названных полимеров, применяют полистирол, поликарбонаты, полиамиды и др.

**Полистирол** придает упаковке почти абсолютную водостойкость, химическую стойкость и низкую газопроницаемость.

**Поликарбонаты** на основе *бис*-фенола А придают упаковочному материалу механическую прочность, газонепроницаемость, стойкость к действию животных и растительных масел, жиров, всех видов пищевых продуктов, фруктовых соков, растворов мыл и т. д. [33, с. 204]. Покрытие наносят на бумагу экструзионным способом.

Физико-механические свойства поликарбоната на основе *бис*-фенола А следующие:

Плотность, $г/см^3$ . . . . .	1,20
Предел прочности при растяжении, $кгс/см^2$ . . . . .	625
Относительное удлинение при разрыве, % . . . . .	60—100
Температура плавления, $^{\circ}C$ . . . . .	220—230
Температура размягчения, $^{\circ}C$ . . . . .	164—166

Коэффициент проницаемости при  $20^{\circ}C$ ,  
[ $см^2/(с \cdot кгс/см^2)$ ]  $\cdot 10^8$ :

кислорода . . . . .	1,4
водорода . . . . .	10,2
углекислого газа . . . . .	5,6
азота . . . . .	0,22

**Полиамиды** отличаются высокой морозостойкостью и придают упаковке паронепроницаемость, масло-, жиростойкость. Наносят покрытия экструзионным методом.

Коэффициент проницаемости при  $20^{\circ}C$ , например, полиамида-6 равен для кислорода 0,029, водорода 0,7, углекислого газа 0,044, азота 0,008 [ $см^2/(с \cdot кгс/см^2)$ ]  $\cdot 10^8$ .

## Вспомогательные материалы для покровных составов

**Пластификаторы** — вещества, позволяющие повысить эластичность покрытия. Введение в полимеры различных пластификаторов позволяет, кроме увеличения эластичности, улучшить и другие свойства полимеров: морозостойкость, стойкость к действию ультрафиолетовых лучей, а также условия переработки (пластифицированные полимеры имеют более низкие температуры хрупкости и стеклования).

Основные показатели, позволяющие применять то или иное химическое соединение в качестве пластификатора, следующие: совместимость с полимером, химическая стабильность, малая летучесть и способность в зависимости от области применения улучшать свойства полимера.

Пластификатор проникает между молекулами полимера и, раздвигая их, уменьшает ориентацию, твердость и хрупкость полимера. Если пластификатор плохо совместим с полимером, то через некоторое время наблюдается расслоение системы «пластификатор—полимер», пластификатор мигрирует на поверхность покрытия, и оно очень быстро стареет (становится хрупким и проницаемым для газов, паров, жиров и т. д.).

В качестве пластификаторов используются эфиры различных кислот, низкомолекулярные полиэфиры, синтетические каучуки, гликоли, минеральные и модифицированное касторовое масла.

Свойства некоторых пластификаторов и их области применения приведены в табл. 8.

Таблица 8

Свойства некоторых пластификаторов, применяемых при получении  
покровных составов

Пластификаторы	Свойства	Применение
Диэтилфталат Дибтилфталат	Нетоксичен, летучая жидкость Обладает морозостойкостью до $-60^{\circ}\text{C}$ , летучая жидкость	Для эфиров целлюлозы Для эфиров целлюлозы, ПВХ и сополимеров хлористого винила
Диоктилфталат	Придает эластичность, морозостойкость и стойкость к действию ультрафиолетовых лучей	Для ПВХ и сополимеров хлористого винила
Дибутиладипинат	Обладает очень высокой упругостью паров, придает ПВХ морозостойкость, эластичность	То же
Дибутилсебацат Диоктилсебацат	Нетоксичен, придает эластичность Придает эластичность и морозостойкость до $-70^{\circ}\text{C}$	„ „

Для придания полимеру комплекса нужных свойств часто применяют смесь пластификаторов [33, с. 192].

Из полимеров наиболее часто в качестве пластификаторов применяются полиизобутилен, полибутилакрилат, синтетический и натуральный каучуки.

Полиизобутилен (ПИБ) — карбоцепной каучукоподобный полимер. Водная дисперсия ПИБ легко смешивается с дисперсиями полиэтилена, поливинилиденхлорида. ПИБ используется также для модификации парафинирующих составов, микровосковых и других клеящих составов [34, с. 151].

В качестве пластификаторов нашли широкое применение сополимеры изобутилена со стиролом [35, с. 250; 36].

Полибутилакрилат (ПБА) — каучукоподобный полимер, обладающий пленкообразующими свойствами. ПБА широко применяется в качестве пластификатора полярных полимеров,

в частности ПВХ, сополимеров винилиденхлорида. При введении ПБА в дисперсию полимера повышается вязкость, покровного состава, поэтому может быть уменьшено количество вводимого загустителя.

При добавлении 3—8% ПБА к сополимерам винилиденхлорида резко повышается эластичность покрытия. Помимо эластичности, ПБА способствует повышению прочности шва при термической склейке и гидрофобности покрытия.

Из синтетических каучуков наиболее часто применяются производные дивинила и стирола. Они придают покрытию эластичность, масло- и бензостойкость, а также повышают его способность к склеиванию.

**Пеногасители.** При нанесении покрытий из водных дисперсий или растворов большие затруднения вызывает пенообразование. При сильном вспенивании покровной массы наблюдается плохое смачивание бумаги-основы и повышается пористость покрытия, что ведет к резкому снижению его защитных свойств.

Для снижения способности к пенообразованию в состав покровной массы вводятся пеногасители. В качестве пеногасителей используют: полиметилсилоксановые жидкости, спирты, полигликоли, скипидар. Обычно пеногасители вводят постепенно при перемешивании в количестве 0,01—0,001% от сухих веществ покровной массы.

**Наполнители.** Наполнители вводятся в состав покрытия преимущественно с целью увеличения непрозрачности, а также для придания покрытию красивого внешнего вида. В качестве наполнителей используются двуокись титана, цветные пигменты и металлические порошки.

**Загустители.** Загустители повышают вязкость покровной массы, придают ей более гомогенный характер и повышают способность смачивать поверхность бумаги. Они вводятся в небольшом количестве. В качестве загустителей чаще всего применяют водорастворимые эфиры целлюлозы, альгинат натрия, поливиниловый спирт.

После введения загустителя, как и после введения пластификатора, покровная масса должна «созреть» в течение нескольких часов.

## **Технология бумаги с покрытием расплавами полимеров**

### *Нанесение покрытий экструдерно-ламинаторным методом*

Полимеры, которые при нагревании переходят в вязкотекучее состояние, можно непрерывно выдавливать через отверстие определенного профиля на специальных машинах, называемых экструдерами.

Экструдер, головка к нему, комплектующее оборудование для подачи и соединения бумаги-основы с полимерной пленкой,

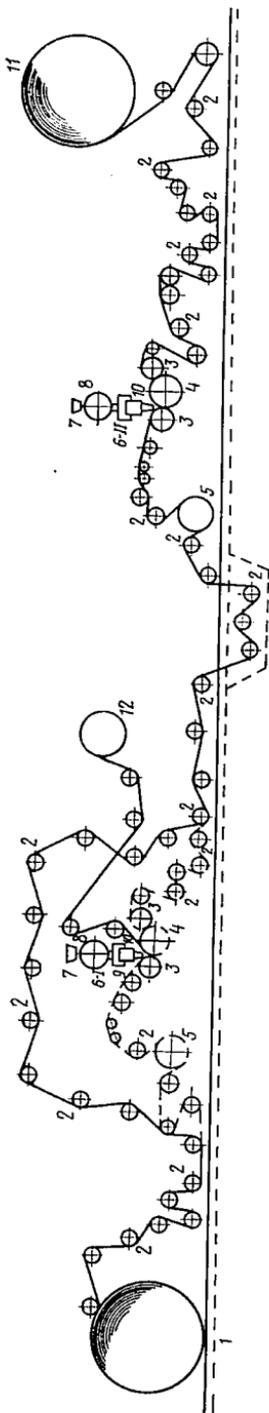


Рис. 2. Схема экструдерно-ламинаторного агрегата.

1 — двухтабурный раскат; 2 — ведущие валики; 3 — гуммированный вал; 4 — охлаждающий цилиндр; 5 — цилиндр с электронагревом; 6-1 — экструдер I; 6-11 — экструдер II; 7 — бункер; 8 — валик; 9 — адаптер; 10 — мундштук; 11 — накат; 12 — дополнительный раскат

а также накат образуют плоскощелевой экструдерно-ламинаторный агрегат, схема которого представлена на рис. 2.

Преимущество нанесения покрытия методом экструзии состоит в том, что он дает возможность наносить покрытие непрерывно при стабильном процессе. При этом обеспечивается высокая производительность, экономичность, легкость регулирования и автоматизации, а также высокое качество покрытия (сплошная, непрерывная, однородная пленка).

Наносить на бумагу методом экструзии можно покрытия из большинства термопластов: полиолефинов, поливинилхлорида, сополимеров винилиденхлорида с хлористым винилом, полистирола, поликарбонатов и др.

При нанесении двухслойного покрытия бумага, поступающая с раската 1, подогревается на цилиндре 5 и подается при помощи системы валиков 2 к экструдеру 6-1 в зазор между валом 3 и цилиндром 4.

Гранулированный полимер загружается через бункер 7 в цилиндр 8 экструдера. Подвергаясь температурному воздействию и давлению в цилиндре экструдера, полимер начинает плавиться. С помощью вращающегося шнека расплавленный полимер сжимается внутри цилиндра и подается через адаптер 9 в мундштук 10. Расплавленный полимер, вытекая из щелевой фильеры мундштука, приобретает форму пленки. При выходе из мундштука пленка полиэтилена соединяется с движущейся бумагой в зазоре между гуммированным валом и охлаждающим



Из цилиндра экструдера расплав подается шнеком через фильтры грубой и тонкой очистки в адаптер.

Фильтры обычно встроены в адаптер. Назначение фильтров: отделять примеси от полимера; отфильтровывать нерасплавленные частицы; создавать «обратное давление» для получения тепла за счет трения, а также для лучшей обработки полимера. Это давление используется, кроме того, для вытеснения воздуха и влаги из системы обратно через цилиндр и бункер.

Постоянная температура расплава в адаптере поддерживается зонами обогрева 15—16 (см. рис. 3).

Из адаптера расплав полимера равномерно поступает в мундштук (рис. 5). Неравномерность подачи полимера может при-

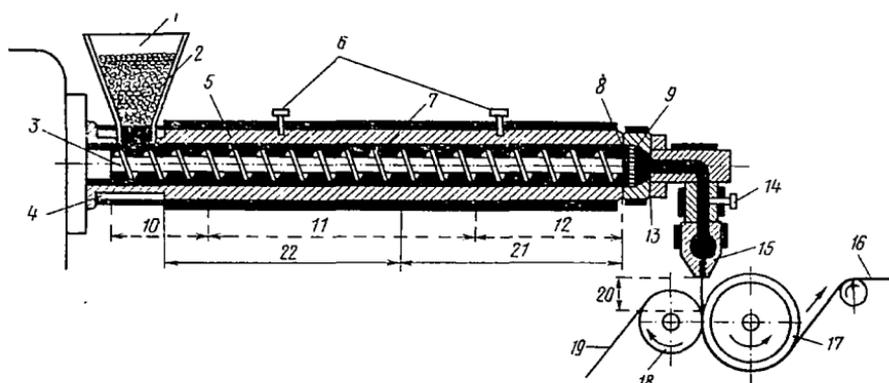


Рис. 4. Схема цилиндра экструдера:

1 — бункер; 2 — гранулированный полимер; 3 — шнек; 4 — отверстие водяного охлаждения; 5 — внутренний стальной цилиндр; 6 — термозащитный элемент; 7 — спиральная нарезка; 8 — защитное уплотнение; 9 — экран; 10 — 1-я секция (подачи); 11 — 2-я секция (сжатия); 12 — 3-я секция (перемешивания); 13 — адаптер; 14 — термозащитный элемент; 15 — мундштук; 16 — бумага с покрытием; 17 — хромированный цилиндр; 18 — обрезающий вал; 19 — бумага-основа; 20 — расстояние от губок мундштука до точки соприкосновения бумаги с полимером; 21—22 — нагревательные зоны

вести к его перегреву или химическому разложению, а следовательно, и к браку покрытия.

В мундштуке создаются постоянное давление и температура с помощью зон нагрева 1—9 (см. рис. 3), необходимые для формирования равномерной пленки.

Расплав экструдирован через длинную щелевую фильеру 2 (рис. 5) мундштука, регулирующую специальными приспособлениями 3.

Температура в разных зонах нагрева регулируется термопарами, введенными в цилиндр и в расплав полимера. Перегрев полимера может вызвать появление пятен и отверстий на пленке.

Бумага соединяется с пленкой в зазоре между обрезающим валом и охлаждающим металлическим цилиндром. Обычно он представляет собой стальной хромированный двухкорпусный ба-

рабан, охлаждаемый водой, чтобы регулировать температуру и отводить тепло от расплавленной пленки в ходе превращения расплава в твердое покрытие [38, с. 31].

Циркуляция холодной воды позволяет поддерживать на поверхности цилиндра температуру 20—40°С. Поверхность охлаждающего цилиндра определяет в значительной степени гладкость покрытия. Для получения глянцевого покрытия поверхность его хорошо шлифуется.

Давление в зазоре между гуммированным валом и охлаждающим цилиндром регулируется пневматически или гидравлически.

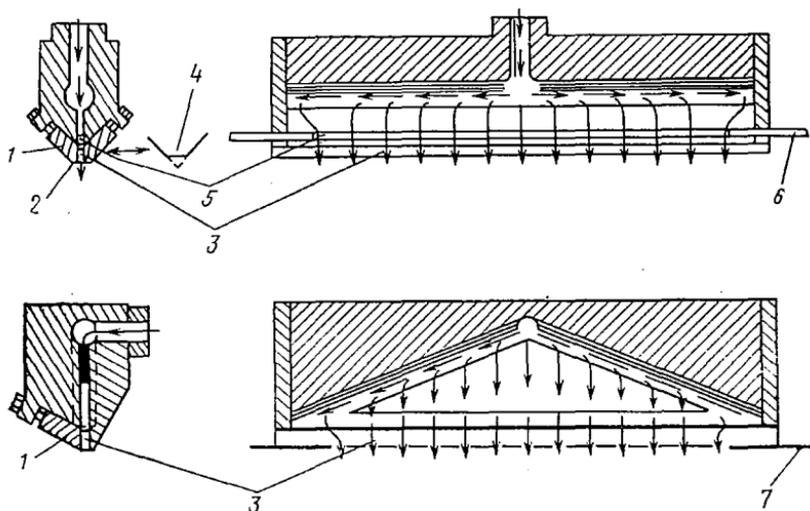


Рис. 5. Две различные конструкции мундштука:

1 — губка; 2 — щелевая фильера; 3 — регулировочные приспособления; 4 — V-образный разрез; 5 — регулируемый канал; 6 — внутренний канал; 7 — наружный канал

Для улучшения адгезии полимера иногда устанавливается ионизатор, после электронной обработки в котором поверхность бумаги становится более способной к связям с полимером.

Современные экструдерно-ламинаторные агрегаты позволяют покрывать бумагу полимерами с обеих сторон, склеивать ее с другой бумагой или алюминиевой фольгой, наносить несколько слоев покрытия на одну сторону бумаги, получать соэкструдированные покрытия из разных полимеров.

Наличие двух-трех экструдеров в экструдерно-ламинаторном агрегате дает возможность наносить многослойные покрытия из различных полимеров. Расплавляя в разных экструдерах полиэтилен и полипропилен, можно получить двух- или трехслойные покрытия с новыми свойствами [39, с. 1841; 40, с. 46; 41, с. 32; 42, с. 32].

Во Франции фирмой «Society Polykote» введена в действие наиболее производительная и современная линия для покрытия бумаги и картона экструдерно-ламинаторным методом. Скорость машины 600 м/мин, ширина покрытия 2 м [43, с. 59].

Фирма «Беллойт» выпускает 60-дюймовые экструдеры для покрытия бумаги полиэтиленом при скорости 60—600 м/мин [44, с. 429].

Техническая характеристика экструдерно-ламинаторного агрегата фирмы «Frank W. Egan Company», установленного на одном из отечественных предприятий, следующая:

Максимальная ширина бумаги, мм . . . . .	1330
Максимальная ширина покрытия, мм . . . . .	1330
Максимальный диаметр рулона на раскате, мм . . . . .	1200
Максимальный диаметр рулона на накате, мм . . . . .	1300
Максимальный диаметр рулона на дополнительном раскате, мм . . . . .	600
Производительность экструдера, кг/ч:	
при диаметре 4,5" (114,3 мм) . . . . .	200
при диаметре 6,0" (152,4 мм) . . . . .	400
Масса 1 м <sup>2</sup> покрытия, г . . . . .	10—100
Масса 1 м <sup>2</sup> бумаги-основы, г . . . . .	30—500
Скорость ламинирования, м/мин . . . . .	90—150
Расход охлаждающей воды, л/мин . . . . .	600
Температура охлаждающей воды, °С . . . . .	+10
Расход сжатого воздуха, кг/см <sup>2</sup> . . . . .	7
Установочная мощность, кВт·А . . . . .	50
Габарит, м:	
общая длина . . . . .	17
ширина . . . . .	3
высота . . . . .	3,5
ширина (включая экструдеры, пульта управления и шкафы регулирования температуры) . . . . .	15
Общая площадь, м <sup>2</sup> . . . . .	260
Масса, т . . . . .	4

### *Адгезия полимера с бумагой при экструзионных покрытиях*

Хорошая адгезия полимера — наиболее важный фактор при покрытии экструдерно-ламинаторным методом. В большей степени этот вопрос исследован применительно к полиэтилену. На степень адгезии полиэтилена с бумагой влияют следующие факторы [45, с. 198—202; 46, с. 181А—183А; 47, с. 160; 48, с. 1235; 49, с. 245]: структура поверхности бумаги-основы, вязкость полиэтилена (индекс расплава); давление между прессовыми валами; режим предварительного нагрева бумаги-основы; температурный режим при нанесении покрытия; расстояние от выпускной щели мундштука до прессовых валов; скорость нанесения покрытия; масса покрытия.

В том случае, когда бумага имеет сильно каландрированную поверхность и содержит большое количество наполнителя, адге-

зия полиэтилена снижается. Бумага машинной гладкости со сравнительно шероховатой поверхностью и низким содержанием наполнителя обладает лучшей адгезией к экструзионному покрытию.

Предварительное нагревание бумаги-основы предотвращает преждевременное охлаждение покрытия на холодном цилиндре и, кроме того, при подогреве удаляется с поверхности бумаги часть абсорбированной ранее влаги. Все это способствует более глубокому проникновению полиэтилена в структуру бумаги и обеспечивает его закрепление. Температура экструдированного полиэтилена оказывает большое влияние на степень окисления полимера в момент его выхода из мундштука. Увеличение температуры расплава выше  $320^{\circ}\text{C}$  приводит к окислению полимера, что повышает адгезию полиэтилена по отношению к бумаге-основе, однако при этом усиливается запах полимера и снижается способность покрытия к термосварке.

Степень адгезии полиэтиленового покрытия зависит от расстояния между щелевой фильерой мундштука и линией соприкосновения полиэтилена с бумагой-основой. Чем меньше это расстояние, тем выше температура пленки в момент соединения с бумагой и степень адгезии.

Полиэтилен, применяемый для покрытия бумаги, является термопластичным стабильным полимером, не имеющим взаимодействующих с целлюлозой групп.

Ряд исследователей, в том числе Козловский [50, с. 297], считают, что причины сцепления полиэтилена с бумагой нужно искать в структурных изменениях, происходящих во время нанесения покрытия. Полиэтилен после расплавления при медленном охлаждении достигает значительной степени кристалличности. При этом может произойти взаимопроникновение кристаллических структур целлюлозы и полиэтилена, причем кристаллическая фаза полиэтилена может явиться продолжением кристаллических областей целлюлозы. В результате образования кристаллической системы полиэтилен—целлюлоза, несмотря на отсутствие химических связей, получается прочное сцепление. Такого вида связь сильнее, чем внутренние силы сцепления в бумаге, что подтверждается испытанием на расслаивание, при котором на полиэтиленовой пленке остается тонкий слой волокон, оторванных от поверхности бумаги вместе с полиэтиленом.

Иногда невозможно получить хорошую связь полиэтилена с бумагой без специальной обработки поверхности бумаги-основы.

Существуют два способа обработки бумаги-основы: 1) предварительная электронная обработка при использовании коронных разрядов [51; 52; 53, с. 73] и 2) предварительная грунтовка бумаги составами, содержащими соединения титана, кремния, или полиэтиленгликоль [54; 55; 56, с. 28; 57, с. 435; 58]. Имеются также способы увеличения полярности полиэтилена непосредст-

венным действием окислителей, газопламенной обработкой, озонированием, воздействием электрического разряда [59; 60, с. 106].

Перечисленные способы увеличения адгезионной связи основаны на создании активных функциональных групп в макромолекуле полиэтилена. При воздействии окислителей, электрического разряда, при озонировании происходит образование карбонильных групп: кислотных, кетонных, сложнэфирных. Значительное увеличение прочности соединения окисленного полиэтилена с бумагой объясняется образованием прочных адгезионных связей между карбонильными группами окисленного слоя и гидроксильными целлюлозы.

**Метод определения адгезии полиэтилена с бумагой.** Из рулона бумаги вырезают три образца размером  $250 \times 200$  мм, причем большая сторона образца должна соответствовать машинному направлению. Пленку срывают в машинном направлении бумаги и при помощи сетки (сетка размером  $250 \times 200$  мм, нанесенная на прозрачную пластинку, толщина линий — не более 0,25 мм, сторона квадратов — 10 мм) определяют, какая часть ее покрыта волокнами.

Оценка адгезии:

- 1 балл — отличная, более 90% пленки покрыто волокном,
  - 2 балла — хорошая, не менее 50% пленки покрыто волокном,
  - 3 балла — удовлетворительная, не менее 10% пленки покрыто волокном,
  - 4 балла — плохая, менее 10% пленки покрыто волокном.
- За результат принимают среднее арифметическое из всех определений.

### *Нанесение покрытий методом каширования*

Метод каширования состоит в нанесении полимеров на бумагу путем расплава полимера между двумя горячими цилиндрами [61, с. 52].

Технические характеристики кашировальных машин фирмы «Циммер» (ФРГ) приведены ниже:

	КМ-320	КМ-600	КМ-950	КМ-1300	КМ-1450
Рабочая ширина, мм . . . . .	320	600	950	1300	1450
Обрезная ширина бумаги, мм . . . . .	200—300	400—570	600—920	900—1260	100—1400
Рабочая скорость, м/мин . . . . .	3—18	4—40	4—40	4—40	4—40
Масса 1 м <sup>2</sup> покрытия, г/м <sup>2</sup> . . . . .	10—300	10—400	10—400	20—400	40—400
Установочная мощность, кВт - А . . . . .	12	46	82	131	146
Мощность по приво-ду, кВт . . . . .	—	7,5	20,0	40,0	—
Масса, кг . . . . .	1400	3500	6900	12 000	15 000
Потребная площадь, м <sup>2</sup> . . . . .	1,4×1,6	1,8×3,0	2,4×4,2	5,0×4,0	5,0×4,1

Схема машины приведена на рис. 6. Гранулированный полиэтилен через дозировочный бункер 7 попадает в зазор между двумя горячими металлическими валами 1, 2, где начинает плавиться. Горячая пленка полиэтилена, образующаяся в просвете между валами, налипает сначала на поверхность металлического вала 2, а затем с помощью обрезиненного прижимного валика 3 передается на бумагу-основу, поступающую с раската 8 через цилиндр с электрообогревом 5.

Бумага с покрытием проходит через холодильный цилиндр 6, а затем поступает на накат 9. Твердость термостойкой резины валика 3 70—80 ед. по Шору.

Отделка поверхности бумаги осуществляется посредством сменного валика 4, имеющего гладкую зеркальную или рифле-

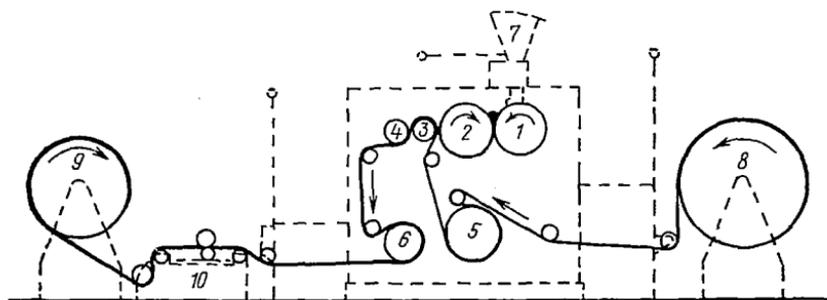


Рис. 6. Схема кашировальной машины:

1, 2 — металлические валы с электрообогревом; 3 — обрезиненный прижимной валик; 4 — валик для тиснения; 5 — цилиндр с электрообогревом; 6 — охлаждающий цилиндр; 7 — дозировочный бункер; 8 — раскат; 9 — накат; 10 — бумаговедущие валики

ную поверхность. Отделочный валик имеет внутреннее водяное охлаждение.

Перед накатом имеется кромкообрезающее ножевое устройство.

В качестве покровного материала может применяться не только полиэтилен, но и полистирол, полихлорвинил, полипропилен и другие полимеры.

Толщина покровного слоя зависит от величины зазора между металлическими валами, регулируемого специальным гидравлическим приспособлением, расположенным на лицевой стороне машины.

### *Бумага с полиэтиленовым покрытием*

В качестве полимерного покрытия бумаги, используемой для упаковки пищевых продуктов, наиболее широко применяется полиэтилен.

Полиэтиленовое покрытие наносится на бумагу преимущественно экструдерно-ламинаторным методом.

Основные достоинства бумаги с полиэтиленовым покрытием — химическая стойкость, водонепроницаемость, незначительная проницаемость водяного пара, морозостойкость и хорошая способность к термической сварке при температуре 125—170°С в зависимости от толщины покрытия, материала и толщины основы, скорости сварки и силы прижима.

Проницаемость водяного пара для бумаги с полиэтиленовым покрытием разной толщины приведена в табл. 9.

Таблица 9

Проницаемость водяного пара бумаги с полиэтиленовым покрытием

Масса 1 м <sup>2</sup> бумаги-основы, г	Масса покрытия, г/м <sup>2</sup>	Паропроницаемость за 24 ч при $\varphi_{\text{отн}} = 98\%$ , г/м <sup>2</sup>
60	15	10
60	25	5—7
60	40	4—5
60	75	1—3
75	25	5—8
75	40	4—5
75	70	2—3

Если паропроницаемость материала должна быть ниже 2 г/м<sup>2</sup> в сутки, то необходимо наносить очень толстый слой полиэтилена. В этих случаях более экономично применить покрытие из сополимеров винилиденхлорида.

Бумага с полиэтиленовым покрытием проницаема для газов, в том числе для содержащихся в воздухе азота, кислорода и углекислого газа. Поэтому она может быть применена для упаковки продуктов, которым нужен газообмен, например фруктов, но непригодна для упаковки пищевых продуктов, содержащих ароматические вещества.

К недостаткам покрытия относится малая устойчивость его к жирам и маслам.

Бумага и картон с полиэтиленовым покрытием широко применяются для упаковки и расфасовки жидких, пастообразных, сыпучих, замороженных и других продуктов.

**Комбинированные материалы для упаковки жидких продуктов.** Комбинированные материалы на основе бумаги в сочетании с полимерными покрытиями и металлической фольгой находят широкое применение для расфасовки молока, кисломолочных продуктов, фруктовых соков, напитков и др.

В зависимости от условий обработки и хранения молока для его упаковки используют различные ламинаты (табл. 10).

Наиболее распространенным видом упаковки в Европе и СССР являются пакеты типа «Тетра-Пак», впервые выпущенные

Комплексные материалы для упаковки молока на автоматах

Тип упаковки	Названия слоя или покрытия	Материал
Обычная	Внутренний слой Основа Наружное покрытие	Полиэтилен низкой плотности Отбеленная сульфатная бумага Воск
Тропическая	Внутренний слой Основа	Полиэтилен низкой плотности Полуотбеленная сульфатная бумага
	Связывающий слой Основа Наружное покрытие	Полиэтилен низкой плотности Отбеленная сульфатная бумага Воск
Асептическая	Внутренний слой	Полиэтилен низкой плотности
	Основа	Алюминиевая фольга
	Связывающий слой	Полиэтилен низкой плотности
	Основа Наружное покрытие	Отбеленная сульфатная бумага Воск

в 1952 г. шведской фирмой «Тетра-Пак АБ». Достоинства этих тетраэдральной формы пакетов — малый расход материала, быстрое изготовление, возможность сварки швов, соприкасающихся с поверхностью молока, что исключает попадание в упаковку воздуха при длительном хранении.

В мировой практике применяются для упаковки жидкостей также пакеты с квадратным, круглым сечением, в форме параллелепипеда и др.

В США, Скандинавских странах и странах средней Европы широко распространена упаковка системы «Пюр-Пак», представляющая собой четырехгранный сосуд из картона с двусторонним полиэтиленовым покрытием.

Для сосудов емкостью 1 л используется картон массой около 350 г/м<sup>2</sup>, в том числе масса полиэтиленового покрытия составляет примерно 100 г/м<sup>2</sup>. Для сосудов емкостью 2 л используется аналогичный картон с массой основы около 400 г/м<sup>2</sup>.

**Технология бумаги-основы.** Бумага-основа для пакетов типа «Тетра-Пак» выпускается массой 1 м<sup>2</sup> 135; 150 и 170 г для изготовления соответственно пакетов емкостью 100; 250 и 500 мл.

Технические требования к бумаге-основе приведены в табл. 11.

Бумага-основа для пакетов типа «Тетра-Пак» должна обладать высокой прочностью, достаточной жесткостью, хорошей проклейкой (во избежание поглощения влаги) и достаточной гибкостью, позволяющей хорошо формовать пакеты на автоматах. Волокнистым сырьем при изготовлении бумаги-основы для пакетов типа «Тетра-Пак» служит сульфатная беленая или полубеленая целлюлоза из хвойных пород древесины.

## Технические требования к бумаге-основе для пакетов типа «Тетра-Пак»

Наименование показателей	Бумага-основа для изготовления пакетов емкостью, мл (СССР)			Бумага-основа для изготовления пакетов емкостью, мл (Швеция)	
	100	250	500	250	500
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	135 <sup>+5</sup>	150 <sup>+7</sup>	170 <sup>+7</sup>	144—161	163—177
Толщина, мм	0,20—0,22	0,22—0,23	0,23—0,25	0,19—0,21	0,22—0,23
Разрывное усилие, кгс, не менее:					
в машинном направлении	12,8	14,2	16,0	13,5	15,3
в поперечном направлении	6,5	7,0	8,0	6,8	7,6
Воздухопроницаемость, мл/мин	100—180	100—180	100—180	Не более 100	Не более 115
Жесткость в машинном направлении * в ед. жесткости, не менее	19	22	36	—	—
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м <sup>2</sup> , не более	26	26	26	22	22
Влажность, %	5,0—7,0	5,0—7,0	5,0—7,0	5,0—6,5	5,0—6,5

\* Жесткость определяется на приборе марки ЖБН-1, разработанном УкрНИИБ.

Основные свойства полубеленой сульфатной целлюлозы характеризуются следующими показателями:

Разрывная длина, м, не менее . . . . .	8300
Сопротивление излому (число двойных перегибов), не менее . . . . .	3000
Белизна, %, не менее . . . . .	60
Содержание α-целлюлозы, % . . . . .	87—88
Содержание пентозанов, % . . . . .	10—11
Содержание смол и жиров, % . . . . .	0,08—0,09

В некоторых случаях в композицию бумаги-основы добавляют (до 10%) целлюлозу из лиственных пород древесины.

Схема подготовки бумажной массы для изготовления бумаги-основы для пакетов типа «Тетра-Пак», предусмотренная на одном из новых предприятий, приведена на рис. 7. Размол целлюлозы собственного производства осуществляется в две ступени — сначала на четырех дисковых рафинерах до 21—24° ШР

при концентрации 3,5—4,0%, затем на конических мельницах до 26—28° ШР при концентрации 3,0—3,5%, конечный массовый показатель длины волокна 90—120 дг.

Целлюлоза после I ступени размола подается в смешительный бассейн, куда вводится белый канифольный клей 1,5—2,0% от абс. сухого волокна, клей на основе окисленного хлорной известью картофельного крахмала 0,5—1,0% (при отсутствии поверхностной проклейки), размолотый оборотный брак в количестве 7—8%. Технология крахмального клея для проклейки в массе приведена в работе [87, с. 200—205].

После II ступени размола масса поступает в дозировочный ящик, куда вводится глинозем для создания рН массы на уровне 4,5—5,0. Очистка массы производится на вихревых очистителях и центрискрингах при концентрации 0,6—0,8%. После центрискрингов, перед напорным ящиком в массу вводится полиакриламид в виде раствора концентрацией 2 г/л в количестве 0,025% абс. сухого полимера от волокна с целью повышения удержания волокна и проклеивающих веществ.

После очистки масса поступает на плоскосеточную картоноделательную машину, схема которой приведена на рис. 8.

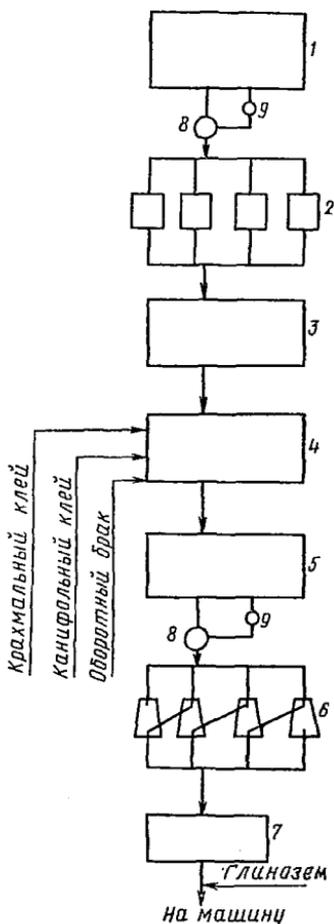


Рис. 7. Схема подготовки бумажной массы для бумаги-основы пакетов «Тетра-Пак»:

1 — бассейн неразмолотой целлюлозы; 2 — дисковые рафинеры Дженса; 3 — бассейн целлюлозы после I ступени размола; 4 — смешительный бассейн; 5 — машинный бассейн; 6 — конические мельницы типа Мажестик-Жордан; 7 — дозировочный ящик; 8 — массовый насос; 9 — регулятор концентрации

Техническая характеристика машины. Обрезная ширина бумаги на накате 6300 мм; скорость по приводу 600 м/мин; рабочая скорость 200—220 м/мин; производительность 400 т в сутки.

Машина оборудована двумя напорными ящиками закрытого типа с воздушной подушкой. Сеточная часть — выдвижного типа. Длина сеточного стола 22,2 м. Гауч-вал — отсасывающий «Беллоит», 1-й и 2-й прессы — прямые отсасывающие, 3-й пресс — горячий, 4-й пресс — сглаживающий. Сушильная часть

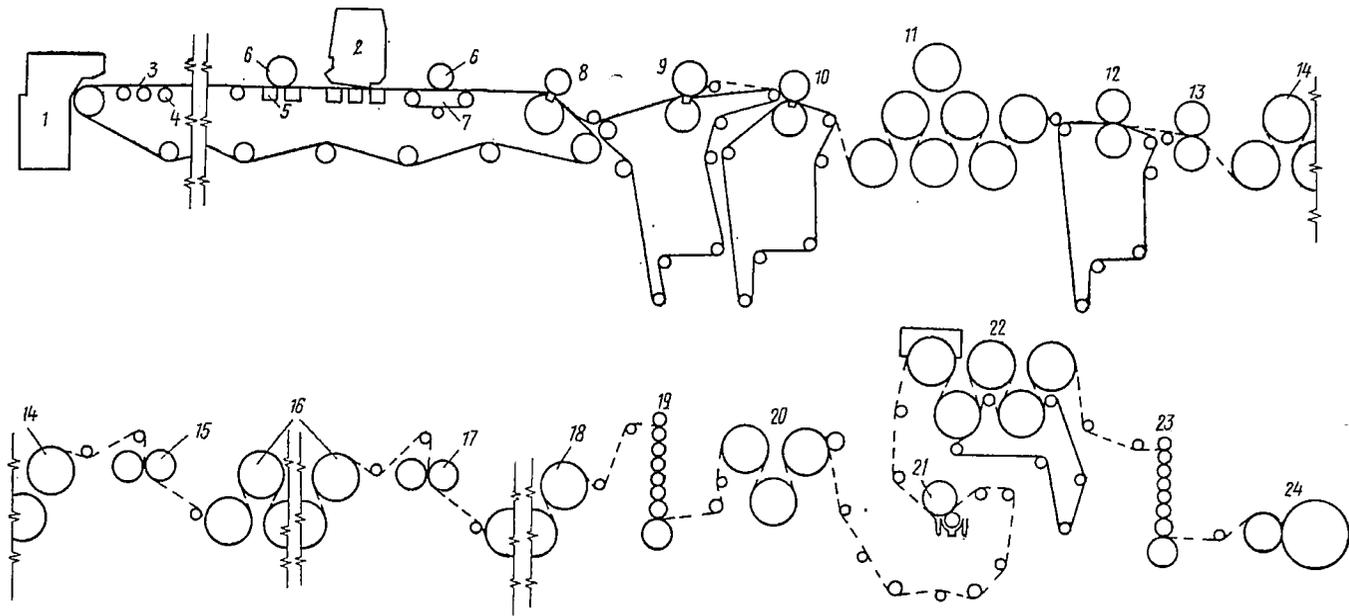


Рис. 8. Схема картоноделательной машины для выработки бумаги-основы для пакетов «Тетра-Пак» и пачечной бумаги:

1 — напорный ящик основного слоя; 2 — напорный ящик покровного слоя; 3 — сетка; 4 — регистровые валики; 5 — отсасывающие ящики; 6 — ровнитель; 7 — отсасывающее устройство фло-вак; 8 — гауч-пресс; 9 — 1-й пресс; 10 — 2-й пресс; 11 — средварительная группа сушильных цилиндров; 12 — 3-й горячий пресс; 13 — офсетный пресс; 14 — 2-я и 3-я секции сушильных цилиндров; 15 — полусухой каландр; 16 — 4-я и 5-я секции сушильных цилиндров; 17 — клеильный пресс; 18 — сушильная группа из трех цилиндров; 19 — 1-й машинный каландр; 20 — сушильная группа из пяти цилиндров; 21 — меловальное устройство; 22 — сушильная группа из 5 цилиндров после меловального устройства; 23 — 2-й машинный каландр; 24 — накат

имеет 87 сушильных цилиндров диаметром 1524 мм, один холодильный цилиндр. В ее состав входят: 1-я секция сушки предварительная — 6 цилиндров между вторым и третьим прессами, 2-я и 3-я секции — 32 цилиндра между четвертым прессом и двухвальным полусухим каландром, 4-я и 5-я секции — 28 цилиндров между полусухим каландром и клеильным прессом, 6-я секция — 13 цилиндров между клеильным прессом и первым машинным каландром, сушильная группа из трех цилиндров между первым каландром и меловальным устройством, сушильная группа из пяти цилиндров после меловального устройства, из которых один снабжен высокоскоростным колпаком Гарднера.

Машина имеет меловальное устройство с гибким шабером для нанесения покрытия с одной стороны, два восьмивальных машинных каландра, из которых один расположен до меловального устройства, другой после него. Накат барабанный. Механический привод типа «Беллойт» с отдельными дифференциальными редукторами. Продольно-резательный станок типа «Беллойт» обрезной шириной 6300 мм, максимальная скорость 1600 м/мин.

Масса в напорный ящик основного слоя поступает через многотрубный конический распределитель, снабженный рециркуляционной линией, к смесительному насосу. В напорном ящике основного слоя установлены три перфорированных распределительных валика. Первый распределительный валик диаметром 449,2 мм установлен при входе массы в напорный ящик, имеет потокораспределительные диски, расположенные через 133 мм и вращающиеся со скоростью 11,8—32,0 об/мин, живое сечение 30%. Второй распределительный валик диаметром 512,2 мм установлен в средней части напорного ящика, живое сечение — 40%, диски располагаются через 133 мм. Третий валик диаметром 449,2 мм расположен у напускной щели, живое сечение 40%, скорость вращения 58,0—19,3 об/мин, дисков не имеет. Валики, как и остальные детали напорного ящика, изготовлены из нержавеющей стали и тщательно отполированы.

При работе на высокой скорости ящик работает под давлением с воздушной подушкой. Уровень массы поддерживается автоматически.

Режим работы ящика основного слоя: высота напускной щели 6,5—106,5 мм, концентрация массы 0,60—0,75%, уровень массы 450 мм, вакуум при скорости 50—180 м/мин 30—0 мм рт. ст., давление при скорости 180—400 м/мин 0—0,18 кгс/см<sup>2</sup>.

Ящик покровного слоя используется при выработке двухслойной бумаги-основы для пакетов «Тетра-Пак» и коробочной бумаги с нижним слоем из небеленой целлюлозы, установлен над третьим отсасывающим ящиком. Для улучшения налива и распределения волокнистой суспензии покровного слоя на основном слое предусмотрен зазор 18 мм между нижней губой ящика и сеткой. При этом положении напорного ящика удается избежать размыва основного слоя струей массы покровного слоя.

Режим работы ящика покровного слоя: высота напускной щели 6,5—76,0 мм, концентрация массы 0,6—0,8%, уровень массы 1400 мм, вакуум при скорости 50—325 м/мин 128—0 мм рт. ст., давление при скорости 325—400 м/мин 0—0,08 кгс/см<sup>2</sup>.

На сеточном столе машины установлены: формующая доска, три желобчатых и 21 регистровый валик обычного типа диаметром 368 мм с дефлекторами; пять отсасывающих ящиков, устройство фло-вак, которое усиливает обезвоживание и представляет собой трехкамерный отсасывающий ящик, покрытый бесконечной перфорированной лентой, движущейся синхронно сетке бумагоделательной машины, два ровнителя диаметром 915 мм, один из них установлен между первым и вторым отсасывающими ящиками, другой — на устройстве фло-вак.

С целью повышения эффективности обезвоживания машина оборудована горячим прессом. Повышение температуры бумаги до 60—80°С на предварительной сушильной группе позволяет повысить линейное давление на горячем прессе до 60—70 кгс/см, не опасаясь раздавливания бумаги. Сухость бумаги после горячего пресса повышается на 3—4%, бумага значительно уплотняется. Применение горячего прессования способствует повышению прочности бумаги на разрыв и снижению расхода пара на сушку бумаги. Однако при обезвоживании на горячем прессе значительно увеличивается маркировка от сукна на нижней стороне бумаги, поэтому целесообразна установка сглаживающего (офсетного) пресса. При прохождении горячей влажной бумаги через сглаживающий пресс уменьшается разносторонность бумаги, улучшается структура ее поверхности, что способствует снижению склонности бумаги к скручиванию.

Сглаживание поверхности повышает эффективность сушки, так как улучшается контакт бумаги с греющей поверхностью цилиндров.

Если горячий пресс служит в основном для интенсификации обезвоживания бумажного полотна (наряду с этим и уплотняет бумагу), то двухвальный полусухой каландр предназначен для уплотнения бумаги и придания ей хорошей машинной гладкости. Уплотнение бумаги проводится при сухости 55—65%.

Режим работы машины при выработке бумаги-основы «Тетра-Пак»: скорость машины 200—220 м/мин, концентрация массы в напорном ящике 0,65—0,85%, температура массы в напорном ящике 20—25°С, частота колебаний сеточного стола 150 в минуту, амплитуда колебаний 6—8 мм.

Вакуум в отсасывающих элементах (мм рт. ст.): в 1-м отсасывающем ящике 50—70, во 2-м 85—95, в 3-м 90—100, в 4-м 120—150, в 5-м 200—210; в 1-й камере устройства фло-вак 230—240, во 2-й камере 250—260, в 3-й камере 300—350; в гаучвале 500—520; в 1-м отсасывающем прессе 450—500, во 2-м 500—550.

Линейное давление (*кгс/см*): на 1-м прессе 35—45, на 2-м 45—55, на 3-м 60—70, на 4-м 30—40, на полусыром каландре 30—40.

Сухость бумажного полотна (%): после гауч-вала 18—20, после 1-го отсасывающего пресса 26—28, после 2-го отсасывающего 28—31, после горячего пресса 32—36.

Температурный режим сушки бумаги (°С): на 1-й сушильной группе (цилиндры № 1—9) 45—50, на 2-й (№ 10—32) 50—100, на 3-й (№ 33—66) 100—120, на 4-й (№ 67—70) 120—125, на 5-й (№ 71—83) 115—110, на 6-й (№ 84—87) 100—70.

Отделка бумаги производится на машинном каландре.

Так как машина оснащена клеевым прессом, возможна и более целесообразна поверхностная проклейка бумаги окисленным крахмалом или другими веществами с целью повышения водостойкости и жесткости бумаги. Поверхностная проклейка более эффективна, позволяет уменьшить расход крахмала и, кроме того, избежать потерь крахмала с отходящей водой, которые трудно устранить при проклейке в массе.

В клеевый пресс бумажное полотно должно поступать с влажностью 10—12%. Нанос клея составляет 3—5 г/м<sup>2</sup>, температура клея 40—50°С. Ниже приводятся режимы приготовления крахмального клея для поверхностной обработки бумаги.

Режим приготовления крахмального клея с окислением хлорной известью. Крахмальный клей готовят в баке емкостью 3000 л с мешалкой. Для этого картофельный крахмал в количестве 210 кг разводят в 1200 л холодной воды. Включают мешалку и в течение 5—10 мин поднимают температуру до 50°С. В отдельной емкости при тщательном перемешивании разводят определенное количество хлорной извести в зависимости от содержания активного хлора. Полученную суспензию хлорной извести из расчета 0,8% активного хлора к крахмалу заливают в бак с разведенным крахмалом. Окисление ведут при температуре 50°С в течение 30 мин.

По истечении 30 мин в бак заливают сульфитную варочную кислоту (с общим содержанием SO<sub>2</sub> 5—6%) для полной нейтрализации избытка хлора. После перемешивания отбирают пробу, к которой добавляют несколько капель раствора КЖ. Появление синей окраски указывает на наличие активного хлора. В этом случае в бак заливают еще 1—2 л варочной кислоты до исчезновения синего окрашивания пробы содержимого бака от прибавления иодистого калия.

Затем в бак добавляют 600 л воды и в течение 25 мин поднимают температуру до 90°С, при которой содержимое бака выдерживают в течение 10 мин. После этого добавляют в бак еще 300 л воды. Вязкость готового окисленного крахмального клея при 50°С должна быть 6—9 спз, концентрация 55—65 г/л.

Режим варки энзимированного крахмального клея. В варочный котел емкостью 3000 л заливают

1200 л воды. Включают мешалку и засыпают 240 кг воздушно-сухого крахмала. Полученную суспензию крахмала нагревают до 50°С и выдерживают при этой температуре в течение 10 мин. Затем за 5 мин поднимают температуру до 55°С. После этого в суспензию крахмала постепенно засыпают необходимое количество  $\alpha$ -амилазы для получения вязкости 6—8 спз (необходимое количество энзимного препарата рассчитывают на абсолютно сухой крахмал с учетом амилолитической активности препарата, указанной в паспорте).

В течение 5 мин суспензию крахмала нагревают до 60° и при этой температуре выдерживают ее в течение 8 мин (соблюдение времени выдерживания необходимо для набухания крахмала и действия энзимов). Затем за 10 мин температуру содержимого котла поднимают до 80°С и выдерживают его при этой температуре в течение 2 мин.

Постепенно приливают в котел 1000 мл концентрированной HCl для получения pH в пределах 4—4,5, температуру содержимого котла повышают до 95°С и выдерживают при этой температуре 5 мин. Затем в котел постепенно приливают 500 мл 40%-ного раствора NaOH до pH 7,0. В готовый клей добавляют 1500 л воды, проверяют его вязкость и перекачивают в бак для хранения.

Вязкость модифицированного крахмального клея должна составлять 6—9 спз при 50°С, концентрация 55—65 г/л.

На одном из реконструированных предприятий применяется следующая технология бумаги-основы.

Товарная целлюлоза распускается непрерывно в вертикальном гидроразбивателе при концентрации массы 2,0—2,5%. Канифольный клей в количестве 0,5% от абс. сухого волокна подается непрерывно в гидроразбиватель одновременно с загрузкой целлюлозы и оборотного брака. Клей из окисленного гипохлоритом крахмала в количестве 0,5% от абс. сухого волокна подается непрерывно при выходе массы из гидроразбивателя. Из гидроразбивателя масса поступает в бассейн неразмолотой целлюлозы, откуда насосом подается на размол по схеме гидрофайнеры МЛ-02 — конические мельницы МКН-03. После размолы масса со степенью помола 15—20° ШР поступает в бассейн размолотой массы и затем на домальвающую коническую мельницу. Конечная степень помола 23—28° ШР.

Очищается масса на песочнице и в узлоловителе при концентрации 0,8—0,9%. Вырабатывается бумага на машине шириной 3100 мм. Длина сеточного стола 3225 мм, рабочая скорость 60—90 м/мин. Машина оборудована напорным ящиком открытого типа, имеет 25 регистровых валиков, пять отсасывающих ящиков, отсасывающий вал, два прямых прессы, обратный и офсетный прессы. Сушильная часть состоит из пяти групп, включает 13 сушильных цилиндров. Машина имеет двухвальную полусу-

хой глезер, холодильный цилиндр и пятивальный каландр. Накат — фрикционный. Ширина бумаги на накате 2740—2760 мм.

Бумага изготавливается по следующему технологическому режиму:

Скорость машины, м/мин . . . . .	40—47
Концентрация массы в напорном ящике, % . . . . .	0,8—0,9
Режим тряски сеточного стола:	
амплитуда колебаний грудного вала, мм . . . . .	12—13
частота колебаний, число колебаний в минуту . . . . .	200—230
Разрежение в камере отсасывающего вала, мм рт. ст.	400
Сухость бумажного полотна, %:	
после отсасывающего вала . . . . .	25—26
после 1-го пресса . . . . .	34—35
после 2-го пресса . . . . .	37—38
после 3-го пресса . . . . .	40—41

Температура сушки на цилиндрах 1—8 постепенно повышается от 50 до 110°С, а на цилиндрах 9—13 — постепенно снижается до 80°С.

**Нанесение покрытий на бумагу-основу.** Полиэтиленовое покрытие на бумагу-основу наносится экструдерно-ламинаторным методом по описанной выше технологии. Ниже приведены характеристики экструдерно-ламинаторных агрегатов для покрытия бумаги полиэтиленом, установленных на ряде предприятий:

Агрегат на предприятии:

	первом	втором	третьем
Рабочая скорость, м/мин . . . . .	10—200	20—150	20—120
Скорость шнека, об/мин . . . . .	5—100	10—100	10—100
Рабочая ширина, мм . . . . .	1800	1330	1300
Диаметр шнека, дюймы . . . . .	8 (203 мм)	4,5 (114 мм); 6 (152 мм)	6 (152 мм)
Расход электроэнергии, кВт·ч	—	314	—
Расход свежей воды, л/мин . . . . .	500	600	500
Масса 1 м <sup>2</sup> покрытия, г . . . . .	10—100	10—100	10—100
Расход полиэтилена, кг/ч . . . . .	300	200; 400	270

Технологические режимы работы агрегатов при выработке бумаги для молочных пакетов приведены в табл. 12.

Как видно из табл. 12, более высокую температуру имеют нагревательные зоны экструдеров на втором предприятии. Экструдерно-ламинаторный агрегат, установленный на этом предприятии, имеет два экструдера. Слой полиэтилена, формируемый первым экструдером, окисляется при повышении температуры в мундштук до 320°С с целью улучшения адгезии покрытия благодаря возникновению в нем активных функциональных групп.

Для асептической упаковки в комплекс вводится алюминиевая фольга, обычно толщиной 9,0—14,0 мкм. Технологический

## Технологические режимы работы экструдерно-ламинаторных агрегатов при покрытии бумаги полиэтиленом

Предприятие	Масса 1 м <sup>2</sup> покрытия, г	Скорость ламинатора, м/мин	Число оборотов шнека в минуту	Давление между валами, кгс/см <sup>2</sup>	Температура, °С					
					зоны шнека					
					1	2	3	4	5	6
Первое	50±5	60—80	15—18	5,0—5,9	220	240	240	250	—	—
Второе	50±5	60—70	35	5,0—5,5	200	260	260	300	325	320
			15	5,0—5,5	160	200	250	260	275	270
Третье	50±5	50—60	10—15	4,5—5,0	230	250	270	275	—	—

Предприятие	адаптер	Температура, °С								
		зоны мундштука								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Первое	250	260	260	260	250	260	—	—	—	—
Второе	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
	270	275	280	280	280	280	280	280	280	280
Третье	270	275	280	275	275	280	280	—	—	—

Примечание. В числителе — данные для экструдера I, в знаменателе — для экструдера II на втором предприятии.

режим нанесения полиэтилена тот же, что и при изготовлении бумаги для обычной упаковки молока. Рулон алюминиевой фольги разматывается с дополнительного раската 12 (см. рис. 2) и склеивается с бумагой-основой на экструдере 6-I с помощью полиэтилена. Привес полиэтилена составляет 15—20 г/м<sup>2</sup>.

Температура в мундштуке экструдера 6-I поддерживается около 320°С, полиэтилен при этом окисляется, что улучшает адгезию между полиэтиленом и алюминиевой фольгой. Бумага, склеенная с фольгой, поступает на накат.

Затем рулон бумаги, кашированной фольгой, вторично поступает на раскат и покрывается полиэтиленом со стороны фольги сначала на экструдере 6-I (температура в мундштуке экструдера 320°С), затем на экструдере 6-II (температура в мундштуке экструдера 280°С).

На бумагу с непокрытой стороны наносится двухцветная печать флексографическим способом. Схема машины для нанесения печати представлена на рис. 9.

Габарит машины (мм): длина 12 400, ширина 3500, высота 3400. Скорость движения бумажного полотна при нанесении печати составляет 80—100 м/мин. Расход сжатого воздуха 12 л/ч, расход воды 100 л/мин. Максимальная ширина бумаги 1270 мм,

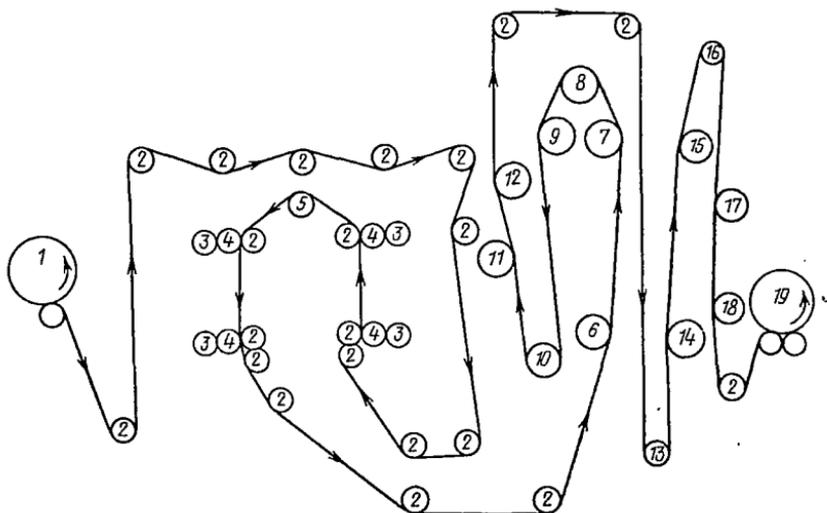


Рис. 9. Схема машины для нанесения печати на бумагу «Тетра-Пак»:

1 — раскат бумаги; 2 — бумаговедущие валики; 3 — красконосящие валики; 4 — валики с клише; 5 — бактерицидные лампы; 6—12 — сушильная часть; 13—18 — окончательная сушка бумаги; 19 — пакат

максимальная ширина печати 1250 мм, максимальная длина окружности цилиндра 600 мм.

Для нанесения печати применяются краски на основе анилиновых красителей.

Одновременно с нанесением печати бумага подвергается стерилизации с помощью специальных бактерицидных ламп 5. После нанесения печати бумага подвергается парафинированию на специальной парафинирующей машине, схема которой представлена на рис. 10.

Парафиновое покрытие наносится с помощью специального валика, на поверхности которого имеются поперечные канавки шириной по 35 мм. Полотно бумаги, проходящее над канавками, не получает парафинового покрытия. Благодаря этому края (шириной 16—19 мм) бумажной ленты, используемой для изготовления пакетов, остаются непокрытыми парафином, что необходимо для тепловой склейки

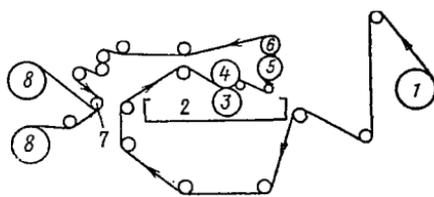


Рис. 10. Схема машины для парафинирования бумаги «Тетра-пак»:

1 — раскат бумаги; 2 — ванна с парафином; 3, 4 — наносящие вали; 5, 6 — прессовые вали; 7 — резка бумаги; 8 — пакат бумаги

бумаги внахлест при свертывании бумажной ленты в трубку, из которой в дальнейшем формируются пакеты.

Габарит машины (мм): длина 7500, ширина 3000, высота 3400. Скорость движения бумаги при парафинировании 80—100 м/мин, расход парафина 42 кг/ч. Привес парафина составляет 11—16 г/м<sup>2</sup>.

Для парафинирования используется очищенный парафин без запаха, вкуса и цвета, с низкой вязкостью. Температура плавления парафина 50—64° С. Обычно применяется очищенный парафин, содержащий чистые линейные углеводороды без примесей микровоска, полиэтилена и других полимеров.

Структура комбинированных материалов приведена в табл. 13.

Таблица 13

Структура комбинированных материалов

Наименование показателей	Упаковка для быстрой реализации продукта	Асептическая упаковка и для длительного хранения
Внешнее парафиновое покрытие, г/м <sup>2</sup>	11—16	11—16
Бумага-основа, г/м <sup>2</sup> (в зависимости от емкости пакета)	150—170	135—150
Полиэтиленовое покрытие, г/м <sup>2</sup>	47—57	15—20
Алюминиевая фольга, мкм	Нет	9—14
Полиэтиленовое покрытие, г/м <sup>2</sup>	Нет	47—57
Общая масса материала, г/м <sup>2</sup>	220—240	230—250
Адгезия полиэтилена к бумаге, баллы	Не более 2	

Готовый комбинированный материал разрезается далее на бобины и в таком виде поставляется потребителям.

Пакеты для молока или других молочных продуктов емкостью 0,5 и 0,25 л изготавливаются из бумажной ленты шириной соответственно 287 и 233 мм.

Пакеты тетраэдральной формы на отечественных автоматах марки АП-1Н изготавливаются таким образом, чтобы в контакте с молоком находилась сторона бумаги, покрытая полиэтиленом. Полиэтилен препятствует проникновению молока внутрь стенки пакета. Парафиновое покрытие с наружной стороны предохраняет пакет от внешних воздействий, придает ему некоторую теплоизоляцию и жесткость.

**Бумага для упаковки сыпучих пищевых продуктов и медицинских препаратов.** Бумага с полиэтиленовым покрытием широко применяется для упаковки сыпучих и замороженных пищевых продуктов: пищевых концентратов первых, вторых и третьих блюд, продуктов детского питания, мороженого, порошкообразных молочных продуктов и др. Она защищает продукты от воздействия внешних условий и одновременно придает упа-

ковке декоративные свойства, так как непокрытая сторона бумаги может быть оформлена красочной этикеткой. Следовательно, бумага-основа должна иметь хороший внешний вид, необходимые печатные свойства и вместе с тем образовывать прочное сцепление с полиэтиленовым покрытием.

Прочность бумаги должна быть достаточной для сохранения упаковки в условиях эксплуатации, а также для безобрывной переработки на экструдерно-ламинаторных агрегатах и упаковочных автоматах. Бумага должна обеспечивать достаточную каркасность пакетов. Масса  $1 \text{ м}^2$  бумаги определяется типом и размером упаковок. Колебания массы  $1 \text{ м}^2$  и влажности по ширине рулона должны быть минимальными, оптимальная влажность 5,0—6,5% [62, с. 4].

Бумага для пищевых концентратов. Упаковка сыпучих пищевых концентратов производится на автоматических линиях «Акма» и КМХ-75, на которых формируются прямоугольные пакеты размером преимущественно  $160 \times 120 \text{ мм}$ . Сварка швов пакетов производится при температуре 150—170° С.

Для упаковки используется бумага со следующими свойствами:

#### Бумага-основа

Масса, $1 \text{ м}^2$ , г . . . . .	68±2
Разрывное усилие (в машинном направлении), кгс . . . . .	≥3,5
Проклейка, мм . . . . .	≥1,25
Зольность, % . . . . .	≥7,0
Гладкость, с . . . . .	50—100

Относительное удлинение при разрыве (в машинном направлении), % . . . . .	1,2
Белизна, % . . . . .	≥80

#### Бумага с покрытием

Масса полиэтиленового покрытия, $г/м^2$ . . . . .	25—30
Водонепроницаемость по гидростатическому методу ( $\Delta H=500 \text{ мм вод. ст.}$ ), ч . . . . .	≥6,0

Паропроницаемость при 20° С и $\phi_{отн}=98\%$ , $г/м^2$ за 24 ч . . . . .	≤6,0
Адгезия полиэтиленового покрытия, баллы . . . . .	≥2

Бумага-основа изготавливается из белой целлюлозы (хвойной и лиственной) по технологии, близкой к технологии писчей бумаги. Композиция бумаги по волокну: 50—100% белой хвойной целлюлозы и 50—0% белой целлюлозы из лиственных пород древесины.

Во избежание скручивания бумаги после покрытия ее полиэтиленом разлом хвойной целлюлозы производится до невысокой степени помола — 35—36° ШР. Разлом лиственной целлюлозы желательно производить на аппаратах с малым режущим действием для сохранения длины волокна. Для улучшения печатных свойств бумаги в ее композицию вводится каолин в количестве 10—15% от волокна. Проклейка бумаги осуществля-

ется каннфольным клеем. Процессы наполнения и проклейки бумаги описаны в работе [87, с. 225—250 и с. 146—195]. Бумага изготавливается на длинносеточных бумагоделательных машинах и подвергается суперкаландрированию до гладкости 50—100 с. Полиэтиленовое покрытие на бумагу наносится на плоскощелевом экструдерно-ламинаторном агрегате по описанной выше технологии, по режиму первого предприятия (см. табл. 12).

По аналогичной технологии изготавливается разработанная ВНИИБ бумага для герметичной паро-, водонепроницаемой упаковки таблетированных медицинских препаратов на автоматах «Аут» [63, с. 17]. Этот вид бумаги применяется для упаковки совместно с материалом целлофан-полиэтилен, при этом упаковочные материалы располагаются таким образом, что после упаковки таблетированные препараты находятся в герметичных полиэтиленовых ячейках. По техническим свойствам бумага сходна с бумагой для упаковки пищевых концентратов, однако масса основы понижается до 60 г/м<sup>2</sup>, чтобы облегчить термическую герметизацию ячеек с таблетками в процессе упаковки. При необходимости бумага может выпускаться цветной.

Бумага для упаковки мороженого. Материал для упаковки порционного мороженого должен быть достаточно влагонепроницаем и устойчив при длительном (3—6 месяцев) хранении в условиях низких температур (от —23 до —25°С).

Положительную оценку получила разработанная ВНИИБ бумага с полиэтиленовым покрытием [64, с. 140].

Свойства бумаги для упаковки мороженого приведены ниже:

Бумага-основа	Бумага с покрытием
Масса 1 м <sup>2</sup> , г . . . . . 40 ± 2	Масса 1 м <sup>2</sup> покрытия, г . . . 25—30
Толщина, мкм . . . . . 60 ± 2	Водонепроницаемость по гидростатическому методу (H = 500 мм вод. ст.), ч . . . . . ≥ 6,0
Разрывное усилие, кгс:	Паропроницаемость при 20°С и Ф <sub>отв</sub> = 98%, за 24 ч, г/м <sup>2</sup> . . . ≤ 6,0
в машинном направлении ≥ 2,0	Адгезия полиэтиленового покрытия, баллы . . . . . ≤ 2,0
в поперечном направлении ≥ 1,5	
Гладкость лощеной стороны, с ≥ 100	
Проклейка, мм . . . . . ≥ 1,0	
Зольность, % . . . . . ≥ 3,0	

Бумага изготавливается из беленой сульфитной или сульфатной хвойной целлюлозы. Схема подготовки массы на одном из предприятий приводится на рис. 11.

По этой схеме суспензия сульфитной беленой целлюлозы концентрацией 2,5—3,0% с целлюлозного завода поступает в бассейн неразмолотой целлюлозы 1. Показатели качества целлюлозы следующие:

Разрывная длина, м . . . 5500—6000	Белизна, % . . . . . 86—88
Излом (число двойных перегибов) . . . . . 500—700	Содержание смол и жиров, % . . . . . 0,9—1,0

В этот бассейн подается канифольно-парафиновый клей в количестве 2,0—2,5% от волокна с содержанием канифоли 25—27 г/л и оптически отбеливающий краситель в количестве 0,10—0,15%. Из приемного бассейна через регулятор концентрации масса концентрацией 2,5—3,0% поступает на первую ступень размола в конической мельнице МКН-04 2, затем на вторую ступень размола в двух конических мельницах типа «Файбермастер» 3. Степень помола массы повышается до 25—27° ШР. Размолотая целлюлоза подается в машинный бассейн 4, куда дозируются также размолотый брак и глинозем. Из машинного бассейна масса через регулятор концентрации подается на домальвающую гидратирующую мельницу 5, после которой степень помола массы повышается до 30—35° ШР. Затем масса посту-

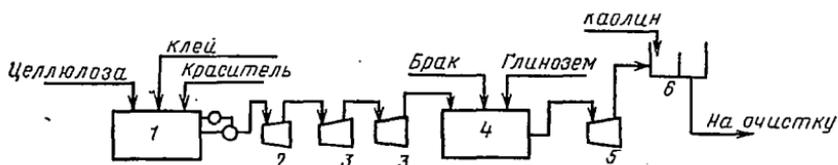


Рис. 11. Схема подготовки бумажной массы:

1 — бассейн неразмолотой целлюлозы; 2 — коническая мельница МКН-04; 3 — коническая мельница «Файбермастер»; 4 — машинный бассейн; 5 — домальвающая коническая мельница; 6 — бак постоянного напора

пает в бак постоянного напора 6, куда подается также суспензия каолина в количестве 5—6% от волокна. Очистка массы производится на центрифугах Берда.

Бумага вырабатывается на самосъемочной бумагоделательной машине шириной 4200 мм по следующему режиму:

Скорость машины, м/мин . . . . .	190—200
Концентрация массы в напорном ящике, % . . . . .	0,32—0,40
Степень помола в напорном ящике, °ШР . . . . .	35—40
Вакуум в камерах отсасывающего гауч-вала, мм рт. ст:	
в первой . . . . .	40
во второй . . . . .	60
Сухость бумажного полотна, %:	
после гауч-вала . . . . .	18—20
после пресса . . . . .	20—25
после прижимных отсасывающих валов . . . . .	40—45
Температура поверхности сушильного цилиндра, °С . . . . .	90—120
Давление пара в сушильном цилиндре, кс/см <sup>2</sup> . . . . .	8,79

Сухой бумажный брак разбивается в дезинтеграторе, расположенном под сушильным цилиндром. Разбавление массы ведется оборотной водой. После дезинтегратора масса через регулятор концентрации поступает в бассейн брака, куда подается

также бумажный брак из гауч-мешалки через сгуститель. Из бассейна брак концентрацией 2—2,5% поступает на мельницу «Стокмастер», где разрабатывается до степени помола 28—36° ШР и подается в машинный бассейн.

Технологический режим покрытия бумаги полиэтиленом приведен на стр. 46 (см. режим для первого предприятия).

Бумага для расфасовки соли. Расфасовка соли производится в пакеты размером 40×60 мм на автоматах ИРВТ-4. Для этого вида упаковки может быть использована тонкая бумага, свойства которой приведены ниже:

#### Бумага-основа

Масса 1 м <sup>2</sup> , г . . . . .	30 ± 2
Разрывное усилие, кгс:	
в машинном направлении . . . . .	≥ 2,0
в поперечном направлении . . . . .	≥ 1,2
Относительное удлинение при разрыве, %:	
в машинном направлении . . . . .	≥ 1,0
в поперечном направлении . . . . .	≥ 2,0
Гладкость, с . . . . .	50—100
Проклейка, мм . . . . .	≥ 1,0
Зольность, % . . . . .	≥ 3,0

#### Бумага с покрытием

Масса 1 м <sup>2</sup> покрытия, г . . . . .	20—25
Воздухопроницаемость по дензометру, мл . . . . .	≤ 0,7
Водонепроницаемость по гидростатическому методу при H=500 мм вод. ст., ч . . . . .	≥ 6
Паропроницаемость при 20° С и относительной влажности 98% за 24 ч, г/м <sup>2</sup> . . . . .	≤ 9,0
Адгезия полиэтиленового покрытия, баллы . . . . .	≤ 2,0

Бумага-основа (30 г/м<sup>2</sup>) изготавливается из сульфитной или сульфатной беленой целлюлозы хвойных пород. Степень помола массы 40—42° ШР. Наполнитель в бумагу или не вводится, или добавляется в незначительном количестве (3—4% от абс. сухого волокна). С целью уменьшения светопрозрачности бумаги желательно применять наполнители (например, двуокись титана), коэффициент преломления света которых отличается от этого показателя целлюлозы. Технология канифольной проклейки бумаги обычная.

Для улучшения внешнего вида бумагу подвергают машинному каландрированию или суперкаландрированию до гладкости 50—100 с.

Технологический режим покрытия бумаги полиэтиленом приведен в табл. 12 (см. режим для первого предприятия).

**Другие виды бумаги с полиэтиленовым покрытием.** Часто покрывают полиэтиленом такие виды бумаги, как подпергамент, пергамент, основу для парафинирования, коробочную бумагу и др. В зависимости от назначения бумаги толщина полиэтиленового покрытия может изменяться от 10 до 60 мкм. Пергамент

с полиэтиленовым покрытием обладает высокой жиростойкостью и хорошей паронепроницаемостью [63, с. 18]. Герметично упакованные в этот материал пищевые концентраты с содержанием жиров до 15% сохраняют свои свойства длительное время. Коробочная бумага с полиэтиленовым покрытием может использоваться для упаковки замороженных продуктов. Пакеты из различных видов бумаги с полиэтиленовым покрытием пригодны для упаковки быстрозамороженных продуктов, выпуск которых постоянно возрастает. Такие пакеты предохраняют продукт от обезвоживания, окисления и от действия атмосферной влаги.

### *Бумага с полипропиленовым покрытием*

Полипропилен можно перерабатывать на любой машине, предназначенной для экструзии полиэтилена. При переработке полипропилена большое значение имеет точность регулирования температуры. Было установлено, что при нагревании расплава полипропилена до 329—343° С получается покрытие, обладающее высокой адгезией, но низкого качества (с пузырями). Т. Крессер рекомендует в связи с этим наносить полипропиленовое покрытие экструдерно-ламинаторным методом при температуре 302—315° С [65, с. 51], что обеспечивает хорошую адгезию полимера к подложке и высокое качество покрытия. Рекомендуется также применять удлиненные формующие губки мундштука, так как это приводит к уменьшению расстояния между формующей фильерой мундштука и линией контакта пленки с бумагой-основой.

Так как в процессе экструзионных покрытий склонность полипропилена к окислению довольно велика, рекомендуется применять следующие меры: удалять воздух из гранулированного полипропилена с помощью инертного газа; изготавливать все детали экструдера из высококачественной инструментальной стали; хромировать все поверхности, соприкасающиеся с перерабатываемым полипропиленом.

Получен специальный вид полипропилена, пригодного для нанесения покрытий на бумагу с помощью стандартного экструзионного оборудования [5, с. 145]. Материал представляет собой смесь низкомолекулярных смол с индексом расплава 25—90 г/10 мин (при 230° С). Новый вид полипропилена удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к упаковочным материалам для пищевых продуктов. Он обладает необходимыми влаго- и жиронепроницаемостью, устойчивостью к истиранию, имеет хороший внешний вид, его можно склеивать термическим способом. При испытании масло- и жиронепроницаемости бумаги с покрытием толщиной 0,0191—0,0254 мм (бумага была подвергнута воздействию масел в течение 8 недель при температуре 23° С) были получены хорошие результаты.

Полипропиленовое покрытие бумаги превосходит покрытие из полиэтилена низкой плотности по теплостойкости, жиростойкости, непроницаемости для газов и водяных паров. Высокая термостойкость полипропилена позволяет применять его для изготовления стерильной упаковки. Полипропиленовое покрытие уступает полиэтиленовому по морозостойкости и устойчивости к старению [65, с. 216].

*Бумага с покрытием расплавами восков,  
модифицированных сополимерами этилена*

Для покрытия бумаги широко применяются расплавы смеси микрокристаллического воска и сополимеров этилена с винилацетатом. Оптимальное содержание винилацетата в сополимере составляет 28—30%. Используются также сополимеры этилена с изобутилакрилатом и этилакрилатом. Эти покрытия способны свариваться при температуре 97—100°С, в то время как для сварки покрытия из полиэтилена низкой плотности необходима температура не ниже 125°С. При более низкой температуре склейки можно повысить скорость упаковочных автоматов. Рассматриваемые покрытия непроницаемы для водяного пара, эластичны, гибки, обладают повышенной способностью к глянцеванию.

Расплавы микрокристаллического воска ранее наносились на бумагу преимущественно валиковым способом (по типу парафинирующих машин). Однако наиболее высокие защитные свойства достигаются при повышенном содержании сополимеров этилена в смеси, что приводит к повышению вязкости смеси и ограничивает возможности нанесения ее валиковым способом. Был предложен экструзионный метод нанесения этих расплавов на бумагу [68, с. 30]. Для этого смеси должны быть термопластичными материалами с достаточной вязкостью, обладать хорошей прочностью и должны находиться в физической форме, пригодной для загрузки в экструдер, предпочтительно в виде гранул. Практическое применение при экструзионном способе нанесения покрытия нашли смеси с вязкостью 5000—30 000 *спз* (при 167°С)..

Экструзионное покрытие бумаги смесями микровосков с сополимерами этилена может осуществляться на обычном оборудовании, применяемом для покрытия бумаги полиэтиленом (см. рис. 2). Техника экструзионного покрытия также сходна, за исключением температуры. Полиэтилен низкой плотности экструдировается при температуре 280—330°С, а смеси микровосков с сополимерами этилена с винилацетатом — при 110—160°С. Оптимальные рабочие температуры зависят от используемого состава. Температура расплава при покрытии определяется вязкостью смеси. Так, при вязкости смеси 25 000—85 000 *спз* необходима температура 176—187°С, при вязкости 10 000—15 000

спз 126—143°С, а при вязкости меньше 10 000 спз 87—121°С.

Для повышения адгезии желательна обработка материала на горячем цилиндре. Однако при этом могут возникнуть затруднения, вызванные адгезией покрытия к прижимному валу.

При переходе с полиэтиленового покрытия на покрытие микровосковыми составами остаток полиэтилена в экструдере должен быть удален. Типовой технологический режим работы экструдерно-ламинаторного агрегата марки «Еgap» при покрытии бумаги смесью микровоска с сополимерами этилена типа РРДХ-106 приводится ниже [68, с. 34]:

Температура в зонах цилиндра экструдера, °С:	
I . . . . .	135
II . . . . .	135
III . . . . .	140
IV . . . . .	135
Температура в мундштуке экструдера, °С . . . . .	155
Температура нагревательного цилиндра, °С . . . . .	165—170
Температура охлаждающего цилиндра, °С . . . . .	45—50
Производительность, кг/ч (при 139°С) . . . . .	125

Бумага, покрытая смесью микровосков с сополимерами этилена, используется для упаковки замороженных продуктов, кондитерских изделий, бекона и др. [69, с. 45].

### *Бумага с соэкструдированным покрытием*

В последние годы широкое распространение получили соэкструдированные покрытия, наносимые на бумагу, картон, алюминиевую фольгу [39, с. 1842].

Полимерные материалы — полиэтилен, полипропилен, сополимеры винилиденхлорида (саран), составы на основе сополимеров этилена расплавляют в разных экструдерах и после формования из них пленок наносят их поочередно или в виде двух- или трехслойного покрытия на основу. Возможно также нанесение соэкструдированных покрытий с помощью многоканального мундштука. В этом случае расплавленные полимеры по отдельным каналам поступают в мундштук и соединяются перед щелевой фильерой [42, с. 37].

Способ соэкструзии позволяет расширить ассортимент термопластичных полимеров для нанесения на бумагу и позволяет сообщить ей новые защитные свойства, определяемые совокупностью свойств полимеров. Полиэтилен дает возможность склеивать материал при нагревании, полипропилен прозрачен, жиронепроницаем и термостоек; саран жиро-, газонепроницаем; сополимер этиленвинилацетата обеспечивает способность покрытия склеиваться при невысоких температурах.

Количество того или иного полимера в соэкструдированном покрытии определяется требованиями, предъявляемыми к комбинированным материалам: величиной паро-, водо-, газонепроницаемости, жиростойкости, светонепроницаемости и т. д. Одно-

родность соэкструдированного покрытия при формовании его с помощью многоканального мундштука зависит от индекса расплава полимеров. Например, при использовании полипропилена с индексом расплава 8 наилучшая однородность была получена при комбинировании с полиэтиленом с индексом расплава 12 (табл. 14) [42, с. 35].

Таблица 14

Состав комбинированных покрытий

Полиэтилен (ПЭ)		Полипропилен (ПП)	Соотношение слоев ПЭ : ПП : ПЭ, %	Температура расплава слоев, °С	Однородность среднего слоя, %
индекс расплава, г/10 мин	плотность, г/см <sup>3</sup>	индекс расплава, г/10 мин			
3	0,922	8	25 : 50 : 25	315; 305; 315	15—71
6	0,917	8	25 : 50 : 25	315; 305; 315	19—55
12	0,915	8	25 : 50 : 25	315; 310; 315	45—55

Таблица 15

Характеристика двухслойных покрытий

Соотношение слоев, %	Полимеры	Температура расплава слоев, °С	Скорость нанесения покрытия, м/мин	Масса покрытия, г/м <sup>2</sup>
50 : 50	Этиленвинилацетат . . . . .	243	77	21
50 : 50	Полиэтилен . . . . .	300	107	21
	Полипропилен . . . . .	260		
50 : 50	Полиэтилен . . . . .	287	77	21
	Полиэтилен высокого давления	282		
	Полиэтилен низкого давления	260		

Температура расплава может быть различной в каждом экструдере, что позволяет учитывать особенности переработки полимеров. Материалы, экструдированные при значительной разнице температур (от 22 до 57°С), могут быть комбинированы при сохранении одинаковой толщины покрытия (табл. 15).

## Технология бумаги с покрытиями из дисперсий и растворов полимеров

### Технология покрытия

Процесс нанесения полимерного покрытия на бумагу из водных дисперсий отличается сравнительной простотой оборудования, легкостью регулирования толщины слоя и состава покрытия, взрывобезопасен и нетоксичен. Он состоит из следующих

последовательных операций: нанесения покровной массы на бумагу-основу; выравнивания толщины слоя покрытия; сушки покрытия.

Из водных дисперсий полимеров, как правило, наносят двух- или трехслойные покрытия. Многослойные покрытия необходимы для придания бумаге определенных свойств, устранения неровностей бумаги-основы, обусловленных отдельными выступающими над полотном волокнами; эти неровности могли бы служить каналами для диффузии газов, жиров и ароматических веществ.

Для получения на бумаге пленки из водной дисперсии полимеров, близкой по структуре к пленке из расплава или раствора, необходимо строго соблюдать технологический режим нанесения покрытия и выбирать соответствующую основу.

**Нанесение покрытия при помощи валиков.** Нанесение покрытий при помощи системы валиков — наиболее распространенный способ. Количество валиков в системе может изменяться от одного до четырех (рис. 12), при этом каждый валик выполняет определенные функции, т. е. является подающим, наносящим, дозирующим, прижимным или направляющим. Си-

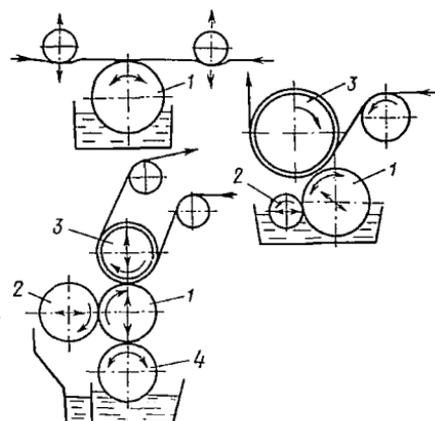


Рис. 12. Схемы нанесения покрытий при помощи валиков:

1 — наносящий валик; 2 — дозирующий валик; 3 — прижимной валик; 4 — купающий валик

стема валиков позволяет применять покровные составы с различной вязкостью (от единиц до сотен сантипуаз) и изменять толщину покрытия в широком диапазоне. Валиковый способ используется для получения многослойных покрытий, в том числе комбинированных покрытий, если машина оснащена несколькими узлами для их нанесения. При простейшей схеме нанесе-



Рис. 13. Зависимость массы покрытия и коэффициента переноса от скорости вращения валика

стема валиков позволяет применять покровные составы с различной вязкостью (от единиц до сотен сантипуаз) и изменять толщину покрытия в широком диапазоне. Валиковый способ используется для получения многослойных покрытий, в том числе комбинированных покрытий, если машина оснащена несколькими узлами для их нанесения. При простейшей схеме нанесе-

ния покрытия с помощью валиков коэффициент его переноса (рис. 13)

$$U = a/b,$$

где  $a$  — количество перенесенного на бумагу покрытия,  $g$ ;  
 $b$  — часть покрытия, оставшаяся на валике,  $g$ ; она уменьшается с увеличением числа оборотов вносящего валика. Масса покрытия ( $g/m^2$ ) при этом также уменьшается.

Если для нанесения покрытия используется пара валиков, то возможны следующие два случая.

1. При вращении валиков в одном направлении (рис. 14, а) перед входом в зазор между ними в большинстве случаев происходит утолщение слоя покрытия, покровная масса медленно отходит назад, и между движущимся назад утолщением массы и поднимаемой валиком дисперсией возникают срезающие усилия. При выходе из зазора между валами в такой системе наблюдается тенденция к образованию пустот и тяжелей, что приводит к неравномерности распределения покровной массы при нанесении на бумагу.

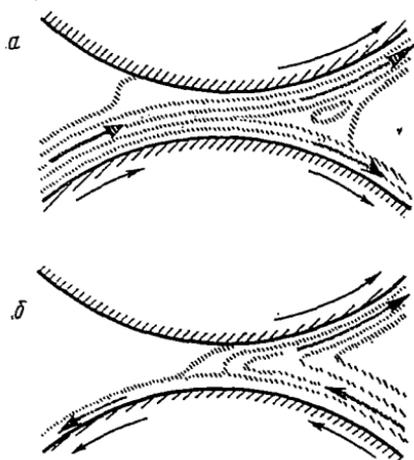


Рис. 14. Схема потока покровной массы в зазоре между валиками при их вращении:

а — в одном направлении; б — в противоположных направлениях

2. При вращении валиков в противоположных направлениях (рис. 14, б) материал наносится более равномерно, так как между валами не образуются нити, которые обуславливают ориентацию покровного материала.

Поэтому предпочтение отдается системе валиков с противоположным вращением.

**Нанесение покрытия при помощи шабера.** Покровная масса в избыточном количестве подается непосредственно на движущееся полотно перед прочно закрепленным шаберным устройством (рис. 15). Толщина покрытия регулируется изменением положения шабера, т. е. его расстояния от полотна бумаги и угла наклона. Этот способ применяется в основном для пастообразных покровных составов.

**Нанесение покрытий при помощи фильеры.** Этот метод применяется в основном для нанесения более толстых однослойных покрытий не только на бумажное полотно, но и на листовые материалы и изделия. При этом методе используются покровные массы средней вязкости, и наносятся они способом полива или распыления в зависимости от конструкции фильеры (рис. 16, 17).

Покрытие наносится при невысоких скоростях, так как при скорости выше 100 м/мин трудно получить равномерный покровный слой.

**Способы выравнивания покрытия.** Равномерность — важнейшее свойство покрытий. Бумага с неравномерным покрытием склонна к образованию складок и вызывает затруднения при сушке.

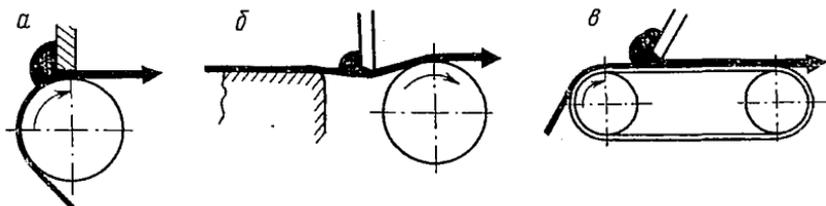


Рис. 15. Нанесение покрытия при помощи шабера:  
а — ножевого; б — воздушного; в — с резиновым полотном

При выравнивании толщины нанесенного слоя как в продольном, так и в поперечном направлении значительную роль играет взаимодействие между бумагой-основой и покровной массой.

Для оценки покровной массы большое значение имеют

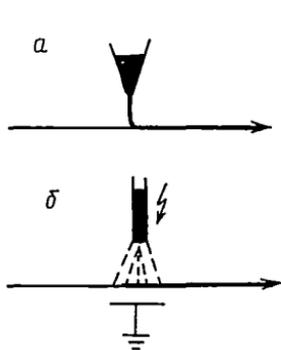


Рис. 16. Нанесение покрытия при помощи фильеры:  
а — способом полива; б — способом распыления

а — способом полива; б — способом распыления

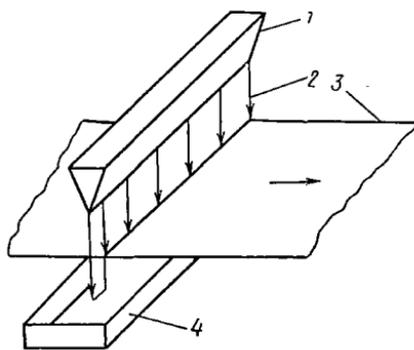


Рис. 17. Схема нанесения покрытия при помощи фильеры способом полива:

1 — поливная головка; 2 — струя покровной массы; 3 — бумага-основа; 4 — ванна

вязкость, поверхностное натяжение и смачивающая способность по отношению к бумаге и выравнивающим устройствам.

Если покровная масса дозируется валиковым прессом, то неравномерное покрытие получается в результате расщепления слоя покровной массы при выходе ее из зазора между валиками, действия центробежных и других деформирующих сил.

Причиной образования полос и других дефектов покрытия может быть также недостаточная равномерность бумаги-основы.

Если способность бумаги к смачиванию по ширине полотна разная, то будет различно и количество покровной массы, воспринятой бумагой. Смачиваемость бумажного полотна зависит от гладкости, влажности и проклейки. Если бумага имеет шероховатую поверхность, то смачивание ее покровной массой замедляется вследствие недостаточного контакта.

При нанесении покрытия при помощи воздушного шабера (рис. 18) он выполняет одновременно функции дозирующего и выравнивающего устройства. Большое значение имеет профиль воздушной струи (щетка или нож), выходящей из щелевой фильеры. Равномерный поток воздуха существует

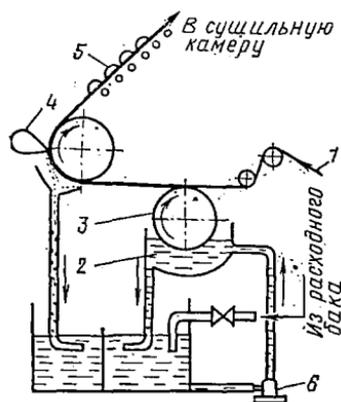


Рис. 18. Схема нанесения покрытия при помощи валика и воздушного шабера:

1 — бумажное полотно; 2 — ванна; 3 — наносящий валик; 4 — воздушный шабер; 5 — инфракрасный излучатель; 6 — насос

только непосредственно за выходным отверстием, поэтому иногда расстояние между бумажным полотном и воздушным шабером составляет всего 3 мм. Однако при этом возрастает опасность закупоривания фильеры, особенно из-за действия центробежного ускорения, возникающего при огибании бумажным полотном вала.

Воздушные щетки работают под давлением 0,25—0,35 кгс/см<sup>2</sup>, воздух подается перпендикулярно поверхности полотна. Образующаяся воздушная подушка обеспечивает хорошее распределение покровной массы в поперечном направлении.

Воздушный нож работает при более высоком давлении, около 1 кгс/см<sup>2</sup>. Струя воздуха подается под углом (до 60°) к касательной полотна. Воздушный нож отделяет избыток покровной массы в виде распыленной струи и тем самым обеспечивает хорошее распределение покрытия в продольном направлении.

Особого внимания заслуживает высушивающий эффект воздушного шабера, так как в него подается подогретый воздух.

При нанесении покрытия при помощи ножевого шабера он служит для дозировки покровной массы и ее выравнивания. Существует несколько схем нанесения покрытия с применением ножевых шаберов (рис. 19).

Шабер фирмы «Rice—Barton—Eck» одновременно выравнивает и уплотняет покровную массу (рис. 19, а). Подача покровной массы под давлением в конструкции, предложенной фирмой «Black-Clowson», создает условия для хорошего смачивания бумаги (рис. 19, б). В конструкции фирмы «Belloit» (рис. 19, в) процессы нанесения покрытия и его выравнивания разделены.

Еще до выравнивания покрытия начинается сушка, поэтому в данном случае используется покровная масса более низкой концентрации, чем в предыдущих.

Вращающийся шабер используется для выравнивания текучих покровных масс. Он представляет собой ряд последова-

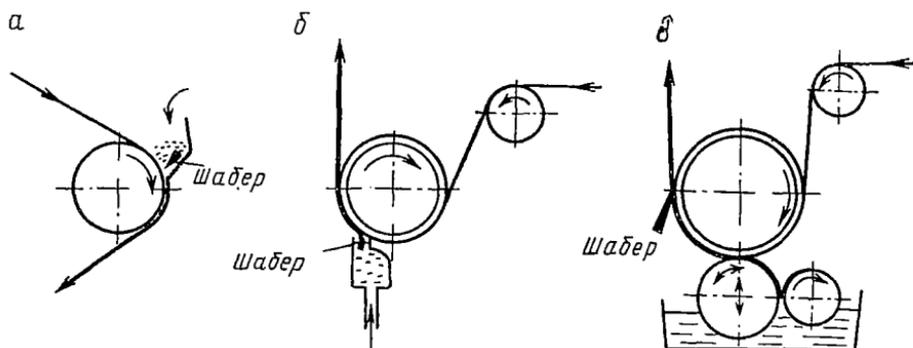


Рис. 19. Схемы нанесения покрытия с применением ножевых шаберов: а — фирмы «Rice—Barton—Eck»; б — фирмы «Black—Clowson»; в — фирмы «Belloit»

тельно расположенных валиков небольшого диаметра, которые вращаются с большой скоростью.

Проволочный шабер (рис. 20) используется для выравнивания текучих покровных масс и представляет собой метал-

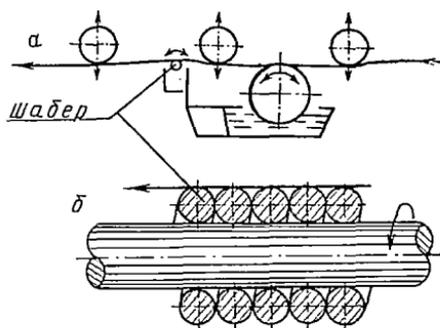


Рис. 20. Схема нанесения покрытия с применением проволочного шабера: а — схема установки; б — проволочный шабер (ракель Мейера)

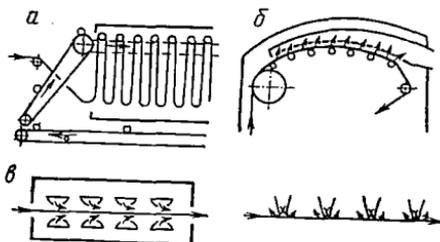


Рис. 21. Устройства для воздушной сушки покрытия:

а — фестонная сушилка; б — канальная сушилка с изогнутым транспортером; в — сушилка с воздушной подушкой; г — сушилка эжекторная

лический стержень с плотно намотанной стальной проволокой. От диаметра проволоки зависят степень выравнивания и толщина покровного слоя.

**Сушка покрытий.** В процессе сушки происходит удаление из покрытия воды и фиксация его на бумаге-основе. Проникновение влаги в бумагу нежелательно, так как для удаления ее из бумаги

потребуется значительно больше энергии, чем для испарения воды из покровного слоя, нанесенного на водонепроницаемую подложку.

Для сушки покрытий в основном используются генераторы инфракрасных лучей и сушилки с горячим воздухом. Для интенсификации сушки на первой стадии используются генераторы инфракрасных лучей. Дальнейшая сушка покрытия производится горячим воздухом или с помощью генераторов тепловой энергии.

Сушка горячим воздухом может производиться в сушилках фестонных, канальных с транспортером, с воздушной подушкой и при помощи эжекторов (рис. 21).

Фестонные сушилки используются в тех случаях, когда требуется невысокая температура сушки, а покрытие наносится только на одну сторону.

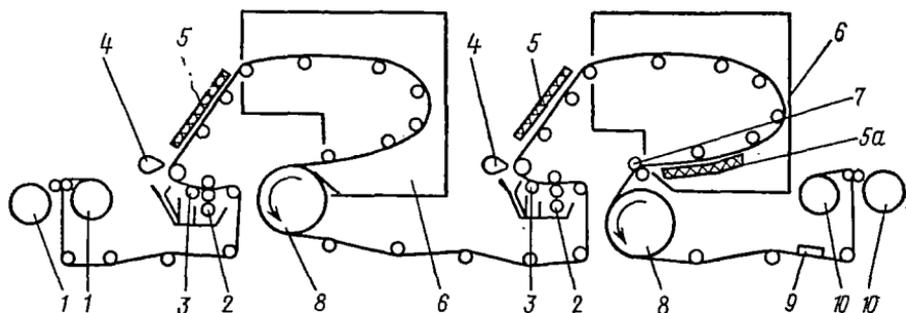


Рис. 22. Схема машины для нанесения двухслойных покрытий на бумагу из водных дисперсий полимеров:

1 — раскат; 2 — устройство, наносящее покрытие; 3 — проволочный шабер (ракель Мейера); 4 — воздушный шабер; 5, 5а — инфракрасные обогреватели; 6 — камера сушки; 7 — пресс; 8 — холодильный цилиндр; 9 — устройство для обрезки кромок; 10 — накат

В канальной сушилке с изогнутым транспортером непокрытая сторона полотна поддерживается роликами, а сторона с покрытием подвергается аэрации. Так как покрытие быстрее подвергается усадке, чем бумага, то для устранения ее деформации применяется изогнутый транспортер.

Сушка на воздушной подушке применяется при двустороннем нанесении покрытия. Для увеличения теплопередачи к воздуху, поступающему из форсунок, добавляют перегретый водяной пар.

Эжекторы применяются для удаления водяных паров, находящихся над бумажным полотном.

На фабриках, выпускающих упаковочные бумаги с покрытием из водных дисперсий полимеров, устанавливаются 1—4-секционные машины, снабженные воздушными шаберами, зонами предварительного подогрева инфракрасными лучами, зонами размягчения покрытия, а также прессами и холодильным цилиндром.

Схема двухсекционной установки для нанесения покрытий на бумагу из водных дисперсий полимеров приведена на рис. 22.

Бумага с раската 1 через систему бумаговедущих и направляющих валов поступает в устройство 2 для нанесения покрытия, которое состоит из системы валиков. Далее покрытие выравнивается проволочным 3 и воздушным 4 шаберами, и бумага поступает в зону сушки. Сначала покрытие в течение 1—2 сек прогревается до 150—170°С инфракрасными лучами, а потом подвергается конвекционной сушке горячим воздухом при 100—110°С.

Обычно наносят два или три слоя покрытия, при этом промежуточные слои покрытия не досушивают. Это необходимо для лучшей аутогезии слоев.

Для придания гомогенности, а также удаления паров воды и газов покрытие подвергается термической обработке, в данном случае на второй секции инфракрасных излучателей 5а при температуре, близкой к температуре плавления полимера. Бумажное полотно с размягченным полимерным покрытием поступает в пресс 7, а потом на полированный холодильный цилиндр 8, где покрытие быстро охлаждается и завершается формирование пленки. Размягчение и быстрое охлаждение покрытия способствует повышению его эластичности и гомогенности.

Для нанесения покрытия на бумагу из растворов полимеров в органических растворителях используют аналогичное оборудование, но во взрывобезопасном исполнении и без инфракрасных излучателей. В качестве теплоносителя для подогревания воздуха применяют либо высококипящее масло, либо перегретый пар. Кроме того, необходимы специальные установки для регенерации растворителя. При работе с растворителями не рекомендуется применять воздушный шабер.

### *Процесс формования покрытия из водных дисперсий полимеров*

Процесс пленкообразования из водных дисперсий полимеров состоит из нескольких последовательных этапов [70, с. 215].

После того как дисперсия нанесена на бумагу и избыток ее удален при помощи воздушного шабера, начинается процесс пленкообразования. При удалении части воды сухой сферические частицы полимера сближаются и дальнейшее удаление воды из покрытия затрудняется из-за поверхностного натяжения полимера. Однако температура стеклования полимера ниже температуры пленкообразования (все полимеры, образующие непрерывные пленки из дисперсий, имеют температуру стеклования ниже температуры пленкообразования), поэтому поверхностное натяжение воды превосходит сопротивление деформации глобул полимера, и остаток воды при удалении деформирует глобулы полимера в многогранники, которые заполняют места,

освобожденные водой. Когда вода будет полностью удалена и глобулы полимера сольются, заканчиваются период хаотического размещения глобул и процесс формирования пленки.

На процесс пленкообразования и свойства покрытия большое влияние оказывает сушка. В работе [71, с. 46] приводятся результаты исследований по определению оптимальных условий сушки полимерных покрытий. Была выявлена высокая эффективность использования инфракрасных (ИК) лучей в начальном периоде сушки. Это объясняется тем, что ИК-лучи производят мгновенное прогревание покрытия по всей толщине, благодаря этому активный процесс сушки наступает раньше и удаление влаги начинается с нижних слоев покрытия. Это способствует интенсификации процесса сушки в целом и образованию монолитной пленки.

На последующих стадиях более целесообразно использование конвективной сушки, так как после начала испарения скорость сушки становится примерно одинаковой для ИК и конвективной сушки.

В последней стадии также эффективна ИК сушка, так как она позволяет размягчить покрытие и удалить из него остатки воды и газов. На этом этапе сушки завершается процесс пленкообразования, так как в результате полного обезвоживания системы содержащийся в пленке эмульгатор растворяется в полимере или постепенно уходит с поверхности глобул и накапливается между ними. В результате ухода эмульгатора с поверхности глобул происходит слипание глобул полимера, что необходимо для образования сплошной пленки. Такое слипание происходит, если полимер обладает достаточной аутогезией.

При хорошей аутогезии пленкообразующего вещества, малых количествах эмульгатора и способности эмульгатора растворяться в полимере слипание глобул может пойти так далеко, что пленка будет представлять собой гомогенную систему, т. е. раствор эмульгатора в полимере. Такого рода пленка по существу ничем не отличается от пленок, полученных из растворов высокополимера, она имеет замкнутую структуру II рода, в которой дисперсионной средой является полимер, а дисперсной фазой — эмульгатор [72, с. 47].

Дополнительная радиационная обработка полимерного покрытия инфракрасными лучами в конце сушки, как правило, улучшает растворимость эмульгатора в полимере и повышает аутогезию полимера, что также способствует образованию пленок с замкнутой структурой II рода.

На процесс формирования пленки из водной дисперсии и адгезию ее с бумагой-основой влияют молекулярная масса полимера, форма молекул, способность полимера кристаллизоваться, наличие в нем полярных групп и т. д. Кроме того, дисперсия должна иметь невысокое поверхностное натяжение и рН, близкий к 7.

На качество покрытия и адгезию его к бумаге-основе большое влияние оказывают свойства бумаги. Более высококачественное покрытие при минимальном расходе полимера достигается при использовании проклеенной бумаги с высокой гладкостью и способной хорошо смачиваться дисперсией полимера. Правильно выбранные условия формования пленки: температурный режим и скорость сушки, способ нанесения покрытия способствуют увеличению силы адгезии между субстратом (бумагой-основой) и адгезивом (покрытием). При использовании недостаточно проклеенной бумаги или бумаги с шероховатой поверхностью повышается диффузия дисперсии полимера в глубь бумажного полотна, что способствует улучшению адгезии, но приводит к повышенному расходу полимера.

### *Процесс формования покрытия из раствора полимера в органических растворителях*

Для покрытия бумаги обычно применяют 10—50 %-ные растворы полимера и получают при этом пленки толщиной 5—30 мкм.

Пленка полимера образуется в результате испарения растворителя, когда макромолекулы полимера сближаются настолько, что между ними начинают действовать силы межмолекулярного взаимодействия. Но для придания пленке большей гомогенности и непроницаемости по отношению к газам, парам воды, жирам и т. д. необходимо в состав покрытия вводить сшиватель (отвердитель), либо проводить термообработку при температуре выше температуры размягчения полимера. Пленки полимеров из растворов имеют гомогенную структуру, и свойства их зависят от строения и химического состава элементарных звеньев макромолекул. С увеличением длины цепей линейных молекул улучшаются эластичность и прочностные свойства пленок, уменьшается химическая активность.

Алифатические заместители уменьшают силы межмолекулярного взаимодействия, что ведет к повышению эластичности и морозостойкости покрытия. Полярные заместители снижают эластичность. Эластичность покрытия сшитого полимера, кроме того, зависит от частоты сшивок пленки: очень частые поперечные сшивки повышают хрупкость покрытия. Адгезия с бумагой пленок, сформированных из растворов, зависит от свойств поверхности бумаги, сил когезии пленкообразующего полимера, а также сил взаимодействия между полярными группами целлюлозы и полимера.

### *Бумага, покрытая сополимерами винилиденхлорида*

Бумага, покрытая сополимерами винилиденхлорида, характеризуется низкой проницаемостью водяных паров, газов, ароматических веществ и высокой жиростойкостью. При толщине

покрытия около 30 мкм она легко склеивается термическим способом. Такая бумага предназначена для упаковки пищевых продуктов, содержащих жиры и ароматические вещества, жиров и гигроскопичных продуктов.

В зависимости от назначения, а также типа и размеров упаковки (пакета, коробки, сосуда) в качестве бумаги-основы могут использоваться различные виды бумаги с массой 1 м<sup>2</sup> от 30 до 200 г, вырабатываемые преимущественно из белой целлюлозы, размолотой до средней степени помола. Не рекомендуется применение в композиции бумаги древесной массы [21, с. 61]. Для повышения равномерности бумаги и снижения ее светопрозрачности допускается добавка минеральных наполнителей.

Общими требованиями ко всем видам бумаги-основы для покрытия водной дисперсией сополимеров винилиденхлорида являются:

высокая степень проклейки (желательно не менее 2 мм), чтобы предотвратить проникновение дисперсии внутрь бумажного полотна и улучшить формирование покрытия;

высокая гладкость (не менее 200 с по Бекку) также для лучшего формирования покрытия при минимальных расходах полимера;

равномерность структуры;

достаточная механическая прочность, а для тонкой бумаги и влагопрочность; применение для повышения влагопрочности веществ катионного характера содействует коагуляции частиц дисперсии и, следовательно, предотвращению впитывания дисперсии бумагой;

равномерная по ширине влажность в пределах 6—8%; неравномерная по ширине влажность приводит к полосатости покрытия.

Для уменьшения диффузии дисперсии сополимера винилиденхлорида в бумагу на нее часто наносят на клейльном прессе бумагоделательной машины грунтовочное покрытие (от 0,5 до 5,0 г/м<sup>2</sup>). В качестве грунтовочного покрытия используют композиции на основе водорастворимых эфиров целлюлозы, крахмала, иногда пластифицированные сополимеры винилиденхлорида или водные дисперсии более дешевых полимеров. Кроме придания сомкнутости бумаге-основе, грунтовка иногда улучшает свойства покрытия.

Применение грунтовочного покрытия также имеет экономическое значение, так как позволяет уменьшить расход сополимера [73, с. 59А].

Для покрытия бумаги широкое распространение получили водные дисперсии различных модификаций сополимера винилиденхлорида с хлористым винилом (ВХВД). Это объясняется тем, что пленки ВХВД как из расплава, так и из дисперсии или раствора обладают высокими защитными свойствами, физиоло-

гически безвредны и нетоксичны. Сополимеры с содержанием винилиденхлорида 62—67% образуют эластичные пленки из водной дисперсии без пластификаторов.

Ниже будет описана разработанная ВНИИБ технология приготовления покровного состава и его нанесения на бумагу на основе водной дисперсии сополимера ВХВД-65 (сополимер с содержанием винилиденхлорида 62—67%) [63, с. 28].

Дисперсия ВХВД-65 получается эмульсионным способом с использованием в качестве эмульгатора натриевых солей сульфокислот жирного ряда. Свойства дисперсии описаны выше. Так как синтезированная дисперсия имеет низкую вязкость (8—10 *спз*), недостаточную для получения требуемой толщины покрытия даже при двух-, трехкратном его нанесении, перед использованием вязкость дисперсии повышают с помощью загустителей до 50—60 *спз*. В качестве загустителей используют водорастворимые высокомолекулярные вещества: метил- или оксиметилцеллюлозу, альгинат натрия, натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы, поливиниловый спирт.

Загустители вводятся в дисперсию в виде водных растворов концентрацией 2—8% в количестве 0,1—0,5% (массовых) к сополимеру ВХВД-65.

При использовании в качестве загустителя альгината натрия необходимо учитывать, что жизнеспособность дисперсии ВХВД-65 с введенным альгинатом сохраняется в течение нескольких часов, так как этот загуститель является электролитом и вызывает коагуляцию дисперсии. При использовании в качестве загустителя метил- или оксиметилцеллюлозы, поливинилового спирта жизнеспособность дисперсии сохраняется в течение нескольких суток.

В качестве пеногасителя для дисперсии ВХВД-65 могут быть использованы полиметилсилоксановые жидкости ПМС-200А, ПМС-300, ПМС-400 или водные дисперсии на их основе. Для пеногашения требуется 0,001—0,01% (массовых) пеногасителя к массе сополимера.

Количество пеногасителя зависит от содержания эмульгатора в водной дисперсии.

Иногда для повышения эластичности первого слоя покрытия сополимер пластифицируют низкомолекулярными эфирами себациновой, фталевой, адипиновой и других кислот или эластомерами: полиизобутиленом, полибутилакрилатом, синтетическими каучуками, сополимером этилена с винилацетатом. Количество пластификатора колеблется от 0 до 30%.

Модифицирующие добавки вводят в дисперсию ВХВД-65 постепенно при постоянном перемешивании; после введения всех добавок и тщательного перемешивания в течение 20—30 *мин* готовый состав для покрытия поступает в промежуточную емкость, из которой подается в ванну машины. Схема приготовления покровного состава представлена на рис. 23.

Характеристика водной дисперсии ВХВД-65 с содержанием сухих веществ 40—45% следующая:

Поверхностное натяжение, <i>дин/см</i> . . . . .	30—35
pH . . . . .	6,5—7,0
Вязкость, <i>снз</i> . . . . .	50—60
Размер частиц, $\text{А}$ . . . . .	1000—1500
Температура разложения сополимера, °С, не ниже	150
Механическая устойчивость . . . . .	Устойчива
Температура пленкообразования, °С . . . . .	20
Цвет . . . . .	Молочно-белый

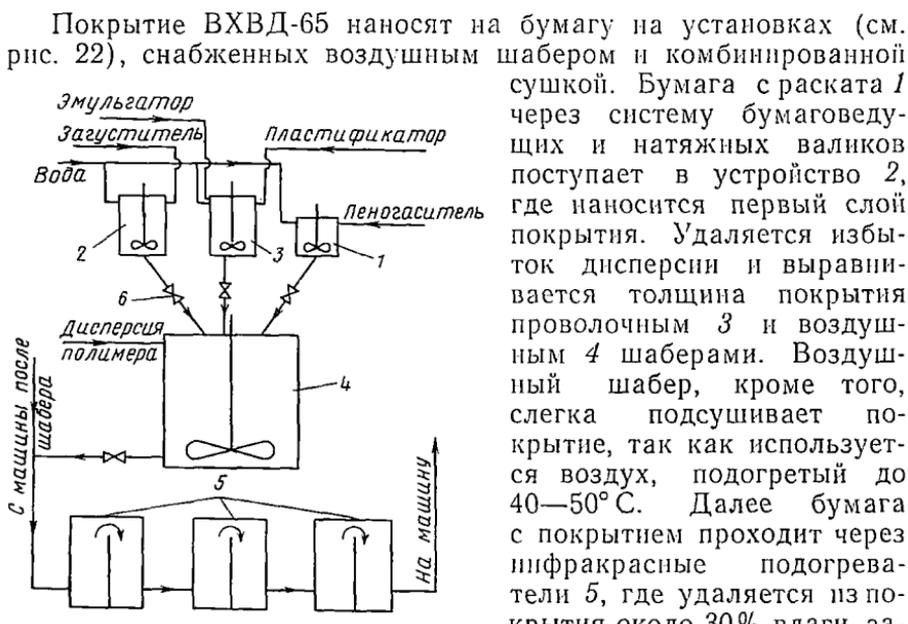


Рис. 23. Схема приготовления покровной массы:

- 1 — бак для приготовления пеногасителя;  
2 — бак для приготовления загустителя;  
3 — бак для приготовления пластификатора; 4 — смеситель; 5 — промежуточные емкости; 6 — дозирующие устройства

рой слой покрытия, после чего бумага проходит те же стадии сушки, но температурный режим регулируется так, чтобы удалить из покрытия по возможности всю влагу.

Для придания гомогенности пленке покрытие размягчают при 170—180°С на инфракрасном обогревателе 5а, а затем пропускают через пресс 7 и холодильный цилиндр 8, где происходит окончательное формирование покрытия.

Перед накатом 10 обрезаются кромки бумаги, так как утолщения покрытия по краям приводят к неравномерности намотки рулона и разрывам полотна в поперечном направлении.

Технологический режим нанесения покрытия ВХВД-65 на бумагу следующий:

Скорость машины, $м/мин$ . . . . .	100
Давление воздуха в воздушном шабере, $кгс/см^2$ . . . . .	0,7
Температура, °С:	
воздуха в воздушном шабере . . . . .	40—50
на инфракрасных излучателях . . . . .	170—180
воздуха в камере сушки для первого слоя . . . . .	80—100
то же, для второго слоя . . . . .	100—120
холодильного цилиндра . . . . .	18—20

В настоящее время существуют установки, позволяющие наносить 3—4 слоя покрытия за один проход полотна. Комбинируя составы покровных масс для каждого слоя, можно придать бумаге любые требуемые свойства.

Скорость на современных воздушношаберных установках для нанесения дисперсных покрытий достигает 600  $м/мин$  при ширине полотна до 3500  $мм$  [74, с. 52].

Свойства бумаги с покрытием ВХВД-65:

Масса покрытия, $г/м^2$ . . . . .	35
В том числе:	
первого слоя . . . . .	20
второго слоя . . . . .	15
Проницаемость водяных паров при 20° С, $φ_{отн} = 98\%$ за 24 ч, $г/м^2$ . . . . .	1,0—1,2
Воздухопроницаемость при 25° С, $10^8 \cdot см^2/(с \cdot кгс/см^2)$ . . . . .	0,52
Жиропроницаемость при 40° С, $ρ_{уд} = 40 г/см^3$ в течение 2 ч (по свиному жиру) . . . . .	Непроницаема
Температура тепловой склейки, °С . . . . .	120—130

Упаковочный материал Plastine представляет собой бумагу или картон с покрытием сополимером винилиденхлорида PVDC. Основа (бумага или картон) выбирается в зависимости от назначения упаковочного материала. Масса 1  $м^2$  основы может изменяться от 40 до 400  $г$ , а покрытия — от 7 до 60  $г$  в зависимости от требуемых защитных свойств. Покрытие натурального цвета или окрашенное обычно наносится с одной стороны материала, но для специальных целей материал может быть покрыт с обеих сторон.

Материал Plastine применяется для упаковки пищевых продуктов, так как покрытие не имеет запаха и не содержит пластификаторов и других компонентов, которые могли бы отрицательно отразиться на свойствах упакованного продукта.

Материал Plastine непроницаем для масел и жиров, газов и многих ароматических веществ. Очень важным свойством материала является его низкая паропроницаемость — 10—0,1  $г/м^2$  за 24 ч в зависимости от относительной влажности воздуха (от 0 до 65%) и толщины покрытия.

При введении наполнителя в основу материал приобретает повышенную светонепроницаемость.

Материал легко сваривается термически как покрытие с покрытием, так и основа с покрытием. Кроме того, он может быть склеен специальными клеями. На покрытие легко наносится печать.

Некоторые сведения о свойствах и назначении материала Plastine приведены в табл. 16.

Таблица 16

Характеристика некоторых видов материала Plastine фирмы «Union Paper Co» (Норвегия)

Вид бумаги-основы	Характеристика покрытия	Назначение
Бумага из сульфатной белой целлюлозы цвета слоновой кости, 60 г/м <sup>2</sup>	Одностороннее покрытие PVDC, 30 г/м <sup>2</sup>	Упаковка супов, жареного картофеля
Бумага из сульфатной белой целлюлозы цвета слоновой кости	Двустороннее покрытие PVDC: 15 г/м <sup>2</sup> с внутренней стороны упаковки и 7 г/м <sup>2</sup> (окрашенное в желтый цвет покрытие) с наружной стороны	Пакеты для кофе
Бумага из сульфатной белой целлюлозы цвета слоновой кости, 80 г/м <sup>2</sup>	Одностороннее покрытие: нижний слой полиэтиленовый 30 г/м <sup>2</sup> , верхний PVDC, 15 г/м <sup>2</sup>	Упаковка маргарина
Бумага из сульфатной белой целлюлозы с наполнителем (двуокисью титана), машинной гладкости, 50 г/м <sup>2</sup>	Одностороннее покрытие PVDC, 22 г/м <sup>2</sup>	То же
Пергамин, 48 г/м <sup>2</sup>	Одностороннее покрытие, 20 г/м <sup>2</sup>	„
Пергамин низкой прозрачности, 40 г/м <sup>2</sup>	Комбинированное покрытие: PVDC (15 г/м <sup>2</sup> ) с внутренней стороны упаковки и алюминиевая лакированная фольга (25 г/м <sup>2</sup> ) с наружной стороны	Упаковка масла
Картон, 260 г/м <sup>2</sup>	Двустороннее покрытие PVDC по 20 г/м <sup>2</sup> с каждой стороны	Упаковка глубокомороженных продуктов

### *Бумага с силиконовым покрытием*

Бумага с силиконовым покрытием обладает антиадгезионными свойствами. Поэтому она используется преимущественно для упаковки таких продуктов и товаров, как кондитерские и хлебобулочные изделия, шоколад и другие, а также в качестве прокладочной в комплексе с самоприклеивающимися этикетками.

Кроме того, такая бумага обладает жиронепроницаемостью, гидрофобностью, но она газо- и паропроницаема.

Для покрытия используются главным образом полиметил-силоксаны (силиконы) в несшитом состоянии с реакционно-способными концевыми группами.

При использовании растворов полимеров антиадгезионные свойства материала достигаются при массе покрытия 0,1—0,2 г/м<sup>2</sup>, при использовании дисперсий — при массе покрытия 0,4—1,2 г/м<sup>2</sup>.

В качестве основы применяют бумагу с сомкнутой маловпитывающей поверхностью и сильно каландрированную: подпергамент, каландрированный пергамент, пергамент или мешочную бумагу. Обычно с целью снижения пористости бумаги, а следовательно, и расхода силикона бумагу-основу грунтуют поливиниловым спиртом, натриевой солью карбоксиметилцеллюлозы, крахмалом или декстринами. При использовании пористой бумаги практикуют также добавку NaКМЦ в состав покрытия, но это ухудшает его качество.

Силиконовое покрытие наносят преимущественно из растворов (см. табл. 5) или водных дисперсий (табл. 17). Силиконовые дисперсии [67] получают эмульгированием в водных растворах эмульгаторов растворов силиконовых смол в органических растворителях. Перед использованием товарный раствор или дисперсию силикона разбавляют до требуемой концентрации и вводят катализаторы отверждения для получения пленки сшитой структуры.

Таблица 17

Примеры силиконовых дисперсий для покрытия бумаги

Наименование показателей	Родорзил 4095 (товарная)	Дисперсия на основе лака КО-921 (рабочая)
Содержание силикона, %	40	3,0—10,0
Внешний вид продукта	Однородная жидкость белого цвета	
Растворитель (толуол), %	15	3,0—10,0
Плотность при 20° С, г/см <sup>3</sup>	1	—
pH	6	6
Содержание сухого вещества, %	42,5	3,5—15,0
Температура воспламенения, °С	55	—

Катализаторами сшивки силикона преимущественно являются органические соли металлов Sn, Pb, Fe, Co, Ti, Cr и щелочно-земельных металлов, соединения бора, амины.

Для нанесения силиконового покрытия могут быть использованы установки с валиковыми устройствами и шаберами, но во взрывобезопасном исполнении. На рис. 24 представлена схема

машины фирмы «Battenger» (ФРГ) для нанесения силиконовых покрытий, работающей со скоростью 35—45 м/мин.

Силиконовое покрытие наносят на бумагу валиком, разравнивают воздушной щеткой, сушат в сушильной камере горячим воздухом (100—110° С). Термообработка покрытия производится в специальной камере при 120° С в течение 1—2 мин или при 180° С в течение 10—15 сек. Во время этой операции происходит сшивка силикона. Для предупреждения скручиваемости односторонне покрытую бумагу перед выходом из камеры иногда увлажняют продуванием пара. Качество покрытия бумаги контролируется периодически прикладыванием липкой ленты к его поверхности сразу после выхода бумаги из камеры полимеризации.

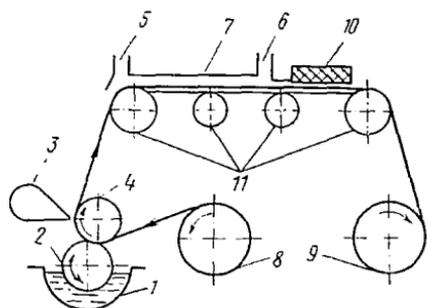


Рис. 24. Схема нанесения силиконового покрытия:

1 — ванна; 2 — наносящий вал; 3 — воздушный шабер (щетка); 4 — прижимной вал; 5 — выход влажного воздуха; 6 — вход горячего воздуха; 7 — сушильная камера; 8 — раскат; 9 — накат; 10 — камера полимеризации; 11 — бумаговедущие валы

Из камеры полимеризации бумага должна поступать кратчайшим путем на накат, так как она в рулоне охлаждается медленнее, что значительно улучшает качество покрытия.

Иногда силиконовые покрытия наносят на двухсекционных машинах со скоростью около 100 м/мин. В этом случае в первой секции иногда наносится грунтовочное покрытие.

### Бумага с антимикробными покрытиями

К антимикробным полимерным покрытиям относятся покрытия, обладающие способностью подавлять жизнедеятельность микроорганизмов (бактерицидные покрытия) или ограничивать их развитие (бактериостатические покрытия). При этом они не должны оказывать вредных воздействий на организм человека.

В состав антимикробных покрытий бумаги входит один из следующих химических консервантов — сорбиновая, бензойная или *n*-нитробензойная кислоты, либо их соли или эфиры.

Наиболее широкое распространение в пищевой промышленности получили бактерицидные покрытия на основе сорбиновой кислоты и ее солей, подавляющие жизнедеятельность многих микроорганизмов и прежде всего дрожжей и плесени. Эти вещества безвредны для организма человека и разрешены органами санитарной инспекции ряда стран (в том числе и отечест-

венными) для применения в пищевой промышленности в качестве химических консервантов.

Для придания бумаге бактерицидных свойств на ее поверхность наносят покрытия, содержащие сорбаты или сорбиновую кислоту [134, с. 47]. Сорбат кальция, нерастворимый в воде и спирте, наносят на поверхность бумаги в композиции с пленкообразующими полимерами, например поливинилацетатом. Для этого высокодисперсный сорбат кальция вводят в поливинилацетатную эмульсию. В некоторых случаях это соединение образуется в среде эмульсии в результате реакции между сорбатовым калием и хлоридом кальция. Покрытие наносят на бумагу (пергамент, подпергамент, пергамин, хорошо проклеенную упаковочную бумагу) валиковым способом и сушат радиационным или конвективным способом.

На  $1 \text{ м}^2$  поверхности наносится 0,2—20 г сорбата кальция и 1—20 г связующего.

Бактерицидные составы с использованием сорбиновой кислоты готовятся иногда с применением в качестве связующих эфиров целлюлозы, например метилцеллюлозы.

Сорбиновая кислота предварительно тщательно измельчается в пастообразном состоянии до величины частиц примерно 30 мкм, после чего готовится водная суспензия с содержанием сухих веществ около 20%, в том числе метилцеллюлозы около 1,5%.

Покрытие наносят на одну сторону бумаги валиковым способом. Обратная сторона бумаги предварительно покрывается полимером (полиэтиленом, сополимерами винилиденхлорида и др.) для повышения защитных свойств. Бактерицидное покрытие сушится конвективным способом при температурах, не вызывающих повреждения полимерного покрытия, в основном не выше  $80^\circ \text{C}$ .

Содержание сорбиновой кислоты в бактерицидной бумаге составляет 5—10 г/м<sup>2</sup> в зависимости от ее назначения.

Бумагу с антимикробными покрытиями применяют для упаковки хлебобулочных и кондитерских изделий, ряда плодоовощных, молочных, мясных и рыбных продуктов, подлежащих длительному хранению.

## Глава II. БУМАГА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПАЧЕК

### Виды бумаги и свойства

Для изготовления пачек, предназначенных для автоматической расфасовки и упаковки сыпучих и других продуктов питания, используется в основном бумага массой 230—250 г/м<sup>2</sup>, а именно: двухслойная бумага с поверхностным слоем из белой

целлюлозы и основным — из дешевых, менее дефицитных материалов; бумага из небеленых полуфабрикатов с облагороженной путем мелования поверхностью; бумага из относительно недорогих небеленых видов волокнистых материалов.

В пачки из этих видов бумаги упаковываются такие сыпучие пищевые продукты, как макаронные изделия, вермишель, блинная мука, кукурузные хлопья, геркулес, кофе, какао, кремы, детские питательные смеси, панировочные сухари, соль и различные кондитерские изделия.

Упаковка продуктов производится либо непосредственно в пачку (вермишель, макаронные и кондитерские изделия), либо в пачку с внутренним пакетом из оберточной бумаги, пергамина, подпергамента, целлофана, бумаги с различными видами полимерных покрытий или бумаги, кашированной металлической фольгой, и других материалов. В пачки с внутренним пакетом упаковываются кофе и какао, кремы, панировочные сухари, детские питательные смеси, чай и др.

Выбор типа для внутреннего пакета определяется видом упаковываемого продукта. Например, для внутреннего пакета при расфасовке натурального кофе, детской питательной муки и кукурузных хлопьев используется подпергамент, чая — бумага, кашированная фольгой.

Кроме того, для пищевой промышленности вырабатывается несколько видов пачечной бумаги (160—200 г/м<sup>2</sup>), преимущественное назначение которой — упаковка массовых сортов папирос и сигарет. Эта бумага вырабатывается однослойной из небеленых полуфабрикатов и двухслойной с белым покровным слоем [63].

Для упаковки сигарет применяются также мягкие пачки, представляющие собой трехслойный комплекс, состоящий из двухслойной металлизированной бумаги (внутренняя упаковка), этикеточной бумаги и целлофана, или двухслойный комплекс из металлизированной бумаги и наружной коробочки из двухслойной бумаги или картона с поверхностным белым слоем.

Для упаковки папирос высших сортов используются бумага и картон только с облагороженным наружным слоем.

Изготовление пачек, расфасовка и упаковка продуктов питания, папирос и сигарет осуществляются на различного рода автоматах и полуавтоматах [75—79]. Бумага должна обеспечивать бесперебойную работу автоматов, гигиеничную и прочную упаковку с хорошими эстетическими свойствами, не допускающую потерь пищевых продуктов при их транспортировании.

Бумага должна хорошо штамповаться, обеспечивать получение биговки, формироваться в достаточно жесткую, каркасную и легкозаклеиваемую пачку, изготовление и наполнение которой не должно вызывать осложнений в работе автоматов.

Практикой использования бумаги на различных упаковочных автоматах установлено, что оптимальная толщина ее в зависи-

мости от массы  $1 \text{ м}^2$  должна соответствовать следующим данным:

Масса $1 \text{ м}^2$ бумаги, г . . . . .	250	200	190	160
Толщина бумаги, мм . . . . .	$\geq 380$	270—330	270—330	240—290

Эти требования к толщине бумаги объясняются известным положением, что жесткость материала выражается произведением модуля упругости  $E$  на момент инерции  $I$ .

Применительно к бумаге момент инерции  $I = bh^3/12$ , где  $b$  — ширина бумаги;  $h$  — толщина бумаги. Жесткость бумаги равна  $EI = Ebh^3/12$ . Из приведенной формулы видно, что жесткость бумаги пропорциональна кубу ее толщины. Поэтому для получения жесткой пачки бумага должна обладать достаточной толщиной. Отсюда очевидно, что при всех прочих равных условиях, чем ниже объемная масса бумаги, тем больше ее жесткость. Очевидно также, что жесткость бумаги возрастает с повышением массы  $1 \text{ м}^2$ , так как одновременно с этим увеличивается и толщина бумаги. При постоянной массе  $1 \text{ м}^2$  бумаги увеличение ее объемной

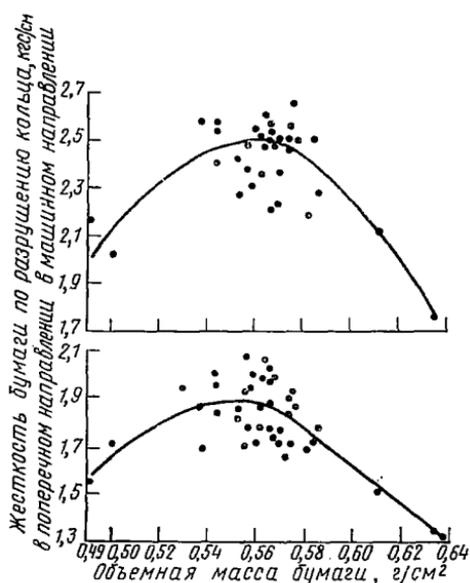


Рис. 25. Влияние степени уплотнения бумаги на жесткость бумаги по разрушению кольца

массы способствует некоторому повышению модуля упругости за счет уплотнения структурных элементов бумаги, но при этом значительно снижается величина момента инерции из-за уменьшения ее толщины. Поэтому для увеличения жесткости бумаги целесообразно стремиться к уменьшению ее объемной массы [80, с. 231; 81, с. 22]. Это положение подтверждено данными испытания бумаги с различной плотностью структуры, а именно: бумаги, уплотненной на суперкаландре до объемной массы 0,62—0,64  $\text{г/см}^3$ , и бумаги машинной гладкости с объемной массой 0,54—0,57  $\text{г/см}^3$ , имеющей более высокий показатель жесткости по разрушению кольца (рис. 25). Последняя лучше формируется на автоматах, придает пачкам большую жесткость и каркасность. Однако бумага с объемной массой ниже 0,50  $\text{г/см}^3$  также

## Характеристика пачечной бумаги

Наименование показателей	Бумага для упаковки					
	пищевых продуктов			табачных изделий		
	2-слойная обычная	2-слойная высокого качества	1-слойная	2-слойная	1-слойная	
					I	II
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	250	230—250	250	200	190	160
В том числе покровного слоя	50—60	64—65	—	50	—	—
Толщина, мм	400—470	390—400	420—500	310—320	290—350	270—340
Разрывная длина, м:						
в машинном направлении	2500—4800	4000—5000	1800—3000	2100—3000	3000—3500	2700—3500
в поперечном направлении	1400—2300	1800—3100	1000—1500	1300—2000	1800—2000	1500—1800
Проклейка, мм	0,5—2,0	0,5—2,0	0,5—1,25	0,5—1,5	0,5—1,25	0,5—1,25
Зольность, %	4—9	1,5	4—12	5—9	8—15	8—13
Белизна покровного слоя, %	70—79	79—80	—	74—76	—	—
Жесткость по разрушению кольца, кгс/см:						
в поперечном направлении	1,4—2,3	1,5—2,5	1,6—2,2	1,0	1,0—1,4	0,9—1,1
в машинном направлении	1,8—3,1	2,5—3,3	2,0—2,5	1,3	1,2—1,6	1,1—1,3

обладает невысокой жесткостью и, кроме того, имеет другие существенные недостатки.

Жесткость бумаги зависит также от природы волокон и степени их разработки, так как этими факторами определяется модуль упругости материала  $E$ , входящий в выражение, характеризующее жесткость материала. Целесообразно вводить в композицию бумаги значительное количество древесной массы. Увеличение содержания древесной массы в композиции однослойной или основного слоя двухслойной бумаги приводит к повышению толщины, а следовательно, и жесткости бумаги.

Существует оптимальное содержание древесной массы в композиции бумаги, при котором она приобретает достаточную жесткость, сохраняя необходимую прочность. Особых требований к прочности этого вида бумаги не предъявляется, поскольку при переработке и эксплуатации она не подвергается сильным механическим воздействиям. Уровень механической прочности бумаги, указанный в табл. 18, обеспечивает работу печатно-высекательных, упаковочно-расфасовочных автоматов и гарантирует сохранность пачек и упакованных в них продуктов при транспортировании.

В связи с тем что при переработке на бумагу наносится печатный рисунок, бумага должна обладать определенными печатными свойствами, а именно: поверхность ее должна хорошо воспринимать краску; быть светлой, чтобы контраст между отпечатанной поверхностью и поверхностью бумаги был максимальным; гладкой, чтобы печать была равномерной; иметь достаточную прочность поверхности и т. д. Для офсетной печати, кроме того, важны стабильность размеров и водостойкость бумаги.

Обычно бумага вырабатывается машинной или односторонней гладкости. Для улучшения печатных свойств поверхности в покровный слой двухслойной бумаги или в композицию однослойной бумаги вводится наполнитель. Но при введении в композицию бумаги наполнителя снижается жесткость бумаги и изготовленных из нее пачек. Это подтверждается результатами исследования, полученными при определении жесткости (по разрушающему усилию при осевом сжатии поставленной на ребро и свернутой в кольцо полоски) бумаги массой  $1 \text{ м}^2 250 \text{ г}$ , содержащей различное количество каолина (табл. 19). На каждый процент повышения зольности бумаги в пределах от 1,5 до 12,5% потеря жесткости составляет 10—15% в машинном и около 8% в поперечном направлениях.

В зависимости от целевого назначения бумаги — изготовление жестких, полужестких или других пачек, а также в зависимости от их размеров требования к жесткости бумаги различны, поэтому и допустимое содержание наполнителя в ней изменяется. Бумага для изготовления жестких пачек не должна содержать наполнителя более 3%. Зольность пачечной бумаги для упаковки

Изменение жесткости бумаги (250 г/м<sup>2</sup>) в зависимости от ее зольности

Зольность бумаги, %	Жесткость бумаги по разрушению кольца, кгс/см		Зольность бумаги, %	Жесткость бумаги по разрушению кольца, кгс/см	
	в поперечном направлении	в машинном направлении		в поперечном направлении	в машинном направлении
1,4	2,47	3,27	5,7	2,03	2,30
3,4	2,32	3,05	7,4	1,71	2,02
4,0	1,78	2,30 *	7,6	1,71	2,02
4,1	2,15	2,45	7,8	1,70	2,07
			12,5	1,35	1,76

\* В композиции бумаги нет древесной массы.

пищевых продуктов обычно составляет 5—6%, а пачечной бумаги для упаковки папирос и сигарет — несколько выше.

В большинстве случаев на печатно-высекательных автоматах применяется офсетный способ печати этикеток, поэтому бумага выпускается с проклейкой в массе канифольным клеем или с поверхностной проклейкой, производимой на клеильном прессе. Поверхностная проклейка повышает прочность поверхности бумаги и позволяет снизить расход печатной краски при повышении яркости оттисков. Кроме того, при использовании в клеевом составе пигментов можно улучшить гладкость и белизну бумаги.

Одно из важных требований к бумаге для пачек — белизна одной из ее сторон. Достаточная белизна поверхности, использование ярких печатных красок способствуют повышению качества оформления пачек, придают упакованным продуктам хороший товарный вид. Этим требованиям отвечает двухслойная бумага с покровным слоем из белой целлюлозы, в который по мере надобности добавляются наполнители, химикаты, красители. Изготовление и применение такой бумаги экономически целесообразно в связи с тем, что основной слой вырабатывается из небеленых, относительно дешевых и недефицитных полуфабрикатов и лишь покровный слой изготавливается из белой целлюлозы. В этом случае может быть получена бумага с высокой степенью белизны, выше 80%. Массовые виды двухслойной бумаги вырабатываются с белизной поверхностного слоя преимущественно 74—79%.

Печатные свойства и внешний вид бумаги для пачек могут быть улучшены мелованием, которое придает бумаге высокую гладкость, белизну, непрозрачность, способность равномерно впитывать печатную краску и т. д.

## Волокнистые полуфабрикаты

Основными волокнистыми полуфабрикатами для производства бумаги для пачек являются сульфитная небеленая целлюлоза и белая древесная масса. Для изготовления покровного слоя используется беленая целлюлоза из хвойных и лиственных пород древесины (табл. 20).

Таблица 20

Характеристика волокнистых полуфабрикатов бумаги для пачек

Наименование показателей	Целлюлоза			
	сульфитная небеленая хвойная	сульфитная беленая хвойная	сульфатная беленая хвойная	сульфатная беленая лиственная
Степень делигнификации, (ГОСТ 10070—62)	27—35	—	—	—
Белизна, %	—	84—88	82—88	83—86
Содержание смол и жиров по дихлорэтану, %	1,5	1,0—1,1	—	—
Механическая прочность при 60° ЦР и массе отливки 100 г/м <sup>2</sup> :				
разрывная длина, м	6000—8000	5000—7000	7000—9000	6000—8000
сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	4,0—5,5	3,0—3,5	4,5—6,5	—
сопротивление излому (число двойных перегибов)	1000—2000	300—1000	1500—4000	500—1000
сопротивление раздиранию, гс	80—100	65—80	100—170	60—70

Белая древесная масса из хвойных пород древесины обычно имеет разрывную длину 2200—3000 м, белизну 55—60% и составляет около половины волокнистой композиции бумаги. Допускается использование макулатуры, представляющей собой промышленные отходы белой и некоторых видов цветной бумаги с проклейкой и без проклейки, например отходы писчей и печатной бумаги первых и вторых номеров без печати и линовки. Нежелательно применение макулатуры с написанным или печатным текстом. В случае использования такой макулатуры она должна подвергаться термохимической обработке.

Д. М. Фляте при исследовании жесткости бумаги с различным содержанием в композиции сульфитной небеленой целлюлозы и древесной массы установлено, что наибольшей жесткостью обладает бумага из белой древесной массы и наименьшей — из целлюлозы (рис. 26). При соотношении их в композиции бумаги 1:1 жесткость становится близкой к жесткости бумаги из 100% древесной массы.

Однако количественное соотношение между указанными компонентами обуславливается свойствами волокнистых полуфабрикатов и технологическими особенностями их переработки. Например, на одной из фабрик вырабатывается пачечная однослойная бумага с содержанием в композиции около 42% сульфитной небеленой целлюлозы. Бумага этой фабрики соответствует техническим требованиям и требованиям автоматической упаковки. Бумага с большим содержанием целлюлозы в композиции, вырабатываемая на другом предприятии, не удовлетворяет требованиям потребителей из-за неравномерного просвета, неудов-

летворительных печатных свойств, из этой бумаги плохо формируются пачки.

Исследованиями установлено [82, с. 22], что в композиции однослойной и основного слоя двухслойной пачечной бумаги можно использовать древесную массу и небеленую сульфитную целлюлозу в соотношении 1 : 1. Более поздние исследования ВНИИБ [83, с. 6] показали целесообразность использования в композиции пачечной бумаги вместо небеленой сульфитной целлюлозы полуфабрикатов повышенного и высокого выхода, полученных из хвойных пород древесины двухступенчатым сульфитным способом варки.

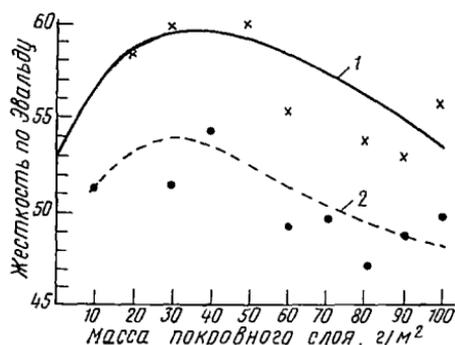


Рис. 26. Изменение жесткости двухслойной бумаги в зависимости от композиции:

1 — основной слой — 100% древесной массы, покровный слой — 100% сульфитной беленой целлюлозы; 2 — основной слой — 100% сульфитной небеленой целлюлозы, покровный слой — 100% сульфитной беленой целлюлозы

Этот способ варки позволяет получить целлюлозу с выходом до 75%, легко разделяющуюся на волокна без специального механического воздействия. Полученная целлюлоза характеризуется однородностью, высокой скоростью размола, быстрым развитием активной поверхности при размоле, способностью к созданию прочного плотного, жесткого бумажного листа. Эти свойства целлюлозы объясняются повышенным содержанием в волокнах легконабухающих гемицеллюлоз, доступных для гидратации при размоле и, по-видимому, расположенных во внешней части волокон.

В табл. 21 приведена характеристика однослойной бумаги и целлюлозы двухступенчатой сульфитной варки с выходом 57—72%, использованной в композиции этой бумаги. В первой ступени варки применялся моносльфит натрия или бисульфит аммония, а во второй — водный раствор  $SO_2$ . Использование такой целлюлозы в композиции бумаги экономически целесообразно, так как достигаются при меньших технологических затратах за

Характеристика целлюлозы, полученной двухступенчатым сульфитным способом варки, и бумаги из нее

Наименование показателей	Выход отсортированной целлюлозы, %			
	57	63	68	72
Целлюлоза				
Жесткость, п. ед.	123	112	139	—
Содержание лигнина, %	6,2	8,8	12,3	17,2
Механическая прочность при 60° ШР и массе отливков 100 г/м <sup>2</sup> :				
разрывная длина, м	9000	9100	10 600	9500
сопротивление излому, (число двойных перегибов)	3000	4000	1 800	1000
сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	5,2	5,5	6,7	6,2
сопротивление раздиранию, гс	88	70	65	60
Бумага				
Композиция бумаги по волокну, %:				
целлюлозы	50	50	50	40
древесной массы	50	50	50	60
Степень помола целлюлозы, °ШР	25	27	27	28
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	162	156	256	250
Толщина, мкм	288	270	432	440
Разрывная длина в среднем по двум направлениям, м	3860	3120	2430	3460
Абсолютное сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	—	1,6	2,6	3,4
Сопротивление излому в среднем по двум направлениям (число двойных перегибов)	—	170	—	153
Проклейка, мм	2,0	2,0	2,0	2,0
Зольность, %	12,0	14,3	6,0	5,0

счет снижения удельного расхода древесины и энергии на раз-  
 мол волокна высокие показатели качества бумаги даже при  
 более высокой зольности и содержании древесной массы  
 более 50%.

Положительные результаты достигаются также при исполь-  
 зовании сульфитной небеленой целлюлозы, полученной бисуль-  
 фитным способом варки при содержании в варочном растворе  
 40—50% отработанного щелока от сульфитной или бисульфит-  
 ной варки [84]. Например, при использовании небеленой целлю-  
 лозы жесткостью 111 п. ед. с содержанием лигнина 6,4%, пен-  
 тозанов 5,6%, смол и жиров по дихлорэтану 1,08% в смеси  
 с древесной массой и с макулатурой получена однослойная бу-  
 мага хорошего качества (табл. 22).

Таблица 22

Характеристика бумаги, изготовленной с применением сульфитной небеленой  
 целлюлозы, сваренной с добавкой отработанного щелока

Наименование показателей	Бумага для пачек под	
	табачные изделия	пищевые продукты
Композиция бумаги по волокну, %:		
сульфитной небеленой целлюлозы, сва- ренной с добавкой отработанного ще- лока	50	50
белой древесной массы	50	—
макулатуры (промышленных отходов белой бумаги с легкой печатью)	—	50
Степень помола, °ШР:		
целлюлозы	30	—
массы	—	30—40
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	163	250
Толщина, мкм	280	480—540
Разрывная длина в среднем по двум на- правлениям, м	3700	2160—2670
Зольность, %	8,2	4,5—7,5
Проклейка, мм	2,0	1,25

На некоторых предприятиях в композиции основного слоя  
 двухслойной бумаги используется рафинерная масса, различные  
 отходы сортирования целлюлозы, которые при надлежащем раз-  
 моле обеспечивают получение бумаги необходимого качества.  
 Использование таких полуфабрикатов в композиции бумаги без  
 покровного слоя не допускается. Для улучшения внешнего вида  
 однослойной бумаги целесообразно, например, использовать  
 сульфитную целлюлозу, подвергнутую одноступенчатой отбелке  
 перекисью водорода. После одноступенчатой отбелки перекисью  
 белизна целлюлозы повышается на 10—15 единиц, сохраняется

прочность, значительно возрастает чистота целлюлозы и снижается содержание в ней смолы [85, с. 87].

Для покровного слоя применяется беленая целлюлоза с белизной не менее 83—84%. Толщина и масса 1 м<sup>2</sup> покровного слоя определяются укрывающей способностью массы (не должен просвечивать нижний темный слой бумаги). Повышение массы 1 м<sup>2</sup> покровного слоя и соответствующее снижение массы основного слоя приводит к увеличению механической прочности и белизны бумаги, но при этом у бумаги появляется склонность к скручиванию. Кроме того, покровный слой должен быть минимальным из экономических соображений.

Положительное влияние на свойства двухслойной бумаги оказывает добавка в композицию покровного слоя целлюлозы из лиственных пород древесины (осины, березы и др.). Улучшается структура поверхности, снижается степень усадки бумажного полотна, а следовательно, и склонность к скручиванию, повышается укрывающая способность покровного слоя, благодаря чему создаются предпосылки для снижения его массы 1 м<sup>2</sup>, кроме того, повышается удерживаемость наполнителя.

При использовании сульфатной лиственной целлюлозы увеличивается прочность бумаги. Количество лиственной целлюлозы в композиции массы для покровного слоя определяется многими факторами, в том числе и технологическими особенностями производства, поэтому оно устанавливается в каждом отдельном случае и может достигать 100%.

### Подготовка массы

Композиция по волокну однослойной бумаги и основного слоя двухслойной включает обычно 40—50% сульфитной небеленой целлюлозы (иногда в смеси с размолотыми отходами сортирования) и 50—60% белой древесной массы. В случае использования в композиции макулатуры ею заменяют частично целлюлозу и древесную массу. Масса для покровного слоя изготавливается из беленой целлюлозы. Схема подготовки массы приведена на рис. 27.

Волокнистая масса с целлюлозного завода или полученная в гидроразбивателе суспензия товарной целлюлозы поступает в бассейн немолотой целлюлозы, откуда через регулятор концентрации — на размол. Первую ступень размола лучше проводить на дисковых рафинерах или быстроходных конических мельницах, имеющих стальную литую гарнитуру с выфрезерованными широкими ножами типа гидрофайнеров МЛ-01, МЛ-02. Дисковые рафинеры устанавливаются параллельно, что облегчает регулировку давления массы в рафинерах, а гидрофайнеры могут работать при последовательной и параллельной схеме включения.

На первой ступени размола производится расчес и гидратация волокна. Для усиления гидратации и повышения эффекта

размола желательнее применять дросселирование массы на выходе из последнего по ходу гидрофайнера при последовательной схеме их включения или на выходной линии при параллельной работе, вследствие чего создается высокое гидравлическое давление внутри мельниц. Дросселирование массы вызывает неко-

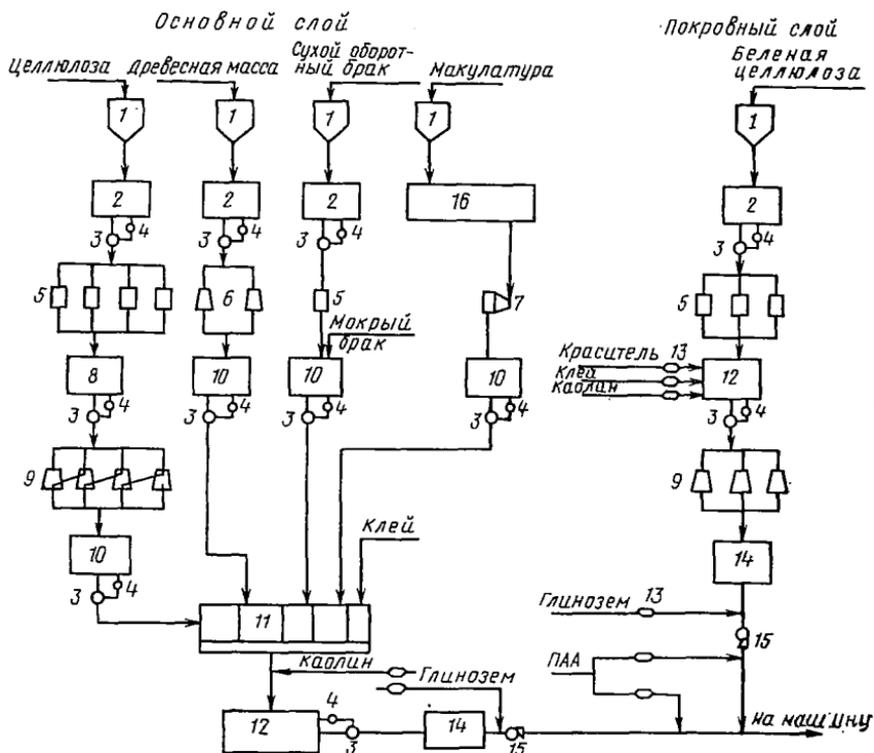


Рис. 27. Схема подготовки массы для двухслойной пачечной бумаги:

1 — гидроразбиватель; 2 — бассейн неразмоленной массы; 3 — насос; 4 — регулятор концентрации; 5 — дисковые рафинеры; 6 — гидрофайнеры; 7 — энтштиппер; 8 — промжуточный бассейн; 9 — конические мельницы; 10 — массный бассейн; 11 — регулятор композиции; 12 — композиционный бассейн; 13 — магнитные расходомеры; 14 — машинный бассейн; 15 — смесительный насос; 16 — очистной и сортировочный отдел

торое увеличение удельного расхода энергии на размол и может быть применено только в том случае, когда подвод массы в гидрофайнеры осуществляется непосредственно насосом, а не через напорный ящик. Размол целлюлозы на первой ступени до 19—20° ШР целесообразнее проводить при концентрации 4—6%; практически он чаще проводится при концентрации 3—4%.

Вторая ступень размола волокна — размол на конических ножевых мельницах, включенных последовательно или параллельно и работающих под давлением или с рециркуляцией. Обычно используются конические мельницы Жордана типа МКН различной величины. Могут использоваться также скоростные мель-

ницы Джонса, отличающиеся компактностью и экономичностью по расходу электроэнергии. Кроме того, в мельницах Джонса имеется указатель зазора между ножами ротора и статора, что позволяет контролировать качество массы. Размол в конических мельницах проводят при концентрации массы 2,5—3%. Небеленую целлюлозу для основного слоя двухслойной бумаги размалывают до 24—26° ШР, для однослойной бумаги — до 26—28° ШР. Поступающая в бассейн размолотая целлюлоза через регулятор концентрации подается на регулятор композиции. Аналогичная схема размола применяется и для массы покровного слоя.

Конечная степень помола целлюлозы в зависимости от способа отлива покровного слоя изменяется в пределах 35—50° ШР. В случае введения в композицию бумажной массы для покровного слоя небольших количеств целлюлозы из лиственной древесины (до 10—20%) ее размол можно осуществлять совместно с хвойной до той же степени помола. При использовании в композиции значительных количеств целлюлозы из лиственной древесины на новых высокопроизводительных машинах целесообразно предусматривать для ее размола отдельную схему и размалывать до меньшей степени помола, чем хвойную.

Товарную древесную массу, как и целлюлозу, сначала пускают в гидроразбивателе, затем (в отдельных случаях) подвергают рафинирующему размолу. На практике древесную массу зачастую смешивают в нужном соотношении с целлюлозой перед II ступенью размола.

На рис. 28 приведена схема подготовки массы для однослойной бумаги. Целлюлоза предварительно размалывается на дисковых мельницах. Затем она смешивается с другими волокнистыми компонентами. Полученная волокнистая смесь после проклейки и наполнения размалывается на конических мельницах.

В композиции всех видов бумаги для пачек вводят оборотный брак. Сухой оборотный брак диспергируется в гидроразбивателе, размалывается на дисковых или конических рафинерах и через промежуточный бассейн, регулятор концентрации поступает в композиционный бассейн. Мокрый брак из мешалки под гауч-валом направляют в промежуточный бассейн без размола.

Через регулятор композиции или дозаторы волокнистые компоненты поступают в композиционный бассейн. Степень помола готовой массы для однослойной и основного слоя двухслойной бумаги обычно колеблется в пределах 30—45° ШР.

Как указано выше, в композиции бумаги иногда используется макулатура. В зависимости от качества макулатуры применяются различные схемы ее обработки. Но при любой схеме сначала необходима предварительная сортировка макулатуры. Затем при использовании невлагопрочные отходы, производится ее роспуск в гидроразбивателе и очистка в несколько ступеней. Цель очистки — удалить неразбитые кусочки бумаги, инородные

примеси, текстильные и синтетические волокна и т. п. Далее макулатуру подвергают легкому размолу на аппаратах типа энштиппер, предварительно пропустив через электромагнитный или вихревой очиститель, или направляют в технологический поток для размола совместно с целлюлозой и древесной массой.

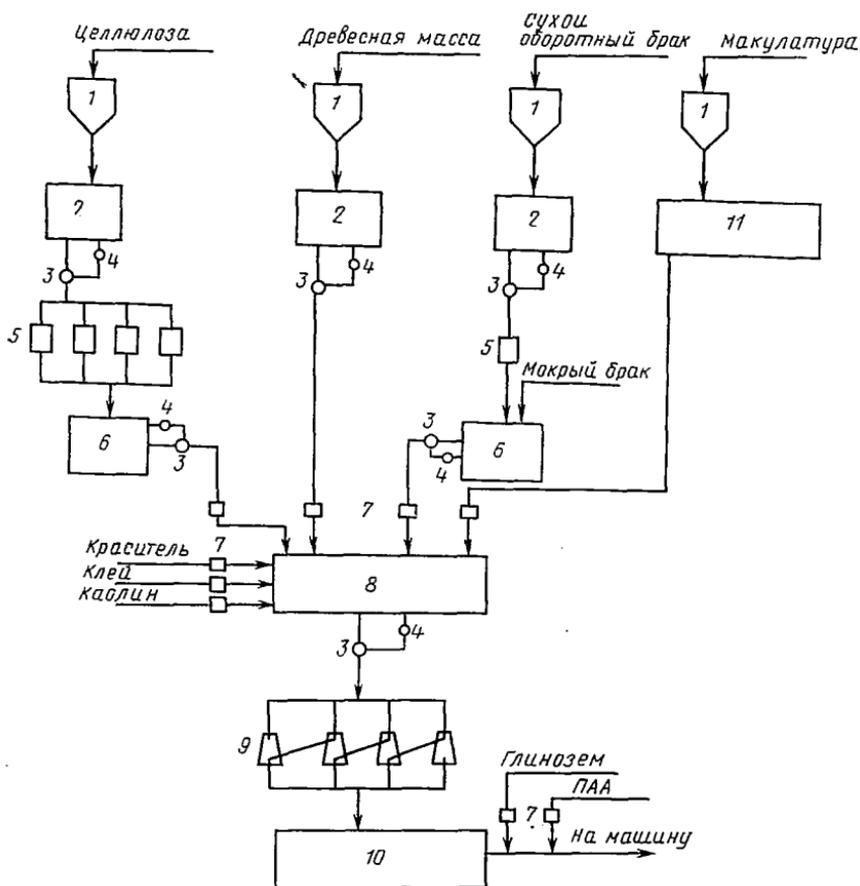


Рис. 28. Схема приготовления массы для однослойной бумаги:

- 1 — гидроразбиватель; 2 — бассейн неразмоленной массы; 3 — насос; 4 — регулятор концентрации; 5 — дисковые рафинеры; 6 — массный бассейн; 7 — дозаторы; 8 — композиционный бассейн; 9 — конические мельницы; 10 — машинный бассейн; 11 — очистный и сортировочный отдел

Использование макулатуры, загрязненной типографской краской, многокрасочной печатью, чернилами и т. п., возможно только после специальной термической обработки. Для отделения типографских красок бумажную макулатуру рекомендуется обрабатывать в гидроразбивателе для химической обработки смесью перекиси натрия, жидкого стекла и различных эмульгаторов [86, с. 644]. В качестве эмульгаторов используются вещества на ос-

нове эфиров полигликолевых спиртов и кислот жирного ряда, а также жидкое мыло. Хорошие результаты получены при использовании в качестве эмульгатора смеси, состоящей из 55% олеиновой, 23% рицинолевой, 9% стеариновой, 10% пальмитиновой и 3% абнетиновой кислот (патент ФРГ, DAS № 1517172).

Так, при обработке в гидроразбивателе макулатуры, состоящей из равных частей газет и иллюстрированных журналов, перекисью натрия, жидким стеклом и указанной смесью карбоновых кислот в соотношении 2 : 5 : 1 с последующим разбавлением и флотацией степень белизны полученной массы составляла 60—62%. При использовании на этой же установке жидкого мыла и эфиров полигликолевых спиртов жирного ряда степень белизны массы не превышала 58—60%.

Макулатура для основного слоя двухслойной бумаги иногда подвергается термообработке со щелочью или другими химикатами при 45—55°С непосредственно в гидроразбивателе. После сортирования она поступает в технологический поток.

В композицию основного слоя через регулятор композиции или дозаторы вводятся канифольный клей концентрацией 20—22 г/л в количестве 1—2%, каолиновая суспензия концентрацией 150—200 г/л в количестве 10—20% каолина от волокна и, если нужно для подцветки, краситель. Раствор глинозема для создания рН массы 4,5—5,0 вводится перед смесительным насосом.

В массу для покровного слоя вводится клей в количестве 3% и каолин в количестве 15—25% от волокна. Известно [87, с.216], что при введении жидкого стекла в бумажную массу бумага несколько проклеивается, повышаются ее жесткость и гладкость, уменьшается пылимость. Жидкое стекло рекомендуется вводить в массу в начале размола в количестве 1—2% от волокна.

Для повышения удержания введенных в массу веществ при отливе бумажного полотна в массу за несколько секунд до выхода ее на сетку бумагоделательной машины добавляется полиакриламид в количестве 0,1—0,3 кг на тонну бумаги.

Очистка массы для основного слоя производится на селективных фиберах, узлоловителях или центрискринах; массы для покровного слоя — на вихревых очистителях и центрискринах.

Применяемые схемы подготовки массы имеют, как правило, несколько промежуточных бассейнов. Для таких многокомпонентных систем, как бумажная масса для коробочной бумаги, весьма важным является создание автоматизированной системы приготовления массы и подачи ее на бумагоделательную машину, исключая промежуточные емкости. И. Гутцайт [88, с. 850] предлагает такую схему для приготовления массы из четырех компонентов: длинноволокнистой целлюлозы, древесной массы, оборотного брака и наполнителя. Каждый компонент имеет самостоятельную систему приготовления (рис. 29). Загрузка полуфабрикатов и выпуск массы осуществляются автоматически периодическим способом. От бассейнов неразмолотых полуфабрикатов до бумагоделательной машины процесс приготовления

массы происходит непрерывно и без применения промежуточных емкостей. В энтштиппере полуфабрикаты подготавливаются к размолу и создаются условия для набухания волокна. Размол производится на дисковых рафинерах и конических мельницах, отрегулированных по удельным расходам электроэнергии. Готовые компоненты автоматически дозируются в смесительный ящик, заменяющий применяемый ранее машинный бассейн. Мас-ным насосом масса подается через домальвающую мельницу в смесительный насос бумагоделательной машины. Волокнистые компоненты дозируются в зависимости от расхода целлюлозы;

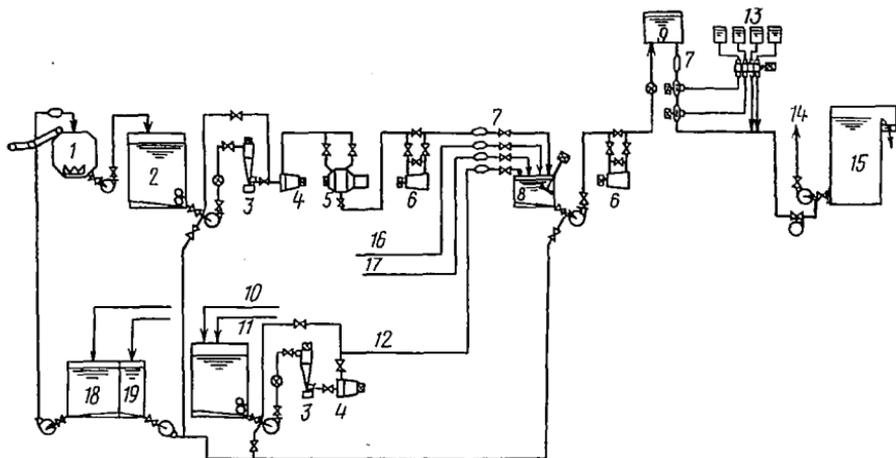


Рис. 29. Схема безъемкостного приготовления массы:

1 — гидроразбиватель; 2 — приемный бассейн; 3 — вихревой очиститель; 4 — энтштиппер; 5 — дисковый рафинер; 6 — коническая мельница; 7 — дозаторы; 8 — смесительный ящик; 9 — напорный ящик; 10 — сухой оборотный брак; 11 — мокрый оборотный брак; 12 — брак; 13 — химикаты; 14 — на бумагоделательную машину; 15 — емкость для подсеточной воды; 16 — второй поток массы; 17 — наполнитель; 18 — подсеточная вода; 19 — чистая вода

все остальные добавки и химикаты — в зависимости от расхода бумажной массы.

Так как работа размольного отдела тесно связана с работой бумагоделательной машины, создается единая централизованная система управления, обеспечивающая ритмичную работу всего технологического потока и стабильное качество выпускаемой продукции. При этом затраты на капитальное строительство значительно уменьшаются, так как отпадает необходимость по крайней мере в пяти бассейнах, в большом количестве вспомогательного оборудования и арматуры.

### Изготовление бумаги на бумагоделательной машине

Многослойные виды бумаги вырабатываются на двух- или многосеточных столовых (устанавливается до четырех сеточных столов), круглосеточных (цилиндрических) или комбинированных бумагоделательных машинах [87, с. 602; 89, с. 474; 90].

Многосеточные бумагоделательные машины в СССР применяются при выработке главным образом технических видов бумаги (высоковольтной кабельной, телефонной, основы для шлифовальной шкурки и т. п.). Двухсеточные машины находят применение при выработке картона и бумаги с покровным слоем. Второй сеточный стол размещается над нижним сеточным столом. Как показано на рис. 30, верхний сеточный стол несколько смещен в сторону грудного вала по сравнению с нижним, а бумажное полотно передается с верхней сетки на отсасывающие ящики или на гауч-вал нижней сетки удлиненной ветвью верхней сетки либо специальным транспортировочным сукном. Первый способ передачи бумаги с верхней сетки на нижнюю предпочтительнее второго, так как устраняет лишнее натяжение и возмож-

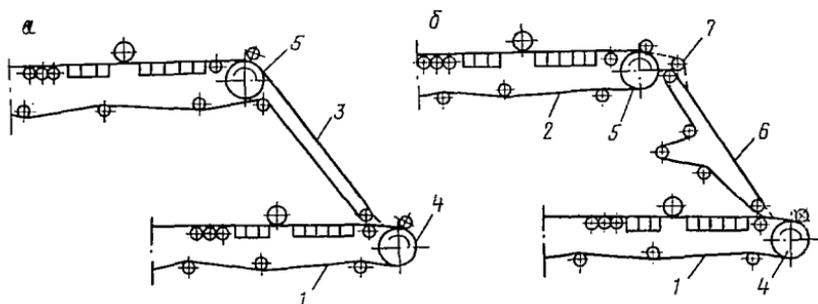


Рис. 30. Схемы двухсеточных машин:

а — с передачей полотна бумаги верхней удлиненной сеткой; б — с передачей полотна бумаги сукном; 1, 2, 3 — нижняя, верхняя и верхняя удлиненная сетки; 4 — отсасывающий гауч-вал нижней сетки; 5 — отсасывающий гауч-вал верхней сетки; 6 — передающее сукно; 7 — бумаговедущий валик

ность появления морщин и складок в бумаге при переходе с верхней сетки на сукно.

К числу многосеточных машин с плоским сеточным столом можно отнести конструкцию картоноделательной машины «Инверформ». В ряде стран эта машина применяется для выработки многослойного картона с массой  $1 \text{ м}^2$  120—500 г. Сеточная часть машины состоит из нижней сетки и нескольких верхних сеток, расположенных над ней (рис. 31).

Каждое формующее устройство верхней сетки состоит из формующего перфорированного цилиндра большого диаметра, обтянутого сеткой, шаберного устройства, «перевернутых» отсасывающих ящиков и предварительного пресса. Перед формующим цилиндром каждой верхней сетки располагается напорный ящик. Волокнистая суспензия из напорного ящика подается в зазор между нижней и верхней сетками, при этом обеспечивается создание давления на потоке суспензии. Зазор между сетками регулируется путем вертикального перемещения формующего вала верхней сетки при помощи гидравлического устройства. Масса между сетками проходит последовательно ряд

обезвоживающих устройств верхней сетки, так что вода из последующих слоев полотна не проходит через предыдущие.

К достоинствам машины «Инверформ» можно отнести простоту и надежность работы напорных устройств, отсутствие помех при формировании листа из-за пузырьков и струйности в потоке суспензии, формирование листа при более высокой концентрации и получение в этих условиях вполне удовлетворительной структуры листа с минимальной тенденцией к скручиванию. Недостаток этой конструкции — очень длинная нижняя сетка, малый срок ее службы и сложность замены.

Цилиндровые или круглосеточные машины применяются для производства многослойного картона. В бумажном производстве многоцилиндровые машины имеют ограниченное применение. На них вырабатывают некоторые виды денежной и документной бумаги, чертежную, рисовальную и т. п. Применяют одно-, двух- и трехцилиндровые машины.

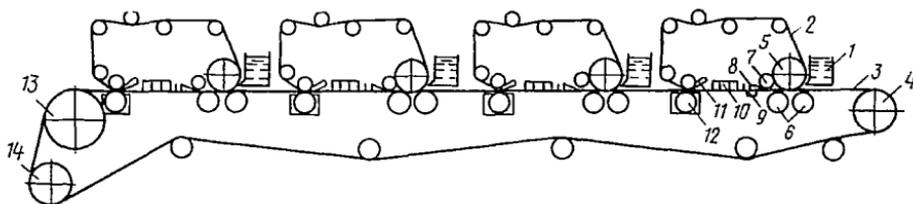


Рис. 31. Схема сеточной части бумагоделательной машины:

1 — напорный ящик; 2 — верхняя сетка; 3 — нижняя сетка; 4 — грудной вал; 5 — формующий вал; 6 — опорные регистровые валики; 7 — щетка; 8 — наклонный шабер; 9 — нижний отсасывающий ящик; 10 — верхние отсасывающие ящики; 11 — отсасывающий шабер для удаления воды; 12 — вальцовый пресс с нижним валом, расположенным в отсасывающей камере; 13 — отсасывающий гауч-вал; 14 — приводной вал для нижней сетки

Комбинированные машины, представляющие собой сочетание столовой машины с круглосеточной, предназначены для выработки многослойных видов бумаги и картона. Конструкция таких машин может быть разнообразной, например сочетаются длинносеточная машина с одним сеточным цилиндром, многоцилиндровая с длинносеточной, длинносеточная с вакуум-формуемой. В первом случае сеточный цилиндр, как правило, размещается между гауч-прессом и первым прессом в нижней части бумагоделательной машины [91, с. 7]. Основной слой при этом отливается и обезвоживается на сеточном столе машины, а покрывной — на круглосеточном цилиндре. Прижимная валиком сукно первого пресса к поверхности круглосеточного цилиндра, снимают покрывной слой с круглой сетки и соединяют его с основным слоем бумажного полотна перед первым прессом машины. Схема такой бумагоделательной машины, приспособленной для выработки двухслойной бумаги, приведена на рис. 32.

Ванна с круглосеточным барабаном расположена в приямке глубиной около 2,5 м между гауч-валом и первым отсасывающим прессом. Отлив и обезвоживание основного слоя произво-

дятся так же, как на обычной бумагоделательной машине, вырабатывающей однослойную бумагу. Покровный слой отливается следующим образом. Покровная масса, разбавленная оборотной водой до концентрации 0,2—0,3%, поступает в ванну сеточного барабана. На поверхности этого барабана образуется слой бумажного полотна, который в верхней части барабана снимается сукном первого прессы при помощи обрезиненного валика, прижимающего сукно к поверхности барабана; при этом происходит некоторое обезвоживание полотна.

По пути движения полотна над сукном установлено щелевидное отсасывающее устройство, и сухость покровного слоя перед соединением его с основным слоем повышается до 10—12%. Соединение слоев происходит на сукне первого прессы.

Для ликвидации воздушных пузырей и дальнейшего обезвоживания двухслойного бумажного полотна перед первым прессом под сукном установлены два отсасывающих ящика. После

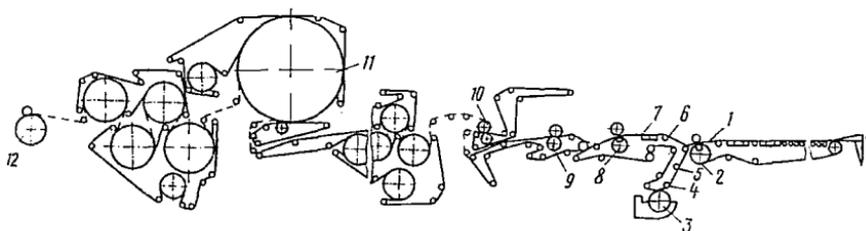


Рис. 32. Схема комбинированной бумагоделательной машины для выработки двухслойной бумаги:

1 — сеточный стол для отлива основного слоя; 2 — отсасывающий гауч-вал; 3 — кругло-сеточный цилиндр для отлива покровного слоя; 4 — прижимной валик; 5 — щелевидный сосуд; 6 — сукно первого прессы; 7 — отсасывающие ящики; 8 — первый отсасывающий пресс; 9, 10 — прямой и обратный прессы; 11 — сушильная часть с лоцильным цилиндром; 12 — накат

обезвоживания двухслойное бумажное полотно проходит между валами первого отсасывающего прессы. Дальнейшее обезвоживание происходит так же, как на обычной машине. Если покровный слой является нижним слоем бумажного полотна, в прессовой части обязательно последним устанавливается обратный пресс для сглаживания на покровном слое маркировки от сукон предыдущих прямых прессов.

Для получения хорошей гладкости покровного слоя в сушильной части установлен лоцильный цилиндр, температура поверхности которого равна 105—115° С. Сухость бумаги перед ним 60%.

Двухслойную бумагу можно также отливать на плоскосеточной машине, если установить в ее отсасывающей части дополнительное напускное устройство [92, с. 390]. Конструкции напускных устройств и место их установки, как правило, выбираются в каждом конкретном случае. Чаще всего они устанавливаются между первым и третьим отсасывающими ящиками [82, с. 22; 93, с. 25].

На бумагоделательных машинах ряда предприятий установлены дополнительные напускные устройства. После проведения соответствующей реконструкции этих машин стало возможным вырабатывать на них двухслойную бумагу с облагороженным слоем из беленых полуфабрикатов. Общее количество отсасывающих ящиков при этом увеличивается на два—четыре, чтобы удалить воду из верхнего слоя бумажного полотна, масса которого составляет 15—35% от общей массы бумаги.

На рис. 33 изображена схема установки дополнительного напорного ящика с подводом массы коническим коллектором. Масса в коллектор подается с избытком, который отводится в трубу перед коллектором рециркуляционной линией. При помощи коленчатого вала через систему шатунов и шпинделей осуществляется общая регулировка подачи массы в напускное устройство и в каждую трубку в отдельности.

В корпусе напускного устройства имеется вертикальная, регулируемая по высоте перегородка, которая разделяет напорный

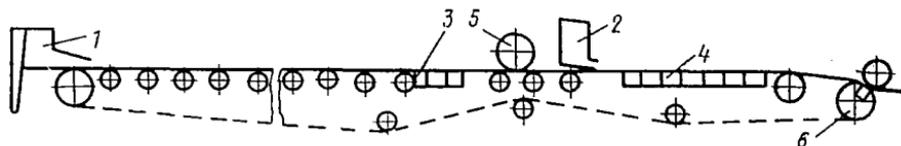


Рис. 33. Сеточный стол реконструированной бумагоделательной машины с двумя напорными ящиками:

1, 2 — напорные ящики; 3, 4 — отсасывающие ящики; 5 — ровнитель; 6 — отсасывающий гауч-вал

ящик на две части. В первой части поддерживается определенный уровень массы, которая затем через перегородку поступает во вторую часть устройства, где имеется вращающийся со скоростью 45 об/мин перфорированный валик. Напускное устройство установлено с небольшим уклоном по ходу сетки. Уровень массы во второй части устройства и подачу массы на сетку регулируют вертикальной напускной линией.

Основной слой до напуска покровного слоя обезвоживается на регистровой части и на трех отсасывающих ящиках до сухости 8—10%, уплотняется ровнителем. После этого напускается масса для покровного слоя бумаги.

Изготовление двухслойной бумаги на современных бумагоделательных машинах также производится при помощи второго напорного ящика. Сеточная часть современной машины с двумя напорными ящиками показана на рис. 34. Подобная машина установлена на одном из отечественных предприятий. На машине может вырабатываться бумага с покровным слоем из беленых волокнистых полуфабрикатов или мелованным слоем при скорости около 200 м/мин.

Техническая характеристика машины приведена при описании технологии изготовления бумаги-основы для пакетов «Тетра-Пак».

Ниже приводятся особенности технологии выработки на этой машине бумаги для пачек. На машине установлен сглаживающий горячий пресс, который способствует снижению разносторонности бумаги и склонности ее к скручиванию за счет улучшения структуры поверхности основного слоя. Как указано выше, свойства бумаги значительно улучшаются за счет поверхностной проклейки. Горизонтальный клеильный пресс установлен между пятой и шестой сушильными секциями машины. В качестве проклеивающих веществ применяют модифицированные крахмалы, главным образом окисленный крахмал; натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы, поливиниловый спирт, синтетические смолы и альгинат натрия применяют в основном в качестве добавок к крахмалу.

В зависимости от требуемых свойств бумаги нанос проклеивающего вещества может изменяться в широких пределах. Вели-

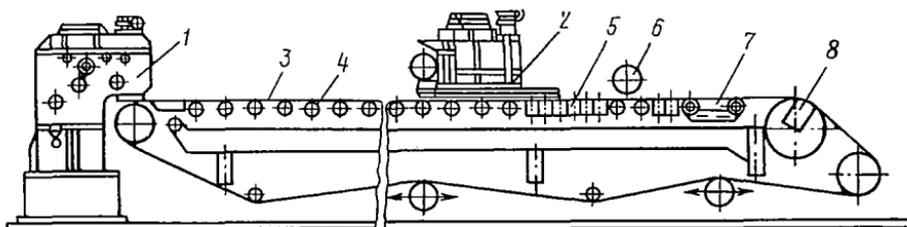


Рис. 34. Сеточная часть современной машины с двумя напорными ящиками:

1, 2 — напорные ящики; 3 — сетка; 4 — регистровые валики; 5 — отсасывающие ящики; 6 — ровнитель; 7 — трехсекционный отсасывающий ящик «Ротобелт»; 8 — отсасывающий гауч-вал

чина наноса зависит от влажности бумаги, состояния ее поверхности, степени проклейки канифольным клеем, вязкости и температуры проклеивающего вещества, давления между валами и т. д. Проклейка бумаги на клеильном прессе повышает механическую прочность бумаги и прочность ее поверхности, снижает степень деформации и склонность к скручиванию.

Кроме того, на клеильном прессе можно значительно улучшить свойства поверхности бумаги, введя в покровную массу минеральные пигменты и оптически отбеливающие вещества. Повышаются белизна, гладкость и зольность бумаги при 100% -ном удержании наполнителей без снижения прочности бумаги. Пигменты заполняют неровности поверхности и образуют с проклеивающим веществом сплошную пленку, которая препятствует проникновению печатной краски в волокнистый слой. Количество наносимого в этом случае покрытия составляет 3—5 г/м<sup>2</sup>. Еще больший эффект по улучшению внешнего вида и печатных свойств достигается при меловании бумаги. Меловальное устройство располагается на машине после 8-вального каландра. За меловальным устройством имеется сушильная группа из пяти цилиндров, один из которых снабжен высокоскоростным

колпаком системы Гарднера со щелевидными соплами. Колпак охватывает сушильный цилиндр по дуге 150° и состоит из нескольких секций.

В состав меловальной массы входят: покровные пигменты, связующие вещества, диспергаторы, пластификаторы и антисептики. Покровные пигменты должны быть нерастворимыми в воде, иметь высокую и равномерную белизну, высокую дисперсность, кроющую способность и химическую стойкость; должны создавать прочную связь с бумагой посредством связующих веществ. В качестве покровных пигментов применяются чаще всего каолин, реже — бланфикс (сернистый барий), литопон, двуокись титана, мел и др. Они составляют в покровной массе 80—85%, 15—20% составляют связующие, в качестве которых применяют модифицированные крахмалы, казеин, натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы, латексы синтетического каучука и др.

В состав покровной массы вводят в небольших количествах диспергаторы (жидкое стекло 0,5%) и пластификаторы (около 1,5% от основных веществ). Последние повышают гибкость покровного слоя, устраняют склонность бумаги к скручиванию, повышают адгезию покровного слоя к поверхности бумаги-основы. В качестве пластификаторов используют глицерин, хлористый магний, стеарат аммония и другие вещества.

Концентрация покровной массы 50—60%, масса покрытия при меловании составляет 13—20 г/м<sup>2</sup>.

Бумагу с поверхностным покрытием обязательно подвергают каландрированию, способствующему повышению лоска и гладкости.

Основные параметры технологического режима выработки бумаги массой 250 г/м<sup>2</sup> на вышеуказанной машине следующие:

Концентрация массы в напорном ящике, %:	
основного слоя . . . . .	0,65—0,85
покровного слоя . . . . .	0,75—0,95
Температура массы в напорных ящиках, °С . . . . .	30—35
pH подсеточной воды . . . . .	4,8—5,3

Вакуум, мм рт. ст.:

в отсасывающих ящиках:

первом . . . . .	80—100
втором . . . . .	120—150
третьем . . . . .	150
четвертом . . . . .	180
пятом . . . . .	200
шестом . . . . .	220

в отсасывающих ящиках устройства фло-вак:

первом . . . . .	250
втором . . . . .	280—300
третьем . . . . .	300—350

в отсасывающих валах:

гауч-пресса . . . . .	450—500
1-го пресса . . . . .	500—550
2-го пресса . . . . .	550—600

Линейное давление прессования, кгс/см:	
1-й пресс . . . . .	32—45
2-й пресс . . . . .	45—63
3-й пресс . . . . .	63—72
4-й пресс . . . . .	29—45
полусухой каландр . . . . .	27—35
Сухость бумажного полотна основного слоя после регистрационной части, % . . . . .	1,5—3,0
Сухость двухслойного бумажного полотна, % после:	
отсасывающих ящиков . . . . .	10
устройства фло-вак . . . . .	15
гауч-пресса . . . . .	20—22
1-го пресса . . . . .	26—28
2-го пресса . . . . .	28—31
предварительной сушильной группы . . . . .	31,5
3-го горячего пресса . . . . .	34—36
Температурный режим сушки бумаги, °С, по группам цилиндров:	
1—9 . . . . .	40—80
10—32 . . . . .	80—100
33—66 . . . . .	100—130
67—70 . . . . .	130—120
71—83 . . . . .	120—100
84—87 . . . . .	100—80

Предусмотрена возможность поверхностной проклейки бумаги на клеильном прессе окисленным хлорной известью крахмалом концентрацией 55—65 г/л при температуре 40—50° С. Масса поверхностного покрытия 3—5 г/м<sup>2</sup>. Технология крахмального клея описана в главе I.

Ниже приводится технология бумаги для пачек на нескольких реконструированных технологических линиях действующих предприятий.

На одном из предприятий вырабатывается двухслойная коробочная бумага массой 250 г/м<sup>2</sup> с использованием в композиции основного слоя отходов сортирования небеленой целлюлозы и древесной массы в соотношении 1 : 1. Размол отходов до 20—22° ШР производится на двух последовательно включенных конических мельницах МКЛ-02. Листовая древесная масса распускается в гидроразбивателе, откуда непрерывным потоком поступает в бассейн.

Далее волокнистые полуфабрикаты поступают через регулятор композиции в композиционный бассейн. Сюда же подаются канифольный клей в количестве 1,5% от абсолютно сухого волокна, каолин в количестве 8% и глинозем.

Подготовленная таким образом масса подвергается размолу до 27—30° ШР на конических мельницах МКЛ-02 при концентрации 2,8—3,5%, затем смешивается с мокрым и сухим оборотным браком, предварительно распущенным в гидроразбивателе. После разбавления оборотной водой до 2,0—2,2% масса через регулятор концентрации подается в смесительный насос и далее на очистку. Очищенная масса с концентрацией 0,9—1,1% после

введения в нее полиакриламида (75 г на 1 т бумаги) поступает в напускной ящик основного слоя.

В композицию покровного слоя бумаги входят: беленая сульфитная целлюлоза, которая размалывается до 35—45° ШР, краситель для подцветки, канифольный клей в количестве 3,0%, глинозем 4,5% и каолин 25% от абсолютно сухого волокна.

Готовая масса покровного слоя, разбавленная свежей и оборотной водой, после очистки поступает в напускной ящик круглосеточного цилиндра. Сюда же подается полнакриламид в количестве 25 г на 1 т бумаги.

Обезвоживание и формование покровного слоя происходит на круглосеточном цилиндре диаметром 1000 мм, длиной 2690 мм, оборудованном подкладочной сеткой № 2, верхней № 26, скомбинированном со столовой бумагоделательной машиной, имеющей длину сеточного стола 8700 мм, ширину 2600 мм, максимальную скорость 105 м/мин. Соединение слоев происходит на сукне первого пресса (см. рис. 32).

Машина оборудована напускным ящиком низкого напора. Сеточный стол включает 19 регистровых валиков диаметром 100 мм, 5 отсасывающих ящиков, отсасывающий гауч-вал типа «Беллоит»; прессовая часть — один отсасывающий, один обычный прямой и обратный прессы. Сушильная часть состоит из трех групп, включающих 16 бумагосушильных цилиндров. Машина снабжена одним лощильным цилиндром диаметром 4200 мм и накатом Попе. Установлен продольно-резательный станок обрезающей шириной 2370 мм.

Основные параметры технологического режима выработки бумаги на бумагоделательной машине:

Концентрация массы в наливном устройстве, %:	
основного слоя . . . . .	0,9—1,1
покровного слоя . . . . .	0,2—0,3
Масса 1 м <sup>2</sup> покровного слоя, г . . . . .	50—60
Скорость машины, м/мин . . . . .	47—50
Режим тряски грудного вала:	
частота колебаний в минуту . . . . .	90—100
амплитуда колебаний, мм . . . . .	4—10
Разрежение, мм рт. ст.:	
в отсасывающих ящиках . . . . .	180—200
в камере гауч-вала . . . . .	300—350
в камере 1-го пресса . . . . .	500—600
Сухость бумажного полотна, %:	
после гауч-вала . . . . .	21
после 1-го пресса . . . . .	24
после 2-го пресса . . . . .	31
после 3-го пресса . . . . .	34
перед лощильным цилиндром . . . . .	60—62
на накате . . . . .	90—93
Давление прижимного вала к лощильному цилиндру, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	1,0—1,5
Давление поступающего на сушку пара, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	2,0—2,5
Температура пара, °С . . . . .	160—180

На другом предприятии роспуск сырья и составление композиции массы для однослойной пачечной бумаги и основного слоя двухслойной осуществляют непрерывным способом в гидроразбивателях. Целлюлоза, древесная масса и отсортированная пропаренная макулатура (газеты и промышленные отходы белой бумаги без печати и легкой печатью) загружаются в гидроразбиватель с оборотной водой (табл. 23). Из гидроразбивателя масса с концентрацией 2,8—3% выпускается в бассейн неразмолотой массы. В этот же бассейн непрерывно дозируются канифольный клей и глинозем. Из бассейна насосом масса подается на гидрофайнер типа МЛ-02. После размола масса поступает в бассейн, куда непрерывно дозируется каолиновая суспензия концентрацией 100 г/л. После разбавления масса подается на селективфайер и далее в напорный ящик основного слоя.

Таблица 23

Технологические параметры подготовки массы

Параметры	Двухслойная бумага (250 г/м <sup>2</sup> )		Однослойная бумага (250 г/м <sup>2</sup> )
	основной слой	покровный слой	
Композиция по волокну, %:			
сульфитная небеленая целлюлоза	30	—	50
древесная масса	20	—	20
макулатура	50	—	30
сульфитная беленая целлюлоза	—	100	—
Дозировка химикатов, кг, на 1 т бумаги:			
канифольный клей		7	7
глинозем		40	40
каолин		100	100
Степень помола массы, °ШР	40—45	55—60	32—42
Концентрация массы в напорном ящике, %	0,8—1,0	0,8—0,9	0,9—1,2
pH подсеточной воды	4,5—5,5		4,5—5,5

Сульфитная беленая целлюлоза для покровного слоя распускается в гидроразбивателе, далее размальывается при концентрации 2,8—3% на конической мельнице типа МКН-03. После размола масса поступает в бассейн размолотой целлюлозы. В этот же бассейн непрерывно подаются проклеивающие материалы. Каолиновая суспензия подается в рабочий бассейн, из которого масса через смесительный ящик, где она разбавляется свежей водой до концентрации 0,8—0,9%, подается на очистку в узлоловитель и затем в напускное устройство покровного слоя.

Выработка бумаги производится на бумагоделательной машине с максимальной скоростью 64 м/мин, оборудованной двумя напорными ящиками открытого типа. На сеточном столе (сетка № 24) длиной 10 600 мм установлены: грудной вал диаметром 450 мм, 36 регистровых валиков диаметром 79 мм, 10 отсасывающих ящиков, после 3-го отсасывающего ящика установлено наливное устройство покровного слоя, отсасывающий гауч-вал. В прессовой части — 1-й пресс отсасывающий, 2-й — обычный.

Сушильная часть состоит из трех сушильных групп, включающих 17 бумагосушильных цилиндров. Накат — периферический. Обрезная ширина бумаги — 1740 мм.

Бумага изготавливается по следующему технологическому режиму:

Скорость бумагоделательной машины, м/мин . . . . .	46
Режим тряски сеточного стола:	
число колебаний в минуту . . . . .	270—280
амплитуда колебаний, мм . . . . .	3—4
Разрежение в камере отсасывающего вала, мм рт. ст.:	
гауч-пресса . . . . .	250—280
1-го пресса . . . . .	260—300
Сухость бумажного полотна, %:	
после гауч-пресса . . . . .	20
после 1-го пресса . . . . .	32
после 2-го пресса . . . . .	38
на накате . . . . .	93
Температура групп сушильных цилиндров, °С:	
1-й . . . . .	60—70
2-й . . . . .	90—110
3-й . . . . .	110—100
4-й . . . . .	90—80

Пачечная двухслойная бумага (200 г/м<sup>2</sup>) на одном из предприятий вырабатывается с использованием в композиции основного слоя сульфитной небеленой целлюлозы (40%) и древесной массы (60%). Целлюлоза распускается в гидроразбивателях, затем размалывается на конических мельницах при концентрации 2,5—3% до 28—32° ШР и поступает в мешальный бассейн. Древесная масса концентрацией 2,5—3% со степенью помола 45—56° ШР поступает с древесномассного завода в бассейн древесной массы. Оба компонента через регуляторы концентрации подаются в регулятор композиции и далее в композиционный бассейн. В этот же бассейн подаются канифольный клей, мокрый оборотный брак и волокнистые отходы от селективфайеров. Подготовленная масса насосом через регулятор композиции подается на вторую ступень размола, которая осуществляется на двух гидрофайнерах МЛ-02, работающих последовательно. Размол проводится при концентрации массы 2,2—2,6% до степени помола 35—40° ШР. Размолотая масса поступает в смесительный бачок, куда через дозатор вводится глинозем. Каолин

вводится в трубопровод перед смесительным насосом, полиакриламид — перед напорным ящиком.

В композицию покровного слоя входит сульфитная беленая целлюлоза из хвойных пород с небольшой добавкой (10—15%) сульфатной беленой целлюлозы из лиственной древесины. Оба вида целлюлозы распускаются в гидроразбивателе и размальвываются совместно на конических мельницах при концентрации 2,5—3% до 21—27° ШР (первая ступень) и на гидрофайнерах, МЛ-01 до 30—35° ШР (вторая ступень).

После введения химикатов масса разбавляется оборотной водой и с концентрацией 0,8—1,1% поступает в наливное устройство покровного слоя. Перед поступлением в наливное устройство в массу вводится полиакриламид в количестве 0,02% от массы покровного слоя.

Бумага вырабатывается на бумагоделательной машине при скорости 65—70 м/мин.

Сеточный стол длиной 13 050 мм включает 25 регистровых валков, три отсасывающих ящика до наливного устройства покровного слоя и семь ящиков после него, ровнитель, гауч-вал отсасывающий (см. рис. 32). Прессовая часть оборудована тремя прессами: один — прямой отсасывающий, два — прямые обычные.

Сушильная часть состоит из четырех групп, включающих 18 бумагосушильных и один холодильный цилиндр. Каландр — пятивальный, накат — периферический. Привод машины многодвигательный.

Основной слой до напуска покровного слоя предварительно обезвоживается в регистровой части и на трех отсасывающих ящиках до сухости 8—9% и уплотняется ровнителем. Отсасывающие ящики, предназначенные для обезвоживания двухслойного полотна бумаги, установлены на расстоянии 50—60 см от напускного устройства покровного слоя для того, чтобы после напуска масса покровного слоя успела равномерно распределиться по ширине полотна основного слоя и только потом уже попадала под действие вакуума отсасывающих ящиков.

Технологический режим выработки бумаги на бумагоделательной машине:

Концентрация массы в наливном устройстве, %:	
основного слоя . . . . .	0,7— 1,0
покровного слоя . . . . .	0,8—1,1
Масса 1 м <sup>2</sup> покровного слоя, г . . . . .	50—60
pH подсеточной воды . . . . .	4,5—5,5
Разрежение в отсасывающих ящиках, мм рт. ст. . . . .	возрастает от 40 до 200
Сухость бумажного полотна, %:	
после гауч-вала . . . . .	22
после 1-го пресса . . . . .	28
после 2-го пресса . . . . .	35
после 3-го пресса . . . . .	37
на накате . . . . .	91—93

Температура групп сушильных цилиндров, °С:	
1—4 . . . . .	55—90
5—10 . . . . .	90—105
11—14 . . . . .	105—108
15—18 . . . . .	108—90

Поперечная усадка бумаги при сушке составляет 0,9—1,5%.

Ниже приведены технологические и экономические показатели работы реконструированных бумагоделательных машин при выработке однослойной и двухслойной бумаги массой 190—250 г/м<sup>2</sup>:

Нормы расхода на 1 т бумаги:	
свежего волокна, кг . . . . .	958—1010
каннфоли, кг . . . . .	7—12
глинозема, кг . . . . .	15—40
каолина, кг . . . . .	70—230
электроэнергии, кВт·ч . . . . .	408—586
пара, Гкал . . . . .	1,8—2,8
воды, м <sup>3</sup> . . . . .	59—90
Скорость машины, м/мин . . . . .	45—70
Удельный съем бумаги с ситочного стола, кг/ч·м <sup>2</sup> . . . . .	35—66
Удельный съем воды с рабочей поверхности сушильных цилиндров, кг/ч·м <sup>2</sup> . . . . .	17,5—21

### Глава III. ПЕРГАМЕНТ РАСТИТЕЛЬНЫЙ

#### О механизме пергаментирования бумаги серной кислотой

Пергамент представляет собой жиростойкий влагопрочный упаковочный материал, получаемый преимущественно путем обработки концентрированной серной кислотой впитывающей целлюлозной бумаги-основы. Упаковочный пергамент изготавливается с массой 1 м<sup>2</sup> от 35 до 70 г и применяется главным образом для упаковки сливочного масла, пищевых жиров, молочно-творожных изделий, пищевых концентратов и других продуктов, содержащих жиры, а также при консервировании крабов для изоляции их от металлической поверхности. Кроме того, пергамент применяется для упаковки фармацевтических изделий и стерильных материалов.

Учитывая особенности производства и применения пергамента, к нему предъявляются высокие требования по химической чистоте и, в частности, регламентируется содержание мышьяка, свинца, железа и меди.

В табл. 24 приведены основные свойства пергамента.

Процесс преобразования бумаги в пергамент основан на кратковременном воздействии на нее химических реагентов, вызывающих интенсивное набухание и некоторое растворение цел-

## Свойства пергамента

Наименование показателей	Растительный пергамент			Крабовый пергамент
	для автоматической упаковки		для выстилания тары	
	образцы 1	образцы 2		
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	50	55	65	55—57
Разрывная длина (в среднем по двум направлениям), м	5800—7500	5800—7700	6900—6200	6200—6800
Относительное сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup> :				
	сухого пергамента	2,5—3,2	2,8—3,4	2,9—3,2
влажного пергамента	0,8—1,2	1,3—1,5	1,4—1,6	1,3—1,8
Жироспроицаемость, определяемая пробой 1%-ным спиртовым раствором фуксина:				
число сквозных отверстий на 1 м <sup>2</sup>	50—250	50—150	0—50	0—50
Содержание мышьяка, мг/кг	0—1	0—1	0—1	0—1
pH водной вытяжки	5,5—7,5	5,5—7,5	5,5—7,5	5,5—7,5
Содержание свинца, мг/кг	0—10	0—10	0—10	0—10
Количество металлических вкраплений на образце 0,05 м <sup>2</sup> :				
	железа	0—10	0—10	0—5
	меди	0—1	0—1	0—1
Белизна, %	62—75	60—70	55—65	75—80
Содержание растворимых в щелочной вытяжке пергамента в пересчете на глюкозу (мг глюкозы на 1 г пергамента)	—	—	—	5,0—8,0

люлозы. Основным пергаментирующим агентом, используемым в промышленных условиях, является концентрированная серная кислота. Пергаментирование может осуществляться также концентрированными растворами хлористого цинка, смесью роданистого кальция с хлористым кальцием, растворами ортофосфорной кислоты концентрацией свыше 80% [95, с. 188], а также растворами, содержащими трехфтористый бор и сильную кислоту (серную или фтористоводородную).

При пергаментировании трехфтористым бором достигается более высокая прочность и меньшая прозрачность пергамента по сравнению с пергаментированием серной кислотой.

Наибольшее внимание уделялось исследованию механизма процесса пергаментирования бумаги под действием серной кислоты. Советскими исследователями [96, с. 46; 97, с. 1649] было установлено, что при концентрации серной кислоты 62—63% целлюлоза начинает растворяться. При меньших концентрациях кислоты с течением времени целлюлоза превращается в гидроцеллюлозу. При концентрациях кислоты 62% и выше в первый момент волокна сильно набухают. С увеличением времени воздействия кислоты образуются прозрачные желатинированные системы и наступает коллоидное растворение всего волокнистого материала. При разбавлении полученного раствора водой выпадает амилоид в виде белых хлопьев. По классификации В. И. Шаркова, к группе амилоида относятся все промежуточные стадии гомогенного кислотного распада целлюлозы — от целлюлозы А с числом глюкозных остатков 2000—5000 до продуктов с числом глюкозных остатков в цепи около 20. В пределах концентрации кислоты 65—80%, в зависимости от времени деполлимеризации, удается выделить то или иное количество амилоида. Из раствора в 80%-ной кислоте можно выделить некоторое количество амилоида только в первые 3—5 мин после погружения целлюлозы в кислоту, а из раствора в 75%-ной кислоте высаживание амилоида полностью прекращается через 30 мин. Из 65%-ного раствора кислоты даже после 3 ч воздействия кислоты на целлюлозу высаживается 70% амилоида. При понижении температуры деполлимеризации с 20 до минус 13°С почти полностью высаживается амилоид даже из раствора целлюлозы в 80%-ной кислоте.

По данным А. В. Буевского [97, с. 1650], концентрация серной кислоты, после кратковременного воздействия которой на целлюлозу образуется амилоид, находится в пределах 63,3—72%. На практике для пергаментирования применяется серная кислота концентрацией 63—70%.

По мнению В. И. Шаркова, в процессе пергаментирования амилоид склеивает набухшие в разной степени целлюлозные волокна, а после сушки способствует образованию пергамента с высокой жиростойкостью и влагопрочностью.

Механизм пергаментирования целлюлозной бумаги серной кислотой Бухер [98, с. 125—128] и В. И. Шарков [99, с. 38] объясняют следующим образом. В условиях пергаментирования, т. е. в процессе кратковременного (2—3 с) воздействия серной кислоты концентрацией 63—70% на бумагу, происходит набухание и частичное растворение целлюлозных волокон преимущественно с поверхности. При отжиме кислоты на пергаментирующем прессе происходит перераспределение растворенной части под действием капиллярных сил и сил поверхностного натяжения и заполнение ею межволоконных пространств.

При последующей промывке пергаментированной бумаги водой происходит регенерация растворенной целлюлозы с образованием амилоида.

Благодаря усадке бумажного полотна при сушке и присутствию амилоида образуется малопористая сомкнутая структура и достигается высокая жиростойкость и влагопрочность.

Исследования показали [100, с. 15], что при пергаментировании основная масса волокна не подвергается глубоким изменениям.

В табл. 25 приведены данные об изменении средней степени полимеризации и степени упорядоченности различных видов целлюлозы в процессе пергаментирования.

Таблица 25

Средняя степень полимеризации целлюлозы и показатель степени упорядоченности бумаги-основы и пергамента

Образцы бумаги-основы и пергамента	Степень полимеризации целлюлозы	Показатель степени упорядоченности по Ант-Вуоринену
Бумага-основа из хлопковой целлюлозы	1150	0,68
Пергамент из нее	1080	0,60
Бумага-основа из 100% сульфатной беленой целлюлозы	850	0,49
Пергамент из нее	760	0,46
Бумага-основа из 75% сульфатной беленой и 25% предгидролизной кордной целлюлозы	820	0,57
Пергамент из нее	750	0,50

По данным А. С. Иванова и В. И. Шаркова [100, с. 15], небольшая разница растворимости бумаги-основы и пергамента в NaOH 10- и 18%-ной концентрации показывает, что количество амилоида в пергаменте не превышает 5—10%.

Незначительная разница средней степени полимеризации пергамента и бумаги-основы также указывает на отсутствие больших изменений размеров макромолекул целлюлозы в процессе пергаментирования. Аналогичные данные были получены при пергаментации бумаги-основы с различным композиционным составом [101, с. 159] (табл. 26).

Существенное изменение средней степени полимеризации целлюлозы наблюдается в первые 0,5 с процесса пергаментирования. В процессе пергаментирования за счет увеличения количества низкомолекулярных фракций со степенью полимеризации до 200 и снижения высокомолекулярных несколько изменяется фракционный состав. Наличие в пергаменте небольших количеств глюкозы, несколько более высокие значения медного числа и так называемой гидролизной разницы по сравнению с бумагой-основой также свидетельствуют о некотором гидролитическом распаде клетчатки в процессе пергаментирования [102, с. 21—28].

Изменение средней степени полимеризации целлюлозы в процессе пергаментирования

Целлюлоза для бумаги-основы	Продолжительность пергаментирования, с					
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Хлопковая беленая	818	631	622	588	540	502
Сульфатная беленая	504	459	456	426	413	412
Сульфитная беленая, облаго- роженная	833	638	468	446	446	423
Сульфитная беленая, необлаго- роженная	334	322	322	322	294	219

Однако при правильно выбранных условиях пергаментирования (концентрация серной кислоты, ее температура и продолжительность обработки) и применяемого волокнистого материала степень его гидролитического распада незначительна.

Значительный интерес представляют структурные изменения целлюлозного волокна в процессе пергаментирования. Исследования Бухера показали [98, с. 132—133], что кратковременная обработка волокна концентрированной серной кислотой не изменяет его физической структуры. Растительный пергамент имеет структуру природной целлюлозы I. Эти данные были подтверждены В. И. Шарковым с сотрудниками [100, с. 15].

По другим данным [103, с. 101—113], в растительном пергаменте установлено наличие структурных модификаций целлюлозы I и целлюлозы II. Соотношение в пергаменте природной и гидратцеллюлозы определяется реакционной способностью применяемой целлюлозы. На полученных рентгенограммах пергаментна наблюдался плавный переход от структуры целлюлозы I до целлюлозы II в зависимости от вида исходной целлюлозы. Так, структуры пергаментна из буковой сульфатной и хлопковой целлюлозы, хорошо пергаментирующихся в серной кислоте, очень близки к структуре гидратцеллюлозы. Структура пергаментна из буковой полуцеллюлозы, плохо пергаментирующейся в серной кислоте, приближается к структуре исходной полуцеллюлозы.

По данным Бухера [98, с. 132—133], только полностью растворенная в 70%-ной серной кислоте древесная целлюлоза и препараты  $\beta$ -целлюлозы обладают структурой целлюлозы II.

Процесс пергаментирования характеризуется определенным соотношением между скоростью пропитки бумаги-основы серной кислотой и скоростью растворения целлюлозного волокна. Скорость пропитки и растворения волокна изменяется в зависимости от концентрации и температуры серной кислоты.

Было исследовано [104, с. 186—187] влияние концентрации серной кислоты на способность к пергаментированию бумаги-основы из древесной целлюлозы со степенью помола от 15 до 70° ШР. У бумаги-основы со степенью помола 38° ШР (близкой к применяемой в производственных условиях) оптимальная концентрация кислоты находится в пределах 66—70%. При этой концентрации наблюдалось благоприятное соотношение между скоростями пропитки и растворения волокна и достигалась равномерность взаимодействия кислоты с бумагой-основой. Бумага-основа со степенью помола свыше 38° ШР пергаментировалась неудовлетворительно при концентрациях серной кислоты от 62 до 76% и температуре 15° С.

Для изучения взаимодействия серной кислоты разной концентрации при температуре 10° С с бумагой-основой (0,5 г/м<sup>2</sup>) из сульфитной беленой целлюлозы был применен микроскопический метод [98, с. 128]. Исследования показали, что при повышении концентрации кислоты до 62,5% (плотность 1,530 г/см<sup>3</sup>) в отдельных местах листа наблюдается едва заметное образование пленки из амилоида. При концентрации кислоты 65,5% (1,567 г/см<sup>3</sup>) хорошо видны желатинированные волокна, покрытые пленкой из амилоида, однако еще сохраняется волокнистая структура листа.

Воздействие кислоты 70%-ной концентрации (1,615 г/см<sup>3</sup>) вызывает сильное набухание волокон и образование амилоида, утрачивается волокнистая структура. При концентрации кислоты 78% (1,710 г/см<sup>3</sup>) быстро растворяется пленка и разрушается структура листа.

Изменение вязкости кислоты при повышении температуры также обуславливает разные скорости пропитки бумаги-основы и взаимодействия ее с кислотой.

Применение кислоты с более низкой температурой позволяет получать хорошую степень пергаментации бумаги, полученной из массы с высокой степенью помола [104, с. 187—189]. Так, при концентрации кислоты 66—70% хорошо пергаментируется при —15° С бумага из массы со степенью помола 60° ШР, при 0° С — бумага из массы, размолотой до 56° ШР, при 30° С — до 22° ШР.

Понижение температуры при пергаментировании позволяет снизить концентрацию серной кислоты. При температуре —15° С и 0° С хорошо пергаментируется бумага-основа со степенью помола от 15 до 38° ШР уже при 64%-ной концентрации серной кислоты, в то время как при 30° С только при концентрации 66%.

Пергамент, полученный из пористой бумаги-основы (15—38° ШР) при очень низких температурах кислоты (—30° С и —45° С) и концентрации 68%, имеет значительное количество сквозных отверстий. Очевидно, при этих условиях скорость растворения клетчатки настолько мала, что не в состоянии обеспечить сомкнутость структуры за счет растворенного волокна.

Учитывая эти обстоятельства, процесс пергаментирования целесообразно осуществлять в две ступени — при температуре

минус 15—минус 20°С и при 20—25°С. При данном способе пергаментирования будут использованы преимущества воздействия кислоты различной температуры, т. е. более сильное и равномерное набухание бумаги на первой ступени при низкой температуре и необходимая скорость растворения при повышенной температуре до 20—25°С на второй ступени процесса.

Чем ниже температура кислоты, тем выше показатели прочности пергамента: сопротивление продавливанию, разрыву, излому и раздиранию. Кроме того, повышаются белизна пергамента и его светонепроницаемость.

На практике температура кислоты в пергаментирующей ванне поддерживается в пределах 15—22°С, продолжительность воздействия 2—3 с.

### Требования к волокнистому сырью для производства пергамента

При получении растительного пергамента существенную роль играют свойства целлюлозных волокон, из которых изготовлена бумага-основа. Целлюлоза для изготовления пергамента должна обладать оптимальной способностью к пергаментированию серной кислотой, поскольку пергамент наряду с высокой жиростойкостью не должен быть хрупким и должен иметь достаточно высокую прочность в сухом и влажном состоянии.

Оптимальной реакционной способностью по отношению к серной кислоте обладают хлопковые волокна.

Расширение объема производства пергамента, применение в текстильной промышленности искусственных и синтетических волокон, а также развитие производства реакционноспособной древесной целлюлозы привели к замене хлопчатобумажного сырья в производстве пергамента древесной целлюлозой.

Пригодность древесной целлюлозы для производства пергамента определяется ее химическим составом и состоянием внутренней капиллярной структуры волокон.

По данным Бухера [98], такие компоненты древесной целлюлозы, как  $\alpha$ -  $\beta$ - и  $\gamma$ -целлюлоза, существенно влияют на ее способность к пергаментации серной кислотой. При кратковременном воздействии серной кислоты  $\alpha$ -целлюлоза не претерпевает существенных изменений, и из нее в основном состоит волокнистая структура пергамента.  $\gamma$ -Целлюлоза, имеющая степень полимеризации не более 50, быстро растворяется как в концентрированной, так и разбавленной серной кислоте, поэтому при промывке она не образует амилоида, а уходит в раствор.

Низкополимерная  $\beta$ -целлюлоза растворяется при пергаментировании в концентрированной кислоте и при последующей промывке пергамента водой высаживается из раствора в виде микроскопических аморфных хлопьев, которые в процессе сушки образуют гомогенную жиронепроницаемую пленку. Целлюлоза со значительным содержанием  $\beta$ -целлюлозы образует пленку

при умеренном разрушении структуры волокна, так как  $\beta$ -целлюлоза способствует образованию амилоида.

Бухером [98, с. 130—131] была исследована древесная белая целлюлоза различного происхождения и вида для производства бумаги и искусственного шелка с содержанием  $\alpha$ -целлюлозы от 83,4 до 98,1%. Наилучшую способность к пергаментированию показала целлюлоза с содержанием  $\alpha$ -целлюлозы 87—89% и  $\beta$ -целлюлозы 4—8%. Для целлюлозы с меньшим содержанием  $\alpha$ -целлюлозы наблюдалось значительное разрушение волокна, что приводило к недостаточному образованию пленки. Облагороженная целлюлоза с содержанием  $\alpha$ -целлюлозы свыше 91% и невысоким содержанием  $\beta$ - и  $\gamma$ -целлюлозы пергаментировалась плохо. В этом случае не происходит в достаточной степени образование жиростойкой пленки. Вместе с тем высокое содержание  $\gamma$ -целлюлозы (свыше 10%) и  $\beta$ -целлюлозы придает структуре волокна недостаточную стойкость по отношению к серной кислоте и приводит к повышению хрупкости пергамента и ухудшению его прочности. Например, пергамент, изготовленный из тростниковой целлюлозы, содержащей много  $\beta$ - и  $\gamma$ -целлюлозы, имеет большую хрупкость и низкую прочность на излом [105, с. 588—591].

На способность целлюлозы пергаментироваться серной кислотой весьма существенное влияние оказывает состояние капиллярной структуры волокна. Как известно, субмикроскопическая система капилляров в волокне проходит через всю его структуру, образуя сложную сеть каналов различного диаметра, и создает возможность для проникновения реагентов в глубь волокна.

Субмикроскопическая структура целлюлозного волокна легко изменяется под влиянием различных химических и физических воздействий. Проведенными во ВНИИБ исследованиями [106, 107, с. 6] установлено, что, подвергая целлюлозу в водной среде воздействию отрицательных температур, можно резко повысить ее способность пергаментироваться в серной кислоте. При замораживании волокна, содержащего влагу, происходят два противоположных процесса: с одной стороны, внутреннее обезвоживание волокон за счет вытягивания воды из тончайших пор и капилляров к центрам кристаллизации льда, приводящее к уплотнению структуры и уменьшению гидрофильности; с другой стороны, образующиеся кристаллы льда способствуют расклиниванию и разрыхлению структуры целлюлозы, ослабляют межмолекулярное взаимодействие цепей целлюлозы, что приводит к повышению ее реакционной способности. Замораживание целлюлозы в виде влажного полотна бумаги-основы позволяет значительно сократить продолжительность обработки при низких температурах по сравнению с продолжительностью обработки замороженной суспензии целлюлозы для достижения одной и той же реакционной способности [108].

Совершенно очевидно, что замораживание целлюлозы в воде не сопровождается изменением ее химического состава и повы-

шение реакционной способности целлюлозы и бумаги путем замораживания является следствием структурных изменений. По-видимому, щелочные растворы, применяемые при технологических операциях, также оказывают разрыхляющее действие на структуру целлюлозного волокна. Этим может быть объяснено то обстоятельство, что целлюлоза, сваренная сульфитным способом, хорошо пергаментируется серной кислотой только после щелочной обработки. Сульфатная же целлюлоза хорошо пергаментируется и в небеленом виде, так как ее структура доступна для быстрого проникновения серной кислоты.

### Технология сернокислотного растительного пергамента

#### Технология бумаги-основы

Способность бумаги-основы пергаментироваться условно характеризуется капиллярной впитываемостью воды и механической прочностью. Требования к бумаге-основе на разных предприятиях различны (табл. 27).

Показатели качества бумаги-основы

Наименование показателей	Предприятие 1		
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	59—63	48—52	42—47
Впитываемость, мм за 10 мин (в среднем по двум направлениям)	30—40	25—30	25—30
Разрывная длина (в среднем по двум направлениям), м, не менее	3500	3500	3500
Влажность, %	4—5	4—5	4—5
Степень помола, °ШР	27—33	35—40	40—45
Средняя длина волокна, мм	1,3—1,5	1,2—1,4	1,1—1,3

Из-за усадки бумаги-основы в процессе пергаментирования бумага-основа должна иметь массу 1 м<sup>2</sup> примерно на 10% меньше массы 1 м<sup>2</sup> пергамента.

Основным волокнистым сырьем для производства растительного пергамента является беленая целлюлоза из хвойных и лиственных пород древесины. Для каждого вида пергамента опытным путем выявляется оптимальный композиционный состав из сульфитной и сульфатной целлюлозы. Использование наряду с хвойной целлюлозой коротковолокнистой целлюлозы из лиственных пород способствует улучшению однородности бумаги-основы и пергамента.

Обычная сульфитная беленая целлюлоза для бумаги, как правило, плохо пергаментируется и не рекомендуется для производства пергамента. Для этого производства необходима суль-

фитная целлюлоза, подвергнутая усиленной щелочной обработке или облагораживанию.

В табл. 28 представлены технические свойства целлюлозы, используемой в производстве бумаги-основы для пергамента.

Более высокой жиронепроницаемостью и эластичностью обладает пергамент, бумага-основа для которого изготовлена из смеси сульфатной беленой хвойной целлюлозы, сульфитной облагороженной целлюлозы и сульфатной лиственной целлюлозы в соотношении 2 : 1 : 1.

В производстве бумаги-основы для пергамента применяется до 60% березовой сульфатной беленой целлюлозы, до 10—20% сульфитной беленой целлюлозы из буковой древесины [94, с. 112]. Хвойная и лиственная целлюлозы размалываются совместно.

Размол целлюлозы производится на размольных аппаратах режущего воздействия при толщине ножей 6—8 мм и средней присадке. Так, на ряде предприятий целлюлоза размалывается сначала в роллах при концентрации 3—4%, а затем в кони-

Таблица 27

и бумажной массы для пергамента

	Предприятие 2			Предприятие 3		
	62—66	52—56	42—47	59—65	48—53	43—47
	20—37	18—27	25—30	30—38	27—32	25—30
	2500	2500	3500	2500	2500	3500
	4—6	4—6	4—6	4—6	4—6	4—6
	28—32	30—34	42—46	32—34	36—40	42—46
	—	—	—	1,1—1,3	0,9—1,1	0,9—1,1

ческих мельницах при концентрации 2,5% по непрерывной или периодической схеме.

Все большее распространение получает подготовка бумажной массы по непрерывной схеме на последовательно включенных конических мельницах типа «Жордан».

Определенный уровень впитываемости и физико-механических показателей бумаги-основы обеспечивается степенью и характером размола бумажной массы. Для пергамента с массой 1 м<sup>2</sup> 70 г целлюлоза размалывается до 27—34° ШР, для пергамента 55 г/м<sup>2</sup> — до 35—40° ШР, для пергамента 50 г/м<sup>2</sup> — до 40—45° ШР.

Из табл. 27 следует, что на каждом предприятии в зависимости от массы 1 м<sup>2</sup> бумаги-основы и особенностей технологии устанавливаются оптимальные параметры бумажной массы.

Свойства целлюлозы, применяемой для изготовления пергамента

Наименование показателей	Сульфатная белея		Сульфитная белея облагороженная хвойная
	хвойная	лиственная	
Содержание $\alpha$ -целлюлозы, %, не менее	87	80	90
Содержание $\beta$ -целлюлозы, %	5—7	—	4—6
Содержание $\gamma$ -целлюлозы, %	2—6	—	2—5
Содержание пентозанов, %	2—9	15—21	2—4
Содержание смол и жиров, %, не более	—	—	0,5
Белизна, %, не менее	86	84	90
Механическая прочность при размоле 60° ШР и массе отливки 100 г/м <sup>2</sup> :			
разрывная длина, м, не менее	7000	7000	5000
излом (число двойных перегибов), не менее	1300	300	100

Бумагу-основу вырабатывают на длинносеточных машинах обычного типа. Рабочая скорость на реконструированных машинах составляет 70—100 м/мин, обрезная ширина бумаги на накате 1600 и 1900 мм.

Машины характеризуются коротким сеточным столом (7000—8000 мм) с малым числом отсасывающих ящиков (4—5 шт.), снабжены отсасывающим гауч-валом, двумя (тремя) мокрыми прессами, из которых один обратный, и сравнительно небольшой сушильной частью (11—15 сушильных цилиндров).

Основные технологические параметры режима изготовления бумаги-основы: концентрация массы в машинном бассейне 2,5—3,2%, в напорном ящике 0,4—0,5%;

сухость полотна бумаги после сеточной части 18—20%, после прессовой части 35—40%, на накате 94—96%;

температура сушильных цилиндров поднимается постепенно с 60 до 105° С и далее снижается до 80° С на последнем цилиндре.

Поперечная усадка полотна бумаги-основы в процессе сушки составляет 5—7%.

Удельные нормы расхода на 1 т бумаги-основы: целлюлозы 1090 кг, воды 70—100 м<sup>3</sup>, электроэнергии 550—600 кВт·ч, пара 2—2,6 Гкал.

В настоящее время для изготовления бумаги-основы пергамента и некоторых других впитывающих видов бумаги разработана бумагоделательная машина марки Б-39 более совершенной конструкции. Машина рассчитана на работу со скоростью до 250 м/мин, длина сеточного стола 12 000 мм, ширина сетки 2900 мм. Сеточный стол оснащен двухзональной тряской, за грудным валом установлены 22 регистровых валика, из которых пять

желобчатые, и восемь отсасывающих ящиков. Желобчатые валики способствуют повышению плавности обезвоживания и, следовательно, улучшению формования бумажного полотна.

Для улучшения структуры полотна бумаги и сглаживания поверхности после второго отсасывающего ящика предусмотрена установка ровнителя диаметром 500 мм. Гауч-вал отсасывающий, двухкамерный. Прессовая часть состоит из двух отсасывающих прессов с пневматическим прижимом валов. Верхние валы прессов снабжены шаберами. С шабера первого пресса брак при помощи ленточного транспортера и лотка попадает в мешалку.

Сушильная часть состоит из 31 бумагосушильного цилиндра, 8 сукносушильных и холодильного цилиндра. По приводу сушильная часть разделена на четыре группы. Каждое сукно имеет автоматическую пневматическую сукнонатяжку. Заправка бумаги канатиковая. Включение привода системы канатиков осуществляется автоматически в период обрыва бумажного полотна. Машинный каландр 4-вальный, с пневматическим прижимом валов.

### *Технология пергаментирования*

Процесс пергаментирования бумаги-основы осуществляется на пергаментирующей машине при скорости 50—100 м/мин. Схема машины, установленной на одной из фабрик, представлена на рис. 35.

Пергаментирующая машина включает раскат, кислотную, промывную, сушильную части, каландр и накат.

Кислотная часть состоит из пергаментирующей ванны 2 с прессом 3 и пяти кислотных ванн 4 с прессами 5.

Промывная часть состоит из пяти промывных ванн со спрысковыми устройствами 6, нейтрализационной ванны 8 и ванны для пластификации 9.

Все ванны оборудованы прессами, назначение которых отжимать кислоту из полотна пергамента для снижения уноса кислоты и ускорения промывки. Прессовые валы изготовляют из чугуна и покрывают кислотоупорной резиной. Твердость и чистота поверхности резиновой облицовки прессовых валов существенно влияют на расход кислоты при пергаментировании и безобрывную работу машины.

Ванны деревянные, облицованные свинцом. Для охлаждения кислоты на дне пергаментирующей ванны вмонтирован холодильник в виде свинцовых труб, по которым непрерывно протекает холодная вода.

Все кислотные ванны соединены между собой переливными трубами, кислота в них движется по принципу противотока от последней ванны до первой. Концентрация кислоты в ваннах постепенно увеличивается за счет промывки пергамента. Когда

в первой кислотной ванне кислота достигает плотности 1,25—1,4 г/см<sup>3</sup>, она перекачивается в сборные баки слабой кислоты и используется для разбавления концентрированной кислоты. В последнюю кислотную ванну подается свежая вода.

Промывной sprысковый аппарат состоит из двух станин специальной конфигурации, установленных на раме пергаментной машины. В станинах закреплены sprысковые трубы. Трубы с приводной стороны соединяются в один патрубок, через который подается свежая вода, предварительно очищенная на фильтрах от механических примесей.

Имеется другая конструкция промывных аппаратов. Так, аппарат Эркенса состоит из вращающихся полых барабанов, расположенных в шахматном порядке. Полотно пергаменты в форме восьмерки проводится вокруг вращающихся барабанов с концентрически расположенными sprысками через промывную часть.

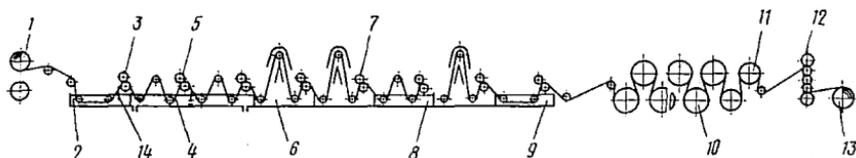


Рис. 35. Схема пергаментирующей машины:

1 — раскат; 2 — пергаментирующая ванна; 3 — пергаментирующий пресс; 4 — кислотные ванны; 5 — кислотные прессы; 6 — промывные ванны со sprысковыми устройствами; 7 — отжимные прессы; 8 — ванна нейтрализации; 9 — ванна пластификации; 10 — сушильная часть; 11 — холодильный цилиндр; 12 — каландр; 13 — раскат; 14 — шабер

В аппарате этой конструкции полотно пергаменты значительно больше времени подвергается промывке, чем в промывном sprысковом аппарате.

Новые пергаментные машины оснащаются более мощной кислотоулавливающей и промывной частями. Это позволяет уменьшить расход серной кислоты и улучшить промывку пергаменты от химических реагентов.

Пергаментная машина П2-01 обрезающей шириной 2200 м имеет ванну предварительной пергаментации для регулирования степени пергаментации, 9 кислотных ванн, 5 групп промывных sprысковых устройств и 2 ванны для нейтрализации. В сушильной части машины, состоящей из 16 бумагосушильных групп, после 11-го цилиндра установлен полусухой каландр для уплотнения и сглаживания полотна пергаменты, 2 холодильных цилиндра и 6-вальный каландр с пневматическим прижимом валов и воздушной заправкой бумаги. Все части машины имеют полуавтоматическую канатиковую заправку бумаги. Скорость машины 100 м/мин.

В литературе имеются сведения о пергаментных машинах, работающих по другому принципу — с пергаментацией не в ваннах, а на специальных цилиндрах с принудительной про-

питкой бумаги-основы [109, с. 432—433]. На этих машинах можно получить пергамент как с двусторонней, так и с односторонней пергаментацией. Схема такой пергаментной машины приведена на рис. 36.

**Процесс пергаментирования бумаги-основы.** Полотно бумаги-основы (см. рис. 35) из рулона, установленного на раскате 1, поступает в пергаментирующую ванну 2 с серной кислотой концентрацией 63—67%. Температура кислоты в ванне 15—22° С, продолжительность пергаментирования 2—3 с.

В процессе кратковременного воздействия серной кислоты на бумагу происходит набухание и частичное растворение целлюлозных волокон преимущественно с поверхности. При отжиме кислоты на пергаментирующем прессе растворенная часть целлюлозы перераспределяется и заполняет межволоконные про-

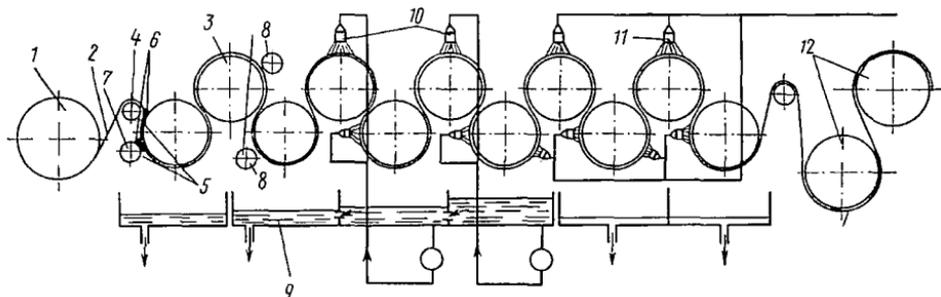


Рис. 36. Схема пергаментирующей машины с пергаментацией на цилиндрах: 1 — раскат; 2 — полотно бумаги-основы; 3 — пергаментирующие цилиндры; 4 и 7 — прижимные валики; 5 — зазоры между цилиндром и прижимными валиками; 6 — наполнение пергаментирующей жидкости; 8 — отжимные валики; 9 — регенерационные ванны; 10 — распылители слабой кислоты; 11 — распылители чистой воды; 12 — сушильная часть.

странства. При последующей промывке пергаментированной бумаги водой происходит регенерация растворенной целлюлозы с образованием амилоида.

Благодаря присутствию амилоида и усадке при сушке образуется малопористая сомкнутая структура и достигается высокая жиростойкость и влагопрочность.

Кислота в пергаментирующую ванну подается непрерывно, и уровень ее поддерживается постоянным. Продолжительность обработки бумаги-основы кислотой в пергаментирующей ванне регулируется изменением глубины погружения бумаговедущих валиков в кислоту и скоростью пергаментной машины. Избыток кислоты с полотна снимается шабером и отжимается пергаментирующим прессом 3 обратно в ванну. После пергаментирующей ванны полотно пергамента поступает в кислотные ванны 4 для извлечения кислоты из пергамента и частичной промывки. При этом происходит высаживание на полотне пергамента растворенной части целлюлозы, о чем упоминалось ранее.

После последнего кислотного пресса содержание кислоты в пергаменте составляет 350—500 кг (в пересчете на моногидрат) на тонну пергаamenta.

Дальнейшая отмывка пергаamenta от кислоты производится свежей водой на спрысковых устройствах, установленных в промывных ваннах 6, до содержания кислоты 20—50 кг на тонну пергаamenta. Оставшаяся в пергаменте кислота нейтрализуется раствором аммиака или кальцинированной соды концентрацией 1—4 г/л.

Дополнительная промывка пергаamenta на спрысковой установке удаляет избыток реагента, а также сульфат натрия в случае применения соды для нейтрализации кислоты.

Промытый пергамент пластифицируется раствором хлористого натрия концентрацией 9—15 г/л, ксилитана или глицерина плотностью 1,02—1,05 г/см<sup>3</sup>.

После пластификации пергамент с сухостью около 35% поступает в сушильную часть 10. Температура поверхности сушильных цилиндров от 65° С постепенно повышается к середине сушильной части до 100° С, а затем снижается.

Полотно пергаamenta охлаждается на холодильном цилиндре 11, каландрируется на машинном каландре 12 и поступает на накат 13. На продольно-резательном станке пергамент разрезается на рулоны требуемого формата. Влажное полотно пергаamenta в процессе сушки приобретает усадку до 7—10%.

В соответствии с композиционным составом бумаги-основы и с учетом технологических особенностей производства на каждом предприятии практическим путем выбраны оптимальные режимы пергаментирования бумаги-основы. Основные технологические параметры режима пергаментирования приведены в табл. 29.

На расход серной кислоты в процессе пергаментирования большое влияние оказывает ряд факторов и в первую очередь состояние поверхности резиновой облицовки пергаментирующего и кислотных прессов, степень прижима этих прессов, количество кислотных ванн, впитывающая способность бумаги-основы, зависящая от свойств исходной целлюлозы, степени и характера размола бумажной массы.

**Приготовление кислоты для пергаментирования.** Для приготовления рабочего раствора серной кислоты используется свежая концентрированная кислота плотностью 1,82 г/см<sup>3</sup> и отработанная кислота из первой кислотной ванны плотностью 1,25—1,40 г/см<sup>3</sup>.

Бак для приготовления рабочей кислоты заполняют отработанной кислотой на 60—65% объема. Затем добавляют свежую концентрированную кислоту до необходимой крепости. Кислоту тщательно перемешивают, при этом температура ее повышается до 45—50° С. Для охлаждения кислоты в холодильник бака непрерывно подается охлаждающая вода.

Технологические параметры режима пергаментирования

Параметры	Предприятия			
	1	2	3	4
Скорость машины, м/мин	50—55	100	50—60	125
Плотность кислоты в пергаментирующей ванне, г/см <sup>3</sup>	1,57—1,58	1,56—1,58	1,56—1,58	1,56
Температура кислоты, °С	18—20	15—17	18—22	—
Плотность кислоты в кислотных ваннах, г/см <sup>3</sup> :				
I	1,35	1,40	1,25—1,30	1,38
II	1,28—1,30	1,37	1,15—1,22	—
III	1,18—1,20	1,32	Свежая вода	—
IV	1,12	1,26	—	—
V	Свежая вода	1,21	—	—
VI		1,15	—	—
VII		Свежая вода	—	—
VIII				Свежая вода
Расход серной кислоты (моногидрата) на 1 т пергаменты, кг	800	490	735	200

В этой же емкости кислота осветляется окислением органических веществ бертолетовой солью. Измельченная соль в количестве 1 кг на 1 м<sup>3</sup> кислоты засыпается небольшими порциями при непрерывном размешивании сжатым воздухом. Готовая кислота перед поступлением на пергаментную машину охлаждается до 16—22° С.

**Приготовление раствора соды.** Кальцинированная сода засыпается в емкость с водой, нагретой до 35—40° С, и тщательно перемешивается. Полученный раствор соды по трубопроводу поступает в расходный бак, разбавляется до концентрации 1—4 г/л и используется для нейтрализации пергаменты.

**Приготовление раствора для пластификации.** Для пластификации пергаменты применяются водный раствор хлористого натрия концентрацией 9—15 г/л, раствор глицерина или ксилитана плотностью 1,02—1,05 г/см<sup>3</sup>.

На 1 т пергаменты расходуется: бумаги-основы 1060 кг, кальцинированной соды 45 кг, бертолетовой соли 1—1,5 кг, хлористого натрия 5—10 кг, глицерина или ксилитана 6 кг, воды 600—1000 м<sup>3</sup>, пара 3,4—3,8 Гкал и электроэнергии 160—300 кВт·ч.

В производстве пергаменты контролируются концентрация и температура кислоты в пергаментирующей и кислотных ваннах, содержание кислоты в полотне пергаменты после последнего

кислотного пресса, концентрация нейтрализующего и пластифицирующего растворов, содержание кислоты в промывной сточной воде, техническое состояние кислотных прессов, спрысковых установок и температура сушильных цилиндров.

## Технология крабового пергамента

Крабовый пергамент используется при изготовлении консервов из крабов для изоляции их от металлической поверхности банки. Упакованное в пергамент мясо крабов вместе с банкой помещается в автоклав, где подвергается стерилизации при температуре около 110° С. Необходимость применения прокладки из пергамента вызвана наличием в мясе краба серусодержащих белковых веществ. Образующийся сероводород реагирует с металлической поверхностью консервной банки, и сернистое железо в виде черных точек осаждается на мясе краба.

Выделяющийся при стерилизации крабовых консервов сок является активным растворителем для различных веществ, содержащихся в пергаменте. В случае высокой концентрации растворенных продуктов мясо краба приобретает темный цвет и изменяются его вкусовые качества. В связи с этим крабовый пергамент должен обладать высокой чистотой и химической устойчивостью. Эти свойства пергамента принято характеризовать содержанием растворимых в щелочной вытяжке пергамента в пересчете на глюкозу и редуцирующей способностью, определяемой медным числом.

Свойства крабового пергамента приведены в табл. 24.

При выборе волокнистого материала для изготовления крабового пергамента следует учитывать, что при пергаментировании бумаги-основы в серной кислоте вследствие гидролитических процессов содержание растворимых в щелочной вытяжке пергамента повышается.

Ниже приведено содержание растворимых в щелочной вытяжке (мг глюкозы на 1 г волокна) для некоторых видов целлюлозы:

Сульфитная беленая для бумаги . . . . .	71,0
Сульфитная беленая облагороженная для вискозы . . . . .	14,2
Сульфатная беленая для бумаги . . . . .	12,0—16,8
Сульфатная беленая предгидролизная для корда . . . . .	5,0—7,5
Тряпичная полумасса из новых белых хлопчатобумажных обрезков . . . . .	3,2—3,5
Полумасса из хлопковых очесов . . . . .	3,8—4,0

Для производства крабового пергамента используются: новые белые хлопчатобумажные обрезки, мерный лоскут, хлопковое волокно в виде гребенных очесов (отходы хлопчатобумажных предприятий) и сульфатная беленая предгидролизная кордная целлюлоза.

Для получения волокнистого материала (полумассы) с высокой чистотой и химической устойчивостью хлопковые материалы подвергаются горячей щелочной обработке в тряпковарочном котле. Перед варкой хлопковые материалы разделяются на куски размером 8—10 см на рубильной машине и очищаются от пыли на специальных установках. Хлопчатобумажные обрезки обрабатываются в течение 8 ч едким натром (при расходе 2—2,5% от волокна) при нагревании острым паром (давлением 2,5—3 кгс/см<sup>2</sup>) и жидкостном модуле 1:3.

Хлопковые очесы обрабатывают в более жестких условиях: при расходе 10% едкого натра и жидкостном модуле 1:5 в течение 10 ч. После варки хлопковые материалы промывают и затем подвергают полумассному размолу в промывных (полумассных) роллах. Промывка осуществляется при поднятом размалывающем барабане, по окончании промывки барабан присаживается и производится полумассный размол. Продолжительность промывки и полумассного размола 1,5—2 ч, концентрация массы в ролле 2,5—3,0%, степень помола полумассы 15—17° ШР.

Промытая полумасса по трубопроводу поступает в отбелные роллы, где отбеливается растворами хлорной извести. Для тряпичной полумассы из хлопчатобумажных обрезков расход реагента (по активному хлору) составляет 0,2—0,3% от волокна. Отбелка производится при концентрации 2,5—3,0%, температуре 23—25° С в течение около 2 ч.

При отбелке полумассы из хлопковых очесов расход активного хлора составляет 2% от волокна. Отбелка производится при концентрации 2,5—3,0%, температуре 30—32° С в течение 3 ч. По окончании отбелки полумассу тщательно промывают до нейтральной реакции и выпускают в массный бассейн. Обезвоживают полумассу на папмашине до сухости 25—30%.

Вязкость 1%-ного медноаммиачного раствора беленой тряпичной полумассы равна 600—1200 мпз, хлопковой 1000—2000 мпз, содержание растворимых в щелочной вытяжке 2—4 мг глюкозы на 1 г волокна.

С целью изучения возможности применения древесной целлюлозы в производстве крабового пергамента проводились исследования по разработке режимов ее облагораживания [110, с. 102].

Применение окислительно-щелочного облагораживания позволило повысить устойчивость сульфатной и сульфитной древесной целлюлозы к воздействию щелочи до уровня тряпичной и хлопковой полумассы.

Для облагораживания целлюлозы применялся раствор едкого натра с добавкой окислителя. Расход едкого натра составлял 10% от волокна. В качестве окислителя использовался раствор хлорной извести в количестве 0,1% от волокна (по активному хлору) или перекиси водорода. Окислительно-щелочная обработка проводилась в автоклаве при концентрации массы

10%, температуре 130—135° С, давлении 2 кгс/см<sup>2</sup> и продолжительности 2 ч. По окончании обработки целлюлоза тщательно промывалась. Облагороженная целлюлоза имела кремовый оттенок. Для достижения достаточной степени белизны целлюлоза подвергалась отбелке. Во избежание окислительной деструкции целлюлозы добелка производилась раствором хлорной извести при ее расходе 0,1% от волокна, концентрации массы 3%, температуре 25—30° С и рН среды 9,5—10,0.

При этом способе облагораживания, очевидно, окисляются альдегидные и кетонные группы целлюлозы. Окисление этих групп целлюлозы снижает устойчивость глюкозидной связи, что приводит к образованию продуктов, растворимых в щелочи, которые удаляются при последующей промывке целлюлозы. Кроме того, растворение низкомолекулярных фракций и других веществ, вызывающих желто-коричневое окрашивание вытяжки при щелочной экстракции, обеспечивает необходимую молекулярную однородность и химическую устойчивость целлюлозы.

Однако способ окислительно-щелочного облагораживания целлюлозы не получил практического использования.

В производстве крабового пергамента находят все более широкое применение сульфатная беленая предгидролизная кордная целлюлоза. Процессы предгидролиза и облагораживания, очевидно, оказывают на волокно химическое воздействие, аналогичное окислительно-щелочной обработке.

Характеристика предгидролизной кордной целлюлозы, применяемой для крабового пергамента, следующая:

Содержание α-целлюлозы, %, не менее . . . . .	95
Растворимость в 10%-ном растворе едкого натра, %, не более . . . . .	6,0
Растворимость в 18%-ном растворе едкого натра, %, не более . . . . .	3,5
Вязкость 1%-ного медноаммиачного раствора целлюлозы, мпз . . . . .	185—215

Предгидролизная кордная целлюлоза используется как в чистом виде, так и в различных соотношениях с хлопковой целлюлозой или тряпичной полумассой.

Бумага-основа изготавливается с массой 1 м<sup>2</sup> 51 г, капиллярной впитываемостью 32—37 мм, разрывной длиной (средней по двум направлениям) свыше 3000 м.

Размол массы для бумаги-основы производится в роллах с металлической гарнитурой и конической мельнице, установленной перед бумагоделательной машиной. Концентрация массы при размоле в роллах 4—5%, в мельнице 2,5—3%, конечная степень помола 45—50° ШР.

Режим отлива бумаги-основы на бумагоделательной машине существенно не отличается от других видов бумаги-основы для пергамента.

Процесс пергаментирования бумаги-основы осуществляется на пергаментных машинах аналогично растительному пергаменту.

В пергаментирующей ванне применяется серная кислота несколько повышенной концентрации, 67—70% (плотность 1,58—1,62 г/см<sup>3</sup>).

Крабовый пергамент не пластифицируется.

**Метод определения содержания растворимых в щелочной вытяжке пергамент.** Для характеристики химической чистоты и устойчивости крабового пергамент при стерилизации консервов принят показатель, характеризующий содержание растворимых в щелочной вытяжке пергамент в пересчете на глюкозу.

Метод основан на определении количества веществ, вызывающих изменение цвета щелочной вытяжки пергамент, измерением оптической плотности вытяжки на фотозлектроколориметре при синем светофильтре. Экстрагируют при кипячении 2 г пергамент в 100 мл 1%-ного раствора едкого натра в течение 30 мин. Щелочную вытяжку охлаждают, переносят в мерную колбу на 200 мл и разбавляют водой до метки. Определяют оптическую плотность раствора на фотозлектроколориметре при синем светофильтре относительно холостой пробы, в качестве которой используют 0,5%-ный раствор едкого натра. По найденному значению оптической плотности с помощью калибровочного графика определяют содержание глюкозы в испытуемой пробе по формуле

$$C = C_x \cdot 200/a,$$

где  $C_x$  — концентрация глюкозы, определенная по калибровочному графику, мг/мл;

$a$  — масса навески воздушносухого пергамент, г.

Для построения калибровочного графика из стандартного раствора глюкозы с содержанием 5 мг в 1 мл раствора готовят девять растворов с содержанием глюкозы от 0,025 до 0,1250 мг/мл с интервалом 0,0125 мг/мл. Для приготовления стандартного раствора глюкозы 1 г химически чистой глюкозы подвергают кипячению в 1%-ном растворе едкого натра в течение 30 мин. Раствор глюкозы охлаждают, переносят в мерную колбу на 200 мл и разбавляют водой до метки.

### **Жиростойкая упаковочная бумага—заменитель растительного пергамент**

В ряде стран изготавливается заменитель пергамент — жиростойкая влагопрочная бумага с массой 1 м<sup>2</sup> от 40 до 70 г [111, с. 1092—1097; 112, с. 2], получаемая без обработки бумаги серной кислотой. Бумага имеет высокую жиронепроницаемость, влагопрочность 25—35%, может быть светонепроницаемой и прозрачной и по техническим свойствам аналогична растительному пергаменту.

В табл. 30 приведены физико-механические показатели этого вида бумаги.

Для характеристики жиростойкости бумаги применялись отечественный стандартный метод и метод ГАРРІ.

Отечественный метод основан на прохождении спиртового раствора фуксина на обратную сторону образца через сквозные отверстия и подсчете количества сквозных отверстий.

Физико-механические показатели жиростойкой бумаги —  
заменителя пергамента

Наименование показателей	Образцы		
	1	2	3
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	53	53	51—54
Жиропроницаемость, определяемая спиртовым раствором фуксина по числу сквозных отверстий на 1 м <sup>2</sup>	8—17	0	0—16
Жиропроницаемость по прохождению через образец подкрашенного скипидара (по методу TAPPI), с	> 1800	> 1800	> 1800
Разрывная длина, м:			
в машинном направлении	7800	7500	8000—8600
в поперечном направлении	3300	4200	2800—4000
Относительное сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup> :			
сухого образца	2,80	3,00	2,65—2,80
влажного образца	0,65	1,00	0,40—0,65
Влагопрочность по разрывному грузу, %	24,5	25,0	24,0
Белизна, %	76—78	75	75
pH водной вытяжки	6,3—6,5	6,3	6,5
Зольность, %	2,35	2,3	2,2

По методу TAPPI определяется скорость проникания подкрашенного скипидара под определенным давлением через образец на подложку из впитывающей бумаги. Из приведенных в табл. 24 и 30 данных следует, что показатели жиронепроницаемости бумаги-заменителя пергамента и растительного пергамента идентичны.

Жиростойкая бумага применяется для механизированной упаковки сливочного масла, маргарина, творожно-сырковых изделий и других содержащих жиры продуктов.

Для изготовления жиростойкой бумаги применяется сульфитная беленая целлюлоза со степенью помола 80—83° ШР. На одном из предприятий размол целлюлозы осуществляется в аппаратах непрерывного действия в две ступени: в трех роллах с базальтовой garniturой и в четырех последовательно соединенных конических мельницах «Жордан» с металлической garniturой (толщина ножей 8—10 мм). Концентрация массы при размоле 2,5%.

Жиростойкая бумага изготавливается на плоскосеточных бумагоделательных машинах, применяемых для производства подпергамента, пергамина и других аналогичных видов бумаги. Одна из машин [111, с. 1094—1097] с шириной сеточного стола

3050 мм оборудована 38 регистровыми валиками, 14 отсасывающими ящиками, отсасывающим гауч-валом. Прессовая часть ее состоит из трех прямых прессов и одного обратного. Сушильная часть, состоящая из 36 сушильных цилиндров и 16 сукносушителей, разделена на 8 секций, между 6-й и 7-й секциями установлен горизонтальный клеильный пресс. Работает машина на скорости 150 м/мин.

Высокая степень жиро- и водостойкости бумаги достигается за счет применения специальных химических веществ при подготовке бумажной массы и при последующей поверхностной обработке бумаги на клеильном прессе бумагоделательной машины.

В качестве химических реагентов применяются разнообразные вещества: органические фторсодержащие соединения, синтетические смолы, натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы и ее сополимеры, модифицированные крахмалы и др. Применяемые вещества должны быть физиологически безвредными, кроме того, вещества, используемые для поверхностной обработки бумаги, должны обладать хорошими пленкообразующими свойствами.

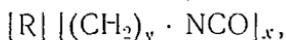
Шведской фирмой АВ Billingsfors Langet [113, с. 33—34] и в США [114, с. 205] выпускается жиростойкая бумага для упаковки пищевых продуктов, содержащих жиры, с применением фторсодержащего соединения Scotchban. Бумага изготавливается из сульфатной целлюлозы и подвергается односторонней или двусторонней обработке на клеильном прессе бумагоделательной машины. Фторсодержащее вещество Scotchban придает бумажному полотну жиростойкость, влагопрочность и хорошие печатные свойства. Расход этого вещества составляет 0,15—0,5% от массы бумаги.

Фторорганические соединения для придания волокнистым материалам жиростойкости широко представлены в патентной литературе. В соответствии с патентом [115] для изготовления бумаги предлагается металлоорганическое хромированное соединение *n*-этил-*n*-гептацил-фтор-октан-сульфоглицин. Металлоорганическое соединение в виде 3%-ного водного раствора может быть введено в бумагу двумя способами: пропиткой влажного полотна бумаги после гауч-пресса или добавкой вещества непосредственно в массу перед отливом и после гауч-пресса. Расход металлоорганического соединения составляет 0,5—1% от волокна.

Предварительно в бумажную массу добавляется сульфат алюминия для поддержания рН в пределах 4,0—4,2. На сушильных цилиндрах устанавливается умеренный режим сушки бумаги: на первом цилиндре 60° С, на последующих цилиндрах температура постепенно повышается до 100° С, на последнем цилиндре она равна 45° С.

Жиро-, масло- и водостойкость волокнистому материалу, в том числе и бумаге, придаются также обработкой составом, состоящим из полиизоцианата и фторированного углеводорода [116].

Применяется полиизоцианат, общую формулу которого можно выразить так:



где  $y=0$  или  $1$ ;  $x=2 \div 4$ ; R — углеводородная группа полимерной жирной кислоты.

В качестве фторуглеводородного полимера могут применяться, например, вещества, полученные путем полимеризации этиленненасыщенных фторуглеводородных соединений.

Характер взаимодействия целлюлозы, изоцианата и фторуглеводорода точно не известен.

Совместное применение фторуглеводорода и изоцианата обеспечивает большую маслостойкость бумаги, чем фторуглеводород в чистом виде.

Бумага пропитывается соответствующим составом, отжимается и сушится при температуре свыше  $100^\circ\text{C}$ . Полиизоцианат и фторуглеводороды используются в виде растворов в органических растворителях или в виде водной эмульсии. Расход вещества составляет  $0,1\text{—}2\%$  от волокна.

## Глава IV. ПОДПЕРГАМЕНТ

### Общие сведения

Подпергамент относится к типу малопористых, условно жиронепроницаемых видов бумаги и предназначен в основном для внутренней упаковки в комплексе с коробочной или этикеточной бумагой кондитерских, фруктовых и плодо-ягодных полуфабрикатов, некоторых видов печенья, глазированных хлопьев кукурузы и других продуктов. Он широко используется в торговой сети в качестве упаковочно-оберточного материала пищевых продуктов, содержащих жиры и значительное количество влаги. Кроме того, подпергамент применяется для выстилания ящичной тары при упаковке кондитерских изделий, мясных, рыбных и других продуктов.

В зависимости от назначения подпергамент изготавливается массой  $1\text{ м}^2$  от 30 до 90 г из белой, полубелой или небелой целлюлозы с различным уровнем жиростойкости, воздухопроницаемости и прочности в сухом и влажном состоянии.

Основная отличительная особенность подпергамента — высокая сомкнутость его структуры, достигаемая применением сильно фибриллированной и гидратированной в процессе размола волокнистой массы со степенью помола  $75\text{—}80^\circ\text{ШР}$ . Благодаря сомкнутости структуры достигается повышенное сопротивление подпергамента проникновению воздуха, влаги и некоторых жировых веществ.

Свойства отечественного подпергамента характеризуются следующими основными показателями:

Масса 1 м <sup>2</sup> , г . . . . .	43—53
Жиропроницаемость (по ГОСТ 13525.13—69), мг . . . . .	8—28
Относительное сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	2,6—3,0
Излом (число двойных перегибов), в среднем по двум направлениям . . . . .	200—250
Белизна подпергамента из белой целлюлозы, % . . . . .	≥ 70

Для улучшения функциональных свойств подпергамента и прежде всего его жиро- и водостойкости иногда его покрывают полимерными материалами — натриевой солью карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ), альгинатами и др.

### Свойства целлюлозы для подпергамента

Для производства подпергамента необходима целлюлоза, обладающая хорошей способностью к гидратации и фибрилляции при размоле, т. е. пригодная для физико-механической пергаментации в процессе размола. Наиболее высокой способностью к физико-механической пергаментации при размоле обладает целлюлоза из еловой древесины, сваренная по специальным режимам одно- или двухступенчатой сульфитной варки.

Способность целлюлозы к пергаментации при размоле оценивается коэффициентом пергаментации, представляющим собой произведение степени помола, при которой достигается высокая жиронепроницаемость бумаги, на продолжительность размола до этой степени помола в минутах.

Во ВНИИБ принято называть порогом пергаментации коэффициент пергаментации при жиропроницаемости по трансформаторному маслу (стандартный метод) 0—5 мг. Чем меньше порог пергаментации целлюлозы, тем лучше она подходит для производства подпергамента.

Способность целлюлозы к фибрилляции и гидратации при размоле возрастает с увеличением содержания низкомолекулярных фракций со степенью полимеризации ниже 200, в состав которых входят природные гемицеллюлозы (пентозаны, гексозаны и полиурониды), а также деструктурированная целлюлоза. Обладая повышенной гидрофильностью и высокой способностью к набуханию в воде, эти фракции пластифицируют волокна целлюлозы, облегчают ее фибриллирование, способствуют гидратации, создавая этим благоприятные условия для формирования листа малопористой плотной структуры. Имеет значение не только общее содержание низкомолекулярных фракций, но также их химический состав и степень полимеризации.

По мнению Йоргенсена [117, с. 25], из двух основных составляющих гемицеллюлоз — маннана и ксилана — более эффективно действует маннан. Другие исследователи большее значение

придают содержанию  $\gamma$ -целлюлозы [118, с. 125] или полууронидов [119, с. 126; 120, с. 218].

Джайме [121, с. 381] установил, что при содержании гемицеллюлоз, равном 18%, целлюлоза обладает максимальными прочностью и способностью к фибрилляции.

В последнее время ряд исследователей обращают внимание на зависимости между условиями получения целлюлозы и способностью ее к пергаментации при размоле. Протекта [122, с. 35] пришел к выводу, что решающее влияние на способность сульфитной целлюлозы к физико-механической пергаментации оказывает температура варки. Оптимальной он считает температуру варки 115°С и повышенное содержание основания в варочной кислоте.

Исследования, проведенные во ВНИИБ [123], также показали, что способность сульфитной целлюлозы к физико-механи-

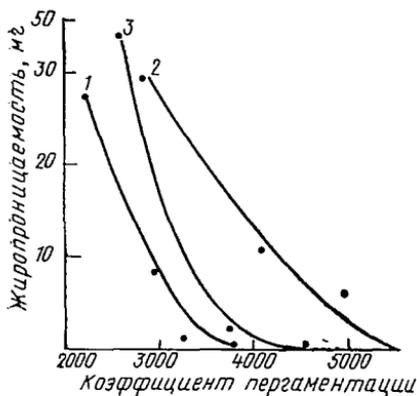


Рис. 37. Способность к пергаментации при размоле целлюлозы, полученной по низкотемпературному режиму сульфитной варки (размол в шаровой мельнице):

1 — целлюлоза жесткостью 116 перманганатных единиц (образец 1); 2 — целлюлоза жесткостью 128 перманганатных единиц (образец 2); 3 — целлюлоза жесткостью 132 перманганатных единиц (образец 3)

ческой пергаментации в процессе размолы может быть значительно повышена применением низкотемпературных режимов варки и регулированием степени провара.

Варка еловой щепы с повышенным содержанием СаО в варочной кислоте (1,14—1,25%) при медленном (в течении 9 ч) подъеме температуры до 122°С и длительной стоянке на этой конечной температуре (4 ч 15 мин — 6 ч) позволила получить сульфитную небеленую целлюлозу с содержанием пентозанов 5,7—5,9%,  $\gamma$ -целлюлозы 6,9—8,7% и хорошей способностью к физико-механической пергаментации. Результаты исследований приведены на рис. 37 и в табл. 31.

Для целлюлозы со степенью делигнификации 116 перманганатных единиц (образец 1) высокая жиростойкость (1 мг) была достигнута при степени помола 74°ШР; целлюлоза имеет порог пергаментации 3700, в то время как у сульфитной небеленой целлюлозы обычной варки порог пергаментации равен 6000—14 000.

Условия варки и показатели качества сульфитной целлюлозы  
для подпергамента, полученной по низкотемпературному режиму

Наименование показателей	Образцы целлюлозы		
	1	2	3
Состав варочной кислоты, %:			
всего SO <sub>2</sub>	6,40	6,30	6,30
связанного SO <sub>2</sub>	1,24	1,30	1,20
CaO	1,22	1,14	1,18
Продолжительность стоянки при конечной (122°С) температуре, ч-мин	6—00	4—15	6—00
Выход небеленой целлюлозы, %	61,4	57,8	63,0
Жесткость целлюлозы, перманганатные единицы	116	128	132
Содержание, %:			
β-целлюлозы	3,4	3,5	2,6
γ-целлюлозы	6,9	8,7	8,3
пентозанов	5,8	5,9	5,7
смола и жиров	0,27	0,34	0,30
Механическая прочность целлюлозы при 60°ШР и массе отливки 100 г/м <sup>2</sup> *:			
разрывная длина, м	9450	9960	9380
сопротивление излому, число двойных перегибов	4770	5970	5420
сопротивление раздиранию, гс	99	88	98
сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	7,5	7,7	7,3
Характеристика способности целлюлозы к механической пергаментации**:			
жиропроницаемость подпергамента, мг	1,3	3,7	3
порог пергаментации	3700	5620	4380
степень помола массы, °ШР	74	75	73

\* Размол целлюлозы производился в ЦРА.

\*\* Размол целлюлозы производился в шаровой мельнице.

Таким образом, при пониженной конечной температуре варки (122°С) и повышенном содержании основания в сульфитной варочной кислоте делигнификация древесины происходит в мягких условиях, при незначительной деструкции гемицеллюлозного комплекса. Получающаяся небеленая целлюлоза легко пергаментируется при размоле.

Беленая целлюлоза для жиронепроницаемых видов бумаги должна обладать аналогичными свойствами. Вурц и Свобода

[119, с. 125] нашли, что сульфитная беленая целлюлоза, легко пергаментирующаяся при размоле, содержит повышенное количество полиуруновых кислот по сравнению с обычной белой целлюлозой.

По мнению Саарнио [120, с. 217], при щелочной обработке и отбелке целлюлозы понижается содержание карбоксильных групп, что приводит к понижению скорости размола целлюлозы и ее способности к пергаментации при размоле.

Отбелка целлюлозы для подпергамента по режимам, обычно используемым в промышленности, как правило, приводит к увеличению коэффициента пергаментирования. Показано [124, с. 60], что при отбелке целлюлозы для сохранения гемичеселлюлозной фракции щелочная обработка хлорированной целлюлозы должна проводиться при пониженном расходе едкого натра (0,25—0,5% от абс. сухого вещества).

Некоторые исследователи предлагают отказаться от щелочной обработки хлорированной целлюлозы, а отбелку гипохлоритом проводить без добавления едкого натра, что должно способствовать накоплению низкомолекулярных фракций в целлюлозе. Очевидно, что условия отбелки целлюлозы для производства подпергамента должны способствовать максимальному сохранению низкомолекулярных фракций.

Исследования, проведенные во ВНИИБ, показали, что способность к физико-механической пергаментации белой целлюлозы определяется свойствами исходной небеленой целлюлозы [123]. Образцы целлюлозы 1 и 2, полученные по низкотемпературному режиму варки, подвергались отбелке по схеме: хлорирование в две ступени — щелочение — гипохлоритная отбелка в две ступени — кислотка. Образец 3 отбеливался в одну ступень перекисью водорода; образец 1 наряду с многоступенчатой отбелкой подвергался также отбелке перекисью водорода. Условия отбелки и показатели качества целлюлозы приведены в табл. 32, в которой для сравнения указаны также показатели целлюлозы обычной варки, отбеленной по схеме: хлорирование в одну ступень — промывка водой — отбелка гипохлоритом в две ступени без промывки между ступенями.

Из данных табл. 32 видно, что отбелка целлюлозы по приведенным технологическим режимам привела к незначительным изменениям ее химического состава и позволила сохранить на достаточно высоком уровне содержание пентозанов и других низкомолекулярных фракций.

Хлорно-гипохлоритная отбелка улучшает способность белой целлюлозы к физико-механической пергаментации; отбелка перекисью водорода либо не изменяет, либо несколько улучшает эту способность.

Способность белой целлюлозы к фибрилляции (особенно при отбелке гипохлоритом) повышается вследствие увеличения

Условия отбели sulphитной небеленой целлюлозы для подпергамента и показателя ее качества

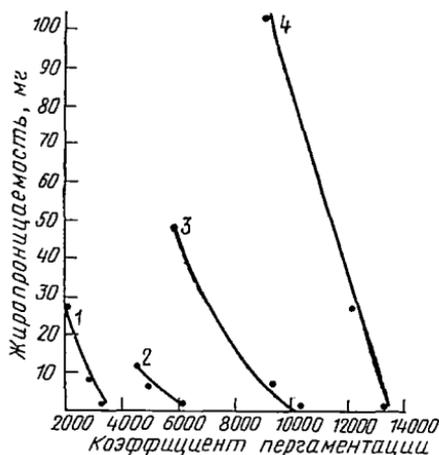
Наименование показателей	Образцы целлюлозы * для подпергамента			Обычная sulphитная целлюлоза
	1	2	3	
Жесткость небеленой целлюлозы, перм. ед.	116	128	132	72
I ступень хлорирования:				
расход активного хлора, %	3,5	3,5	—	3,0—3,2
жесткость целлюлозы, перм. ед.	65	62	—	28
II ступень хлорирования:				
расход активного хлора, %	2,5	2,2	—	—
жесткость целлюлозы, перм. ед.	26	19	—	—
Щелочная обработка:				
расход едкого натра, %	1,0	1,0	—	—
температура, °С	50	50	—	—
жесткость целлюлозы, перм. ед.	26	16	—	—
I ступень отбели:				
расход активного хлора, %	2,5	2,5	—	5,9
расход H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , %	—	—	3,0	—
pH	9,0—9,5	8,7	10,0	—
температура, °С	35	38	70	38—40
продолжительность, ч	2,0	2,0	3,0	3,5
II ступень отбели:				
расход активного хлора, %	2,0	2,0	—	—
pH	9,0	9,0	—	—
температура, °С	35	35	—	—
Белзна, %	88,6	90,0	78,5	86,5
Содержание, %:				
β-целлюлозы	3,8	3,5	2,7	3,8
γ-целлюлозы	7,7	9,0	7,8	6,8
пентозанов	5,5	6,0	5,6	4,3
смола и жиров	0,12	0,15	0,17	1,01
Механическая прочность целлюлозы при 60° ШР и массе отливки 100 г/м <sup>2</sup> :				
разрывная длина, м	7400	9000	8400	7500
сопротивление излому (число двойных перегибов)	6810	5900	4920	2540

Наименование показателей	Образцы целлюлозы * для подпергамента			Обычная сульфитная целлюлоза
	1	2	3	
сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	5,4	5,7	5,0	3,7
сопротивление раздиранию, гс	149	104	98	88
Характеристика способности целлюлозы к механической пергаментации:				
жиропроницаемость подпергамента, мг	1,3	3,7	2,6	0,7
порог пергаментации **	3250	4320	3750	10 660
	3700	5620	4380	
при степени помола массы, °ШР	65	72	75	82

\* Характеристика образцов 1, 2, 3 небеленой целлюлозы приведена в табл. 31.

\*\* В числителе указан порог пергаментации беленой целлюлозы, в знаменателе — исходной небеленой.

содержания в ней низкомолекулярных фракций ( $\gamma$ -целлюлозы) в результате окислительной деструкции.



Сушка значительно ухудшает способность целлюлозы к механической пергаментации. Необратимые явления «ороговения» [125, с. 642], происходящие при сушке, приводят

Рис. 38. Влияние сушки целлюлозы на ее способность к пергаментации при размоле:

1 — сульфитная беленая целлюлоза низкотемпературного режима варки (образец 1), не подвергнутая сушке; 2 — та же целлюлоза, высушенная при 105° С; 3 — сульфитная беленая целлюлоза обычной варки, не подвергнутая сушке; 4 — та же целлюлоза, высушенная при 105° С

к уменьшению внутренней поверхности и увеличению плотности упаковки макромолекул целлюлозы, что снижает доступность целлюлозы к химическим реагентам и воде.

Снижается способность целлюлозы к набуханию и гидратации [126, с. 550], что приводит к уменьшению гибкости и пластичности целлюлозных волокон и повышению их жесткости:

понижается способность целлюлозы к фибрилляции и пергаментации при размоле [123].

На рис. 38 показано влияние сушки целлюлозы на ее способность к физико-механической пергаментации.

У сульфитной беленой целлюлозы низкотемпературного режима варки (образец 1) порог пергаментации возрос в результате сушки при 105°С с 3250 до 5600; у целлюлозы обычной варки — с 10 530 до 13 280. Следовательно, сушка снижает способность целлюлозы к механической пергаментации и приводит к необходимости более интенсивного размола целлюлозы для достижения требуемой жиростойкости подпергамента, что влечет за собой повышение расхода энергии и замедление обезвоживания бумажного полотна в мокрой части бумагоделательной машины.

### Технология подпергамента

Основным волокнистым сырьем для производства подпергамента служит сульфитная беленая, полубеленая и небеленая целлюлоза из еловой древесины. Так как целлюлоза должна обладать высокой способностью к гидратации и фибрилляции при размоле, целесообразно использование целлюлозы, не подвергнутой сушке. Подпергамент более высокого качества получается из целлюлозы, сваренной по низкотемпературному режиму варки (максимальная температура варки 122—125°С) при повышенном содержании в варочном растворе связанного SO<sub>2</sub> (1,2—1,25%). В табл. 33 приведены свойства целлюлозы для подпергамента.

Таблица 33

Свойства сульфитной целлюлозы, применяемой в производстве подпергамента

Наименование показателей	Целлюлоза с хорошей способностью к механической пергаментации	Целлюлоза со средней способностью к механической пергаментации
Содержание пентозанов, % не менее	6,0	5,3
Содержание γ-целлюлозы, % не менее	7,0	6,0
Содержание смол и жиров, % не более	1,0	1,0
Порог пергаментации	3000—4500	5000—7000
Механическая прочность целлюлозы при 60° ШР и массе отливки 100 г/м <sup>2</sup> :		
разрывная длина, м	8000—9000	7500—8000
излом (число двойных перегибов)	4000—5000	2500—3000

Размол целлюлозы производится в аппаратах гидратирующего воздействия по непрерывной схеме до высокой степени помола. На каждом предприятии в зависимости от требований к подпергаменту и характеристики исходного сырья применяется своя схема размола бумажной массы. На некоторых предприятиях целлюлозу размалывают в последовательно включенных конических мельницах с литой (цельнометаллической) гарнитурой, имеющей толщину ножей 8—14 мм, при концентрации массы 3%. На других предприятиях на первой ступени размола применяют роллы с базальтовой гарнитурой либо с базальтовой планкой, вторую ступень размола проводят в конических мельницах гидратирующего воздействия по непрерывной схеме. Иногда на второй ступени применяют конические мельницы с пористой чугунной гарнитурой.

В последнее время для подготовки бумажной массы в производстве подпергамента все чаще стали использоваться дисковые мельницы, которые обладают рядом преимуществ по сравнению с коническими. Дисковые мельницы могут работать при высоких концентрациях массы (от 6 до 30%), оказывают высокое гидратирующее и фибриллирующее воздействие на волокно без значительного укорачивания его. Удельный расход энергии в дисковых мельницах на 15—25% ниже, чем в конических.

На новых предприятиях предусматривается подготовка бумажной массы по непрерывной схеме в две ступени. На первой ступени размола устанавливаются двойные дисковые мельницы, обладающие большой размалывающей способностью и обеспечивающие требуемую степень разработки и гидратации волокна. На второй ступени используются конические мельницы с литой гарнитурой.

Так, на предприятии «Райнлендер» фирмы «Сейнт Реджис» [127, с. 67] подготовка массы для выработки пергамина и жиронепроницаемых видов бумаги осуществляется в две ступени. На первой ступени размола целлюлозы применяются три двухдисковых рафинера Джонса, на второй ступени — конические мельницы Джонса.

Одна из бельгийских фирм [128, с. 42] для производства подпергамента, пергамина, кальки и бумаги-основы для парафинирования применяет двойную циклическую схему размола. Каждая циклическая установка состоит из трех конусных рафинеров Фойта величины 2R и двух расположенных рядом поочередно работающих бассейнов. Рафинеры первой установки имеют базальтовую гарнитуру, рафинеры второй установки имеют ножевую гарнитуру (из кислотоупорной стали) с толщиной ножей 6 мм. Размол целлюлозы производится при концентрации массы 5,5% попеременно на каждой из этих установок в зависимости от требуемого характера разработки волокна.

Конечная степень помола бумажной массы для подпергамента — 75—80° ШР. Для предотвращения смоляных затруднений на многих предприятиях перед размолом в приемный бассейн непрерывно подается тальк из расчета 1—3% от абсолютно сухого волокна, а в машинный бассейн — раствор глинозема в количестве 3—6%. Тальк адсорбирует частицы смолы и препятствует их слипанию. Это свойство талька используется для устранения смоляных затруднений при производстве некоторых видов бумаги, в том числе и подпергамента.

На степень белизны талька влияет его гранулометрический состав, который достигается соответствующим размолом и последующей классификацией. Обычно применяется молотый тальк марки А с белизной не менее 80%.

Финская фирма А/О Суомен Талкки Финнтальк ЛТД выпускает специальный вид талька под торговым наименованием «Финнтальк МТ-05» для предотвращения смоляных затруднений. Этот вид талька отличается химической чистотой, высокой степенью дисперсности и белизны. Характеристика его приведена ниже:

Плотность $г/см^3$ . . . . .	2,70	Химический состав, %:	
Коэффициент преломления . . .	1,57	SiO <sub>2</sub> . . . . .	58,1
Влажность, % . . . . .	0—1	MgO . . . . .	31,0
Гранулометрический состав, %:		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,7
частицы <10 мкм . . . . .	99,5	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,1
„ <5 мкм . . . . .	88,0	FeO . . . . .	2,3
„ <2,5 мкм . . . . .	62,0	CaO . . . . .	0,6
„ <2 мкм . . . . .	53,0	CO <sub>2</sub> . . . . .	1,6
„ <1 мкм . . . . .	28,0	Кристаллизационная вода, % .	5,3
„ <0,5 мкм . . . . .	7,0	рН (10%-ной водной диспер-	
Белизна, % . . . . .	87—89	сии) . . . . .	9,0

В некоторых случаях (в соответствии с пожеланиями потребителей) подпергамент с целью повышения его устойчивости при упаковке продуктов повышенной влажности, а также для улучшения склеивания пакетов из него водорастворимыми клеями проклеивают канифольным клеем.

После размола масса со степенью помола 75—80° ШР поступает в бассейн размолотой массы и затем на домалывающую коническую мельницу с литой garniturой.

Конечная степень помола массы для подпергамента составляет 80—85° ШР.

Очистка массы высокой степени помола может производиться в две или три ступени на центрифугах с деаэрацией в декулаторах или в комбинированных установках — декулаторах-клинерах и далее в узлоловителях закрытого типа — селективфайерах. Удаление воздуха из массы необходимо для предотвращения пенообразования в напорном ящике и на сетке бумагоделательной

машины, улучшения условий формования и обезвоживания бумажного полотна.

После очистки масса концентрацией 0,35—0,45% поступает на бумагоделательную машину.

### *Изготовление подпергамента на бумагоделательной машине*

Подпергамент вырабатывается на длинносеточных машинах обычного типа, рассчитанных на выпуск бумаги из массы высокой степени помола. Рабочая скорость на реконструированных машинах составляет 95—110 м/мин, необрезная ширина бумаги на накате 2200—3500 мм. Сеточные столы длиной 10 000—12 000 мм оборудованы регистровыми валиками, 9—12 отсасывающими ящиками, отсасывающим гауч-валом. Прессовая часть состоит из трех-четырёх прессов, из которых один обратный (на некоторых машинах один отсасывающий), сушильная часть — из 13—29 сушильных цилиндров.

Отлив бумаги производится на одинарной сетке № 28 полуаржевого плетения.

Современные машины для выработки подпергамента работают на скорости 200—500 м/мин. Длинный сеточный стол их оборудован гидропланками, обеспечивающими плавное обезвоживание, особенно в начальной зоне сеточного стола, что способствует максимальному удержанию мелочи и благоприятствует получению подпергамента плотной сомкнутой структуры [131, с. 54]. Машины снабжены 10—14 отсасывающими ящиками, вакуум в которых повышается постепенно, и мощной прессовой частью, состоящей из четырех-пяти прессов, из которых первые два пресса иногда отсасывающие, причем первый пресс имеет сдвоенное сукно; в последнее время с целью повышения сухости бумажного полотна в прессовой части применяют пресс «Вента-Нип» и пресс высокой интенсивности («Hi-I-Nip») с использованием иглопрошивных сукон. Эти сукна обладают повышенной прочностью (масса 1 м<sup>2</sup> их около 1200 г), хорошей пропускной способностью и не вызывают маркировки бумаги. Содержание синтетических волокон в таких сукнах достигает 75%. Особенность конструкции пресса «Вента-Нип» заключается в том, что на нижнем вале с твердой резиновой облицовкой нанесены спиральные канавки. Вода, отжимаемая прессом, попадает в канавки и удаляется из них под воздействием центробежной силы, а также с помощью шабера. Пресс «Вента-Нип» устанавливается в положении второго, третьего и иногда четвертого пресса.

Пресс высокой интенсивности («Hi-I-Nip») имеет небольшой стальной желобчатый валик, расположенный между двумя прессовыми валами, из которых верхний вал гранитный или стонитовый, а нижний облицован резиной твердостью 20—30 пунктов по Пуссей-Джонсу. Желобки служат для удаления отжимаемой из

полотна воды. Эффективность действия этого пресса основана на интенсификации отвода отжатой воды и уменьшении зоны пресования благодаря малому диаметру желобчатого валика, в связи с чем возрастает удельное давление в прессе на бумажное полотно. Пресс высокой интенсивности («Hi-I-Nip») устанавливается, как правило, в положении третьего пресса. Известно применение подобного пресса на машине шириной 2500 мм при выработке подпергамента [132, с. 243, 133, с. 915]. Сухость бумажного полотна при этом повысилась с 27—28% до 31% при линейном давлении 40—45 кгс/см. Это способствовало увеличению производительности машины в целом на 15% при экономии пара около 13%.

Сушильная часть состоит из 40—60 сушильных цилиндров, причем после первой трети сушильных цилиндров иногда дополнительно устанавливается двухвальный полусухой каландр.

Полусухой каландр, как правило, предшествует кленльному прессу и устанавливается с целью дополнительного уплотнения и сглаживания поверхности бумажного полотна. Благодаря этому уменьшается расход проклеивающих веществ и изменяется характер нанесения покрытия при последующей поверхностной обработке бумажного полотна на кленльном прессе. Проклеивающее вещество в этом случае в меньшей степени впитывается в толщу листа и в большей степени остается на поверхности бумаги, что способствует образованию тонкой ровной пленки.

Сухость полотна бумаги при пропуске через полусухой каландр составляет 55—65%.

С целью повышения жиростойкости подпергамента путем обработки растворами различных веществ, например крахмалом, натриевой солью карбоксиметилцеллюлозы, альгинатом натрия, смесями этих веществ, после второй трети сушильных цилиндров устанавливается кленльный пресс, горизонтальный или наклонный.

При поверхностной обработке подпергамента окисленным и модифицированным крахмалом применяются растворы 5—10%-ной концентрации, вязкостью от 10 до 60 *спз*. При обработке подпергамента натриевой солью карбоксиметилцеллюлозы используется, как правило, очищенный продукт с содержанием NaКМЦ около 98%, степенью замещения 0,6—0,7 и вязкостью 4%-ного раствора от 100 до 400 *спз*, в виде раствора 2%-ной концентрации. Растворы альгината натрия образуют пленки, которые обладают высокой маслостойкостью. Концентрация растворов альгината натрия при проклейке составляет от 2 до 10%. Альгинат натрия может использоваться совместно с растворами крахмала и натрийкарбоксиметилцеллюлозы. Масса сухого вещества 1 м<sup>2</sup> подпергамента при обработке на кленльном прессе повышается на 0,5—2 г. Бумага в кленльный пресс заправляется с помощью канатиков.

Первый сушильный цилиндр после клеильного пресса должен быть хромированным во избежание прилипания бумажного полотна.

Охлаждается бумага на холодильных цилиндрах или на каландре.

Машины оборудованы 5—6-вальными каландрами с регулируемой бомбиривкой.

Схема одной из таких машин приведена на рис. 39. Машина рассчитана на работу со скоростью 300—450 м/мин, оборудована напорным ящиком, имеющим напорное устройство с воздушной подушкой, тремя распределительными валиками и коническим впускным коллектором. Сеточный стол машины имеет длину 19 000 мм, ширину 4800 мм и оборудован трехсекционной формирующей доской, 28 гидропланками, 10 отсасывающими ящиками, отсасывающим гауч-валом. Прессовая часть состоит из трех

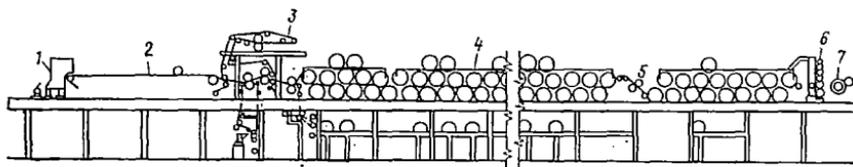


Рис. 39. Машина для выработки подпергамента и пергамина:

1 — напорный ящик; 2 — сеточная часть; 3 — прессовая часть; 4 — сушильная часть; 5 — клеильный пресс; 6 — каландр; 7 — накат

прессов, из которых первый — отсасывающий, причем каждый вал отсасывающего пресса работает в сукне, и два пресса с желобчатым нижним валом типа «Вента-Нип». Между гауч-валом и первым прессом установлено пересасывающее устройство.

Бумагоделательная машина имеет сушильную часть, состоящую из 59 сушильных цилиндров, которые сгруппированы в четыре секции. Между третьей и четвертой сушильными секциями установлен клеильный пресс. Машина оборудована шестивальным каландром с регулируемой бомбиривкой нижнего вала и охлаждающим шабером. Между каландром и накатом расположены электронные приборы для определения массы квадратного метра, влажности и количества сквозных отверстий в бумаге. Краткая техническая характеристика реконструированной бумагоделательной машины и машины современной конструкции приведена ниже:

	Машина	
	реконструированная	современной конструкции
Скорость, м/мин . . . . .	100—110	200—500
Длина сеточного стола, мм . . . . .	10 000—12 000	19 000
Необрезная ширина на накате, мм . . . . .	2200—3450	4500—5400
Количество регистровых валиков, шт. . . . .	23—28	Нет
Количество гидропланок, шт. . . . .	Нет	25—28

	Машина	
	реконструированная	современной конструкции
Количество отсасывающих ящиков, шт. . . . .	8—12	10—14
Гауч-вал отсасывающий . . . . .	1	1
Количество прессов, шт. . . . .	3—4	4—5
Из них:		
1-й пресс . . . . .	отсасывающий	отсасывающий имеет двояное сукно
2-й пресс . . . . .	обычный	отсасывающий или Вента-Нип
3-й пресс . . . . .	”	Вента-Нип
4-й пресс . . . . .	обратный	Вента-Нип или обратный
5-й пресс . . . . .	нет	обратный
Количество сушильных цилиндров, шт. . . . .	13—29	40—60
Полусухой каландр . . . . .	Нет	1
Клеильный пресс . . . . .	Нет	1
Каландр машинный . . . . .	3—5-вальный обычный	5—6-вальный с регулируемой бомбирровкой

Основные технологические параметры производства подпергамента на реконструированных бумагоделательных машинах и на машинах современной конструкции приведены в табл. 34.

Таблица 34

Режим работы и основные технологические параметры производства подпергамента на реконструированных бумагоделательных машинах и машинах современной конструкции

Наименование параметров	Реконструированные машины	Машины современной конструкции
Скорость машины, м/мин	100—110	200—500
Концентрация массы в напорном ящике, %	0,4—0,6	0,35—0,45
Степень помола массы (в напорном ящике), °ШР	80—83	80—85
Температура массы в напорном ящике, °С	30—40	30—40
pH подсеточной воды	4,5—5,5	4,5—5,5
Сухость бумажного полотна, %:		
после гауч-вала	14—15	18—20
после прессования	25—27	30—31
перед полусухим каландром	—	55—65
перед клеильным прессом	—	88—90
после проклейки на клеильном прессе	—	75—80

Температура поверхности сушильных цилиндров на реконструированных машинах повышается постепенно от 50 до 100—105°С в середине сушильной части и затем постепенно снижается до 80°С. Поперечная усадка подпергамента в процессе сушки составляет 7—11%.

На машинах современной конструкции температура поверхности сушильных цилиндров постепенно повышается от 45 до 100—105°С (до клеильного пресса). Температура сушильного цилиндра, расположенного после клеильного пресса, не превышает 60°С, затем постепенно повышается до 100—105°С и снова понижается перед накатом.

Удельные нормы расхода на 1 т подпергамента: целлюлозы 1060 кг, талька 10—30 кг, сернистого глинозема 30—60 кг, электроэнергии 1300—1600 кВт·ч, пара 3,6—5 Гкал.

## Глава V. БУМАГА ДЛЯ СТАКАНОВ

### Общие сведения

Стаканы из бумаги применяются для расфасовки и розничной продажи мороженого, продуктов питания, для отпуска через торговые автоматы пищевых жидкостей (газированной воды, соков, чая, кофе, молока и других напитков). Стаканы изготовляются емкостью от 125 до 530 мл; в зависимости от назначения для изготовления их используются различные виды бумаги.

Стаканы для мороженого, холодных напитков и некоторых продуктов питания изготовляются из хорошо проклеенной чистоцеллюлозной бумаги. В некоторых случаях готовые стаканы подвергаются парафинированию. Стаканы под горячие напитки должны изготовляться из чистоцеллюлозной бумаги высокой водостойкости, но лучше — из бумаги с полиэтиленовым покрытием или другим полимерным водостойким покрытием.

В некоторых странах изготовляются стаканы для расфасовки сливочного масла и других пищевых жиров. Для изготовления таких стаканов должна применяться бумага с жиростойким полимерным покрытием, например из сополимеров винилиденхлорида.

Бумага для стаканов изготовляется массой 200—250 г/м<sup>2</sup> преимущественно из беленых полуфабрикатов. Основными свойствами всех видов бумаги для стаканов являются:

1. Достаточная жесткость, необходимая для достижения требуемой каркасности стаканов, особенно для жидких продуктов.

По техническим требованиям ВНИИ торгового машиностроения при приложении нагрузки величиной 200 г на боковую поверхность стакана в зоне горловины прогиб поверхности не должен превышать 3 мм.

По данным ВНИИБ, хорошая каркасность стаканов достигается при жесткости бумаги (по разрушению кольца) в машинном и поперечном направлениях около 2 кгс/см.

2. Достаточная растяжимость бумаги в поперечном направлении, необходимая для формирования стаканов на автоматах,

особенно оформления верхнего края стаканов (горловины) и их дна. Величина этого показателя должна быть не менее 3,5%.

3. Высокая степень водостойкости и водонепроницаемости. Стаканы под холодные напитки, согласно действующему стандарту, не должны пропускать холодную воду в течение 30 мин; стаканы под горячие напитки не должны пропускать воду с температурой 90° С в течение 20 мин.

4. Бумага должна быть устойчивой к пищевым продуктам и жидкостям, содержащим кислоты; не должна приобретать запах при заполнении пищевыми продуктами и придавать последним привкус.

5. Материалы, применяемые для изготовления бумаги, должны быть допущены к применению для контакта с пищевыми продуктами Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава СССР.

6. Бумага, предназначенная для стаканов под продукты питания, содержащие жиры, не должна пропускать жиры с температурой 40° С в течение 24 ч.

Технические требования к бумаге для стаканов следующие:

	Бумага повышенной водостойкости	Обычная бумага
Состав по волокну, %:		
целлюлозы сульфатной . . . . . беленой . . . . .	100	—
целлюлозы сульфитной небеленой или сульфатной беленой . . . . .	—	100
Масса 1 м <sup>2</sup> , г . . . . .	220 ± 8	200 ± 8
Объемная масса, г/см <sup>3</sup> , не более . . . . .	0,85	0,85
Разрывное усилие в поперечном направлении, кгс, не менее . . . . .	8,0	7,0
Удлинение при разрыве в поперечном направлении, %, не менее . . . . .	3,5	3,5
Проклейка, мм, не менее . . . . .	2,0	2,0
Водостойкость, мин, не менее . . . . .	20 (90° С)	30 (20° С)
Жесткость по разрушению кольца в поперечном направлении, кгс/см, не менее . . . . .	1,9	1,7
Гладкость верхней стороны, с, не менее . . . . .	50	50
Белизна, %, не менее . . . . .	70	—
Влажность, % . . . . .	7—9	7—9

Метод определения водостойкости бумаги для стаканов (предложен ВНИИБ) заключается в следующем.

Коробочки из бумаги размером 4×4×3 см устанавливают на подложку из трех слоев фильтровальной бумаги. В коробочки заливают по 25 мл воды с температурой 90 или 20° С. Путем постоянного осмотра коробочек фиксируют время от момента заполнения коробочек водой до начала проникновения воды через бумагу.

Если в течение установленного для данного вида бумаги времени проникновения воды через бумагу не наблюдается, бумагу считают выдержавшей испытание и определение водостойкости прекращают.

Испытанию подвергают не менее пяти образцов бумаги. За результат принимают среднее арифметическое из пяти определений, округленное до 1 мин.

## Требования к волокнистому сырью

Наилучшим сырьем для изготовления бумаги для стаканов является сульфатная беленая целлюлоза из хвойных пород древесины.

С целью изучения возможностей использования сульфатной целлюлозы из лиственных пород древесины в производстве этого вида бумаги во ВНИИБ проведены специальные исследования [123].

Для исследования использовалась сульфатная беленая целлюлоза из сосновой и осиновой древесины. Свойства этих целлюлоз приведены ниже:

	Целлюлоза	
	сосновая	осиновая
Разрывная длина, м . . . . .	9500	6450
Число двойных перегибов . .	4830	375
Белизна, % . . . . .	82	84
Содержание пентозанов, % . .	9,07	18,9
Содержание $\alpha$ -целлюлозы, % .	87,4	82,0

Содержание осиновой целлюлозы в композиции бумаги изменялось от 0 до 100%. Размол обоих видов целлюлозы производился совместно в ролле до 25° ШР. Для проклейки использовался белый канифольный клей в количестве 0,5% от абс. сухого волокна. Осаждение клея производилось алюмокалиевыми квасцами при рН 4,5—5.

Из каждой композиции бумага изготовлялась в двух вариантах: 1) с проклейкой белым канифольным клеем и 2) с введением наряду с канифольным крахмального клея обычной клейстеризации при температуре 70° С в количестве 2% от абс. сухого волокна.

Из данных табл. 35 видно, что добавка осиновой целлюлозы в композицию бумаги приводит к снижению ее прочности, жесткости и водостойкости. Введение крахмального клея позволяет получить бумагу с содержанием осиновой целлюлозы 20—30%, по свойствам близкую к бумаге из хвойной целлюлозы.

Таким образом, для получения водостойкой бумаги достаточной жесткости и прочности с использованием в композиции значительных количеств (более 20%) сульфатной беленой осиновой целлюлозы требуется дополнительное введение в композицию бумаги вспомогательных химических веществ, например крах-

мального клея. Лучшие результаты могут быть получены при поверхностной проклейке крахмальным клеем.

Технические требования к сульфатной беленой целлюлозе для изготовления бумаги для стаканов следующие:

	Целлюлоза	
	хвойная	лиственная
Механическая прочность при размоле до 60° ШР и массе отливки 100 г/м <sup>2</sup> :		
разрывная длина, м, не менее . . . . .	8000	7500
число двойных перегибов, не менее . . . . .	2000	500
Белизна, % белого, не менее	85	85
pH водной вытяжки . . . . .	6—8	6—8

Бумага для стаканов под мороженое изготавливается иногда из сульфитной небеленой целлюлозы жесткой или средней жесткости, обладающей следующими свойствами:

Механическая прочность при размоле до 60° ШР и массе отливки 100 г/м <sup>2</sup> :	Содержание смол и жиров по дихлорэтану, %, не более . . .	1,3
разрывная длина, м, не менее . . . . .	pH водной вытяжки, не менее	5,5
число двойных перегибов, не менее . . . . .	Степень делигнификации . . .	27—37
7000		
2000		

Для этого вида бумаги также лучше применять сульфатную беленую целлюлозу.

### Технологические особенности производства бумаги для стаканов

*Водостойкая бумага.* Технология водостойкой бумаги с массой 1 м<sup>2</sup> 220 г из сульфатной беленой целлюлозы для стаканов сходна с технологией бумаги для пакетов «Тетра-пак». Ввиду общности основных технологических свойств — жесткости, высокой степени проклейки (используется крахмальный клей для проклейки в массе или поверхностной обработки), высокой прочности и гибкости — производство указанных видов бумаги легко может быть совмещено на одном технологическом потоке. К этому следует добавить сходство исходных волокнистых полуфабрикатов. Поэтому изложенная в главе I технология бумаги-основы для пакетов «Тетра-пак» может рассматриваться с небольшими уточнениями (ввиду более высокой массы 1 м<sup>2</sup> бумаги для стаканов) и применительно к данному виду бумаги.

## Свойства бумаги

Наименование компонентов композиции бумаги и ее свойств	Образцы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Целлюлоза сосновая сульфатная беленая, %	100	100	90	90	80	80	70	70	60
Целлюлоза осиновая сульфатная беленая, %	0	0	10	10	20	20	30	30	40
Белый канфиольный клей, % от абс. сухого волокна	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Крахмал картофельный, % от абс. сухого волокна	0	2,0	0	2,0	0	2,0	0	2,0	0
Физико-механические показатели:									
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	221	222	221	222	220	223	224	223	220
Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,67	0,66	0,68	0,67
Жесткость по разруше- нию кольца, кгс/см	2,28	2,60	2,23	2,50	2,18	2,46	2,05	2,49	2,00
Разрывное усилие, кгс	19,7	22,6	19,0	22,4	19,5	22,8	20,4	20,6	16,5
Растяжимость, %	6,1	6,5	5,7	6,1	6,7	7,1	5,7	6,2	4,6
Сопротивление раздир- анию, гс	432	395	406	370	398	387	330	350	378
Сопротивление продавли- ванию, кгс/см <sup>2</sup>	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0
Впитываемость при одно- стороннем смачивании в течение 120 с, г/м <sup>2</sup>	19,6	20,2	22,1	20,8	24,1	19,5	29,2	22,3	40,0
Проклейка, мм	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,5 Уси- мость
Водостойкость (при 90°С), мин	>30	>30	>30	>30	>30	>30	>30	>30	5

## различной композиции

бумаги													
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	60	50	50	40	40	30	30	20	20	10	10	0	0
	40	50	50	60	60	70	70	80	80	90	90	100	100
	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	2,0	0	2,0	0	2,0	0	2,0	0	2,0	0	2,0	0	2,0
	221	221	223	219	217	217	219	213	216	214	214	213	217
	0,66	0,65	0,65	0,65	0,65	0,62	0,62	0,61	0,61	0,62	0,61	0,61	0,61
	2,28	1,84	2,13	1,87	2,06	1,59	1,96	1,66	1,80	1,58	1,79	1,44	1,74
	20,6	15,8	17,7	14,9	17,5	13,1	15,8	12,0	15,5	12,2	13,0	9,7	12,6
	5,8	5,0	5,2	5,0	4,4	3,8	4,6	3,4	4,6	3,4	3,7	3,7	3,1
	322	342	320	310	296	251	262	227	229	166	187	118	144
	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,0	>8,8	>8,0
	22,8	43,9	20,4	42,3	21,9	52,5	18,7	46,4	19,3	22,7	56,6	Очень высо- кая	110,7
	2,0	0,5 Уси- мость	2,0	0,5	2,0	0,5 Уси- мость	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0
	>30	5	>30	3	>30	3	>30	0	>30	0	0	0	0

При изготовлении водостойкой бумаги для стаканов размол сульфатной беленой хвойной целлюлозы или смеси ее с 20—30% сульфатной лиственной целлюлозы должен производиться до 25—27° ШР при режимах, позволяющих активизировать способность волокон к межволоконному связеобразованию при максимальном сохранении их длины.

Проклейка бумаги канифольным и крахмальным клеем должна быть отрегулирована таким образом, чтобы достигалась не только высокая и устойчивая степень проклейки по обычно применяемым методам, но и способность бумаги не пропускать холодную и горячую воду в течение 30 мин.

Жесткость бумаги при минимальном расходе крахмала может быть повышена лучше всего ее поверхностной проклейкой на клеильном прессе. Модификации крахмала, используемые для проклейки, и условия проклейки описаны в главе I.

**Бумага для стаканов под мороженое.** Технология бумаги с массой 1 м<sup>2</sup> 200 г для стаканов под мороженое, изготавливаемой из сульфитной небеленой целлюлозы на одной из реконструированных бумагоделательных машин, заключается в следующем. Целлюлозу, поступающую с целлюлозного завода, размалывают в роллах с толщиной ножей планок 8—10 мм по непрерывной схеме при концентрации 3,5—3,8%. В последний ролл при необходимости добавляют 0,5—1% клея из окисленного крахмала. Размолотая масса поступает в подролльный бассейн, затем перекачивается в машинный бассейн, в одно из отделений которого подается канифольный клей. Масса из машинного бассейна через регулятор концентрации при концентрации 2,7—3% поступает на мельницу МКЛ-02, где степень помола волокна доводится до 30—33° ШР. Окончательно размолотая масса поступает в одно из отделений напорного ящика, во второе отделение которого поступает регистровая вода и при необходимости подсеточная. Через дозирующие задвижки масса и вода самотеком поступают в смесительный ящик, а затем в желоб и песочницу, в конце которой подается глинозем. Из песочницы масса стекает в емкость, из которой насосом подается на узлоловитель, а затем — в напускной ящик машины.

Бумага вырабатывается на машине шириной 1950 мм с рабочей скоростью до 100 м/мин, с однодвигательным клиноременным приводом. Машина оборудована: форматной кареткой с декельными ремнями, грудным валом, 27 регистровыми валиками, пятью плоскими неподвижными отсасывающими ящиками, отсасывающим гауч-валом с прижимным валиком, двумя прямыми прессами, обратным прессом, 19 сушильными цилиндрами полезной поверхностью 94,6 м<sup>2</sup>, разделенными на три группы, трехвальным машинным каландром с винтовым прижимом и накатом Попе.

Технологические параметры выработки бумаги на машине следующие:

Скорость, <i>м/мин</i> . . . . .	35—40
Концентрация поступающей на сетку массы, % . . . . .	0,75—0,80
pH подсеточной воды . . . . .	4,8—5,5
Зеркало залива массы на сетке . . . . .	доходит до передней кромки второго отсасывающего ящика
Вакуум в отсасывающем вале, <i>кгс/см<sup>2</sup></i>	0,4—0,6
Сухость полотна, %:	
после регистровой части . . . . .	3,2—3,7
после отсасывающих ящиков . . . . .	8,0—11,0
после отсасывающего вала . . . . .	19,0—21,0
после I пресса . . . . .	24,0—26,0
после II пресса . . . . .	29,0—30,0
после III пресса . . . . .	31,0—32,0
Температура сушильных цилиндров, °С . . . . .	45—55—60—70—85— 100—105—105—110— 110—110—105—100— 100—95—90—85— 85—80

Для достижения требуемой растяжимости бумаги большое значение имеет степень натяжения бумажного полотна между прессами и состояние прессовых сукон, которые должны быть чистыми.

Сушильные сукна должны быть натянуты слабо, чтобы создать благоприятные условия для усадки бумаги при сушке и получения требуемой растяжимости.

Бумага каландрируется на суперкаландре, на который поступает с влажностью 7—9%.

**Использование оборотной воды.** Вся регистровая вода и часть воды от отсасывающих ящиков насосом подаются в смешительный ящик для разбавления массы. Избыток воды от отсасывающих ящиков, вода с вакуум-насоса и подсеточная насосом перекачиваются на флотационную ловушку, причем часть перекачиваемых вод идет на разбавление массы в роллах.

Для промывки роллов, сгустителя, бассейнов, подсеточной части машины используется осветленная вода из флотационной ловушки.

## Глава VI. БУМАГА, КАШИРОВАННАЯ АЛЮМИНОВОЙ ФОЛЬГОЙ

### Общие сведения

Одним из способов улучшения прочностных свойств алюминиевой фольги, предназначенной для упаковки, является каширование (склеивание) ее с бумагой. Такой комбинированный

упаковочный материал обладает комплексом свойств фольги и бумаги, он практически паро-, газо- и светонепроницаем, обладает большой стойкостью к перегибам и высокой прочностью на разрыв. Бумага, кашированная фольгой, применяется в основном для упаковки продуктов питания в тех случаях, когда требуется ароматонепроницаемость (чай, кофе), газо- и светонепроницаемость и жиростойкость (сливочное масло), паронепроницаемость и декоративность (кондитерские изделия) и т. д.

### Свойства алюминиевой фольги

Фольгой обычно называется тонкопрокатный металл (листы или ленты). Фольга из алюминия и алюминиевых сплавов изготавливается толщиной 0,2 мм и менее.

С бумагой комбинируют гладкую алюминиевую фольгу толщиной 6—14 мкм, а в отдельных случаях и более толстую (20—40 мкм). Фольга должна быть обезжирена и отожжена для придания ей пластичности. Фольга является единственным гибким упаковочным материалом, который обладает одновременно защитными свойствами металла и высокими эстетическими качествами. Алюминиевая фольга нетоксична, не ржавеет, непроницаема для влаги, газов, паров, масел, жиров и света, отражает лучистое тепло и вместе с тем теплопроводна, экономична, так как может быть прокатана до очень малых толщин с соблюдением малых допусков; хорошо поддается печати и внешней отделке.

За последние годы область применения алюминиевой фольги для упаковочных целей значительно расширилась благодаря возможности каширования ее с различными видами бумаги и полимерными пленками. Использование таких комбинированных упаковочных материалов оказалось экономически выгодным, так как они благодаря высоким защитным свойствам в ряде случаев заменяют дорогостоящую стеклянную и металлическую тару. В том случае, когда фольга предназначена только для защитных целей, ее располагают с внутренней стороны упаковки. В декоративных целях фольгу располагают с наружной стороны, и на нее могут быть нанесены многокрасочная печать, тиснение и лаковые покрытия.

Для каширования бумаги для упаковки продуктов питания используются фольга технической чистоты из алюминия марок АД1 (ГОСТ 4784—65), А-5 и А-6 (ГОСТ 11069—64) следующего химического состава (%):

Алюминий . . . . .	99,3—99,6	Медь . . . . .	0,01—0,05
Железо . . . . .	0,25—0,30	Цинк . . . . .	0,06—0,10
Кремний . . . . .	0,20—0,30	Титан . . . . .	0,03—0,15

Рулоны фольги для склеивания должны иметь минимальное количество обрывов, что достигается соединением концов фольги

между собой методом накатки. Фольга не должна иметь волнистости, складок, а торцы рулонов должны быть ровно обрезаны, без вмятин и забоин. Указанные дефекты фольги могут вызывать обрывы в процессе каширования с бумагой и приводить к браку.

### Клей для каширования бумаги с фольгой

Применяются два способа каширования: при помощи водных клеев (растворов и эмульсий) и с использованием термопластичных клеев.

**Водные клеи.** Применяются крахмальные и декстриновые клеи, иногда модифицированные синтетическими смолами. Эти клеи обладают высокой адгезией к фольге и бумаге, но имеют низкую водостойкость. Другим недостатком этих клеев является низкая концентрация, что затрудняет применение их для каширования при скоростях машин более 100 м/мин, так как требуется установка мощной сушильной части. Кроме того, этот способ неприменим для каширования бумаги с повышенной деформацией при увлажнении и низкой паропроницаемостью (пергамент, подпергамент и т. п.) вследствие замедленного высыхания клея и появляющихся дефектов (складок, морщин и т. п.) из-за деформации бумаги.

Крахмальный клей для каширования упаковочной бумаги [130, с. 283—285] можно приготовить по двум рецептам.

Рецепт I. Состав клея (%):

Картофельный крахмал . . .	10	Азотная кислота (плотность 1,4 г/см <sup>3</sup> ) . . . . .	4,0
Едкий натр . . . . .	1,6	Вода . . . . .	84,4

Клей готовится без подогрева. В емкость для приготовления клея, снабженную мешалкой, заливают воду в количестве 60% от требуемого и засыпают мелкими порциями при постоянном перемешивании полную навеску крахмала. Массу перемешивают 30—45 мин, после чего добавляют раствор едкого натра, и перемешивание продолжают еще в течение 1 ч. Затем добавляют азотную кислоту, не прекращая перемешивания еще в течение 40—60 мин, после чего добавляют остаток воды и полученную массу оставляют на сутки при включенной мешалке. Клей считается готовым и пригодным к употреблению, если он тянется незначительно и капли клея легко отрываются, приобретающая молочный цвет. Если клей тянется и прозрачен, его следует выдержать еще не менее суток.

Рецепт II. Состав клея (%):

Картофельный крахмал . . .	13	Едкий натр . . . . .	0,3
Салициловая кислота . . . .	0,75	Вода . . . . .	85,95

В емкость для приготовления клея заливают воду в количестве  $\frac{2}{3}$  от требуемого, нагревают до температуры 90—95° С, добавляют салициловую кислоту (в качестве антисептика), после чего включают мешалку и при перемешивании добавляют суспензию крахмала небольшими порциями. После перемешивания полученной массы в течение 10 мин заливают разбавленный раствор едкого натра и остаток воды. Клей варят при температуре 90—95° С в течение 50 мин при постоянном помешивании.

Концентрация клея для каширования регулируется в зависимости от впитываемости бумаги.

Иногда для каширования бумаги с фольгой используется вязкоупругая непластифицированная поливинилацетатная эмульсия или ее смесь с крахмальным клеем.

**Термопластичные клеи.** Термопластичные клеи представляют собой смеси нефтяных восков с добавками полимеров синтетических смол и каучуков. Преимущества этих клеев по сравнению с водными клеями заключаются в том, что исключается процесс сушки и скорость каширования может быть повышена до 250—300 м/мин.

Восковые сплавы не содержат растворителей и при переходе из расплава в твердое состояние (при схватывании) практически не дают усадки и не деформируют готовый материал.

Восковые сплавы для склеивания характеризуются температурой размягчения по способу «кольца и шара» в пределах 60—65° С, показателем пенетрации 20—60 (по ГОСТ 11501—65). Восковые сплавы перерабатываются при температуре, превышающей температуру размягчения на 30—40° С.

На основе исследований, проведенных во Всесоюзном научно-исследовательском и экспериментально-конструкторском институте тары и упаковки (ВНИЭКИТУ) и в ЦНИИ по обработке цветных металлов, для каширования пергамента и подпергамента с фольгой рекомендована рецептура воскового сплава МЦП [129, с. 121]. Восковой сплав МЦП представляет собой смесь парафина с церезином, модифицированную полиэтиленом и полиизобутиленом. Модифицирующие добавки полиэтилена с целью повышения эластичности сплава вводятся в количестве 2—3 массовых частей на 100 массовых частей смеси парафина и церезина. С целью увеличения адгезионной прочности в клеевой состав вводится от 4 до 20 частей низкомолекулярного полиизобутилена марки П-20 и не более 15 частей канифоли на 100 частей смеси парафина и церезина. Максимальная вязкость воскового сплава для переработки на валиковых узлах нанесения при скорости около 100 м/мин составляет 90—120 снз. Для этого требуется введение в клеевой сплав 10—15 частей полиизобутилена П-20.

Для пластификации в клеевой сплав вводится продукт варки канифоли с минеральным маслом в соотношении 1 : 2—1 : 3 в количестве не более 18—20 массовых частей на 100 массовых ча-



Схема современной машины для каширования бумаги фольгой представлена на рис. 41 [130, с. 277].

Фольга с раската 2 поступает на узел нанесения клея 3, а затем на склеивающий пресс 4—5, где соединяется с бумагой, по-

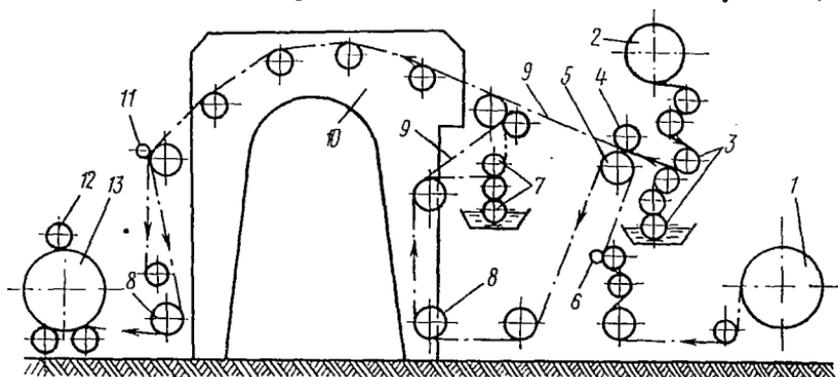


Рис. 41. Схема машины для каширования бумаги:

1 — раскат бумаги; 2 — раскат фольги; 3 — узел нанесения клея; 4, 5 — склеивающий пресс; 6 — направляющие валики; 7 — узел лакирования; 8 — натяжные валики; 9 — направление кашированной бумаги при отсутствии лакирования; 10 — сушильный канал; 11 — устройство подачи; 12 — прижимной валик; 13 — накат

ступающей с раската 1. Далее бумага, склеенная с фольгой, передается направляющими валиками в узел лакирования 7, а затем в сушильный канал 10.

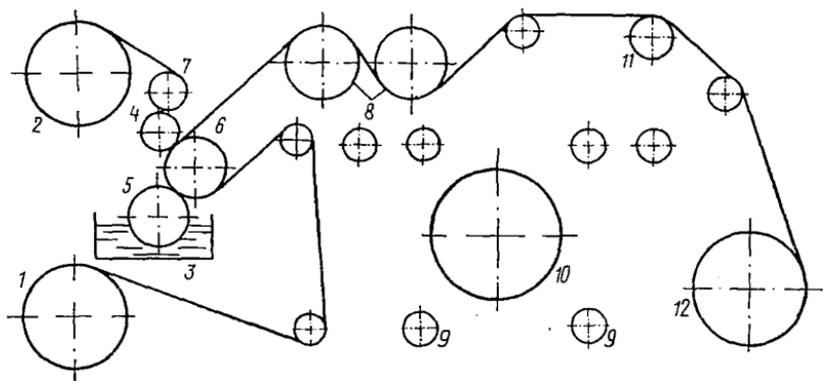


Рис. 42. Схема каширования бумаги фольгой при склеивании восковым сплавом:

1 — рулон пергамента; 2 — рулон фольги; 3 — клеевая ванна; 4 — прессовый стальной валик; 5 — клеенаносящий стальной валик; 6 — прессовый обрезиненный валик; 7 — направляющий валик; 8 — холодные цилиндры; 9 — сукроведущие валики (работают при мокром кашировании); 10 — большой сушильный барабан (работает при мокром кашировании); 11 — малый сушильный барабан; 12 — накат

Если лакировать и окрашивать фольгу не нужно, кашированная бумага попадает в сушильную часть по пути 9, а затем — на накат 13. Сушка осуществляется горячим воздухом, нагретым

газовой пропановой горелкой и подаваемым вентиляторами. Сушка кашированной бумаги горячим воздухом значительно ускоряет процесс высушивания клея и бумаги, и этот метод все больше внедряется в производство.

Для нанесения клея на поверхность фольги при кашировании часто применяют эбонитовые и обрешиненные валики. Поверхность их должна быть особенно чистой. Не допускаются на них царапины, углубления, выбоины и другие дефекты.

Скорость каширования на современных машинах составляет 10—180 м/мин в зависимости от вида бумаги и состава клея.

Температура сушки 100—105° С. Расход клея составляет 5—10 г/м<sup>2</sup>.

При кашировании бумаги фольгой термопластичными клеями может использоваться оборудование, применяемое при кашировании водными клеями, но ванна для клея должна иметь электрообогрев.

Схема каширования бумаги фольгой при склеивании термопластичными клеями приведена на рис. 42 [129, с. 124]. Расплавленный клеевой состав наносится на бумагу наносящим стальным валиком 5. Фольга соединяется с бумагой в прессе, состоящем из стального 4 и обрешиненного 6 валиков, после чего поступает на холодильные цилиндры 8 и накат 12.

### Упаковочный материал пергамент-фольга

Растительный пергамент, широко применяемый для упаковки жиров и сливочного масла, недостаточно защищает продукты от воздействия кислорода воздуха и света, а также от потери влаги при хранении. Вследствие этого даже при непродолжительном хранении в течение нескольких суток упакованного в пергамент сливочного масла происходят существенные изменения в поверхностном слое масла, приводящие к ухудшению его качества. Поэтому все более широкое применение при упаковке сливочного масла и пищевых жиров находят комбинированные материалы на основе пергамента и алюминиевой фольги, обладающие высокой паро-, водо- и газонепроницаемостью.

В целях снижения толщины комплексного материала для каширования целесообразно применять более тонкий пергамент с массой 1 м<sup>2</sup> 30—50 г и тонкую алюминиевую фольгу толщиной не более 8—10 мкм. В качестве клея наиболее широко используются восковые сплавы, не содержащие растворителей. На основе исследований [129, с. 121] для каширования пергамента с фольгой на промышленной установке, представленной на рис. 42, рекомендован описанный выше восковый сплав марки МЦП и применительно к нему отработана технология каширования. Схема заправки кашировальной машины показана на рис. 42. Температура расплава в клеевой ванне поддерживается в пределах 110—125° С, холодильные цилиндры охлаждаются водопроводной

водой. Наносящий валик и валик пресса не имеют специального обогрева, а нагреваются за счет тепла, передаваемого от расплавленного воска. Расход воскового сплава регулируется изменением силы прижима нижнего прессового валика *b* к наносящему валику *5* и силы прижима прессовых валов друг к другу. Избыток сплава стекает в ванну. Оптимальный расход воскового сплава на склеивание был найден экспериментальным путем. Было установлено, что при расходе воскового сплава  $20 \text{ г/м}^2$  сопротивление расслаиванию достигает максимальной величины, которая при дальнейшем повышении расхода сплава практически не изменяется. Полученный при таком расходе сплава комбинированный материал фольга-пергамент хорошо перерабатывается на расфасовочных автоматах. Расход сплава  $15\text{—}20 \text{ г/м}^2$  следует считать оптимальным.

По этой же технологии может быть проведено каширование подпергамента. В случае изготовления кашированного подпергамента для упаковки жиров следует применять для каширования жиростойкий подпергамент со специальным покрытием или обработкой в массе. Обычный подпергамент является условно жиростойким материалом, при контакте с жирами он впитывает их, и поэтому при использовании его даже в качестве внутреннего слоя упаковки не будет соблюдено одно из основных требований упаковки — инертность упаковочного материала к упакованному продукту.

С целью улучшения внешнего вида комбинированного материала иногда его лакируют цветным лаком и наносят тиснение.

Ниже приведены оптимальные свойства комбинированного материала:

Масса $1 \text{ м}^2$ , г . . . . .	80	Паропроницаемость за 24 ч	0,8
Толщина, мм . . . . .	80	при температуре $25^\circ\text{C}$ и относительной влажности 95%, $\text{г/м}^2$	
Разрывное усилие в машинном направлении, кгс . . . . .	8,0	Светопроницаемость на приборе ФБ-1, % . . . . .	0
Воздухопроницаемость, мл . . . . .	0,3		

### Материал бумага-фольга для упаковки чая

Бумага, кашированная алюминиевой фольгой, является прекрасным паро-, водо-, ароматонепроницаемым материалом и широко используется для упаковки чая. Существует два вида упаковки чая: мягкая и полужесткая. При мягкой упаковке чая бумага, кашированная алюминиевой фольгой, применяется в качестве наружного слоя, при полужесткой упаковке — в качестве внутреннего слоя.

В качестве основы для каширования для мягкой упаковки чая используется бумага с массой  $1 \text{ м}^2$  100 г, изготовленная из сульфитной небеленой целлюлозы средней степени помола с добавкой не более 30% белой древесной массы. Бумага имеет степень проклейки не менее 1 мм, гладкость не менее 80 с, разрыв-

ную длину в машинном направлении не менее 4000 м. Бумага окрашивается иногда в зеленоватый цвет.

В качестве основы для внутренней полужесткой упаковки используется бумага односторонней гладкости, с массой 1 м<sup>2</sup> 40 г, изготовленная из сульфитной небеленой целлюлозы. Бумага имеет степень проклейки не менее 0,5 мм, гладкость лощеной стороны не менее 50 с, разрывную длину в машинном направлении не менее 5000 м.

Для каширования применяются гладкая алюминиевая фольга толщиной 0,014 мм и клей на основе картофельного крахмала марок экстра и высший с добавкой 10—15% поливинилацетатной эмульсии марок ВВ и СВ. Нанос клея описанных выше рецептов составляет 5—10 г/м<sup>2</sup>, сушка производится сначала на большом цилиндре кашировальных машин при температуре 25—30° С, а затем на малом при температуре около 90° С.

Каширование производится на машине, схема которой приведена на рис. 40, при скорости около 30 м/мин. Физико-механические показатели бумаги для упаковки чая, кашированной алюминиевой фольгой, представлены в табл. 36.

Таблица 36

Физико-механические показатели бумаги, кашированной алюминиевой фольгой

Наименование показателей	Бумага для наружного слоя мягкой упаковки	Бумага для внутреннего слоя полужесткой упаковки
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	130,0	85,0
Толщина, мм	150	80
Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	0,87	1,06
Разрывное усилие, кгс:		
в машинном направлении	5,7	6,6
в поперечном направлении	4,2	3,8
Удлинение при разрыве, %:		
в машинном направлении	1,7	1,8
в поперечном направлении	3,2	2,6
Водонепроницаемость при высоте водяного столба Н=500 мм, ч	> 6,0	> 6,0
Газопроницаемость, см <sup>2</sup> /(с · кгс/см <sup>2</sup> )	0	0

### Трехслойный комплексный материал бумага-фольга-полиэтилен

Одним из основных требований к материалам для упаковки продуктов сублимационной сушки является высокая паро-, газо- и водонепроницаемость.

Во ВНИИБ разработана технология упаковочного материала с высокими защитными свойствами на основе комбинирования

бумаги, полиэтиленового покрытия и алюминиевой фольги [63, с. 20].

Бумага-основа в комплексном материале бумага-фольга-полиэтилен повышает сопротивление материала проколам, предотвращает повреждение фольги и облегчает этикетирование упаковки.

В качестве бумаги-основы может быть использована бумага с массой  $1 \text{ м}^2$  30—40 г, изготовленная из беленых полуфабрикатов средней степени помола ( $40^\circ \text{ ШР}$ ), хорошо проклеенная и содержащая для повышения светонепроницаемости около 5% наполнителя, с высоким коэффициентом преломления света (предпочтительнее). Свойства бумаги-основы приведены в табл. 37.

Для каширования бумаги может быть использована алюминиевая фольга толщиной 10—14  $\mu\text{м}$ , в качестве клея — поливинилацетатная эмульсия марки СВ.

Каширование бумаги может производиться на описанных выше кашировальных машинах. Каширование опытных партий бумаги производилось по следующему режиму:

Скорость машины, $\text{м/мин}$ . . . . . 30—32	Нанос эмульсии, $\text{г/м}^2$ . . . . . 4—5
Концентрация поливинилацетатной эмульсии, % . . . . . 48—50	Температура сушильного цилиндра, $^\circ\text{С}$ . . . . . 70—90

Таблица 37

**Физико-механические показатели бумаги-основы и комплексных материалов**

Наименование показателей	Бумага-основа	Бумага, кашированная фольгой	Трехслойный комплексный материал	
			фольга-бумага-полиэтилен	бумага-фольга-полиэтилен
Масса $1 \text{ м}^2$ , г	33	72	105	102
Толщина, $\text{мм}$	48	63	87	93
Разрывное усилие, кгс:				
в машинном направлении	1,4	4,0	4,1	3,7
в поперечном направлении	0,8	2,4	2,4	2,5
Удлинение при разрыве, %:				
в машинном направлении	0,9	1,3	1,9	1,8
в поперечном направлении	1,6	2,7	4,0	3,6
Сопротивление раздиранию, гс:				
в машинном направлении	25	42	88	122
в поперечном направлении	30	42	100	136
Проклейка, $\text{мм}$	1,25	—	—	—
Гладкость, с	80	—	—	—
Водонепроницаемость при высоте водяного столба $H=500 \text{ мм}$ , ч	—	$>6,0$	$>6,0$	$>6,0$
Паропроницаемость при $20^\circ \text{С}$ и относительной влажности воздуха 98% за 24 ч, $\text{г/м}^2$	—	—	1,5	2,1

Для придания комплексу повышенных защитных свойств бумагу, кашированную фольгой, покрывают полиэтиленом. Полиэтиленовое покрытие наносится экструзионным методом в количестве 25—30 г/м<sup>2</sup>. Для улучшения адгезии полиэтилена с фольгой полиэтиленовое покрытие лучше наносить двухслойным, как описано в главе I на стр. 45.

Трехслойный комплексный материал может быть изготовлен также в другом варианте: фольга—бумага—полиэтилен.

Физико-механические показатели комплексных материалов приведены в табл. 37.

Наиболее высокие защитные свойства при эксплуатационных испытаниях показал комплекс бумага—фольга—полиэтилен.

Проведенные ВНИЭКИТУ климатические испытания материала в виде пакетов, заполненных сублимированными продуктами, показали пригодность его для упаковки некоторых продуктов сублимационной сушки.

## **СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ БУМАГИ ДЛЯ УПАКОВКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТОВАРОВ И ИЗДЕЛИЙ**

### **Глава VII. БУМАГА ДЛЯ УПАКОВКИ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ**

#### **Общие сведения**

Требования к эффективности защиты металлов от коррозии — основного источника потерь черных и цветных металлов — постоянно возрастают. Металлы и металлоизделия подвергаются коррозии большей частью при хранении и транспортировке. В связи с этим весьма важной является роль упаковки как средства защиты от коррозии. Именно эта роль является специфической особенностью упаковки черных и цветных металлов и изделий из них.

Явление коррозии представляет собой разрушение металла в результате химического или электрохимического воздействия окружающей среды [1, с. 5]. Коррозия в условиях транспортирования и хранения относится к виду атмосферной коррозии и протекает в подавляющем числе случаев по электрохимическому механизму, т. е. вследствие образования так называемой коррозионной пары — гальванического элемента с двумя или несколькими электродами. При этом электродами служат различные участки корродирующего металла. На анодном участке металла в результате соприкосновения его с водным раствором электролита происходит переход ионов металла в раствор. Полусвободные электроны остаются в металле.

При отсутствии других электродных процессов растворение металла должно быстро прекратиться в результате возникновения двойного электрического слоя на границе раздела двух фаз [2, с. 19, 3, с. 145]. Однако если на соседнем участке имеется какое-либо вещество — деполяризатор, ассимилирующее избыточные электроны, то процесс растворения металла продолжается. Такими ассимилирующими веществами чаще всего служат ионы водорода или кислород, а этот участок металла будет играть роль катода.

Факторы, влияющие на скорость коррозии, подразделяются на внутренние и внешние. Внутренние факторы определяются

химическим составом и структурой металла. Важнейшими из внешних факторов являются характер и рН коррозионной среды, наличие ингибиторов или стимуляторов коррозии, концентрация электролита, температура и скорость движения коррозионной среды.

Как следует из вышесказанного, необходимым условием протекания коррозионных процессов является наличие электролита. Поэтому скорость атмосферной коррозии зависит от степени увлажненности поверхности металла. Исходя из этого различают три основных типа атмосферной коррозии:

1. Сухая коррозия — слой влаги на металле отсутствует. При этом наблюдается лишь потускнение поверхности; толщина пленки на металле не превышает 100 Å.

2. Влажная коррозия — при наличии очень тонкого слоя влаги на металле толщиной от 100 Å до 1 мкм. Влажность, при которой начинает резко возрастать скорость атмосферной коррозии, называется критической. Для железа критической является примерно 70%-ная относительная влажность воздуха.

3. Мокрая коррозия — под видимой влажной пленкой толщиной до 1 мм. При этом скорость коррозии снижается из-за затруднения диффузии кислорода к металлу [1, с. 47]. Интенсивность коррозии зависит также от состава атмосферы, температуры и т. д.

Атмосферная коррозия проявляется в первую очередь в виде равномерного разъедания поверхности. Подробно виды коррозии различных металлов и условия их устойчивости к внешним воздействиям описаны во многих литературных источниках [1—3].

Защита металлов от атмосферной коррозии может быть постоянной и временной. Постоянные виды защиты сохраняют свое действие и в условиях эксплуатации конструкций, а также в процессе переработки металлов и сплавов. К ним относятся: легирование металлов с целью создания сплавов с пониженной анодной активностью или сплавов, продукты коррозии которых создают прочную защитную пленку в атмосферных условиях, многочисленные гальванические покрытия, покрытия высокополимерами, эмалями, лаками, красками и т. д.

Временные меры борьбы с атмосферной коррозией используются в условиях консервации, хранения и транспортирования металлов и металлоизделий. К таким методам следует отнести улучшение атмосферы при хранении — уменьшение влажности в складах, очистку атмосферы от дымовых газов и других промышленных выбросов, использование различных смазок, пассивацию и ингибирование.

Эффективным способом защиты от атмосферной коррозии может быть выбор соответствующей упаковки. Виды упаковки металлов и металлоизделий в зависимости от их характера, назначения, условий хранения и т. д. могут быть самыми разнообразными. Бумага нередко является одним из компонентов комп-

лекса упаковочных материалов, т. е. используется в комбинации с деревянной, металлической или тканевой упаковкой, а также с различными смазками.

Использование консистентных смазок является самым распространенным методом временной защиты металлоизделий от коррозии. Однако этот способ не свободен от ряда недостатков: малая эффективность защиты, сложность и длительность нанесения смазки и последующей расконсервации, огнеопасность, влияние на внешний вид поверхности изделий.

Упаковка в бумагу наиболее экономична и может быть с незначительными затратами механизирована и автоматизирована.

В зависимости от объекта упаковки производится выбор того или иного вида антикоррозионной бумаги. Черные и цветные металлы имеют различные коррозионную стойкость и характер коррозии, что требует зачастую различных видов антикоррозионной бумаги.

Антикоррозионная бумага применяется для упаковки листовой и профильной стали, стальных труб, лезвийной ленты и бритвенных лезвий, подшипников, режущих и измерительных инструментов, различных приборов, медицинского оборудования, запасных частей к станкам, автомобилям и сельскохозяйственным машинам, частей хозяйственно-бытовых машин, металлической посуды и т. п. Специфической областью применения тонкой антикоррозионной бумаги является использование ее для упаковки антикварных и художественных изделий из серебра, бронзы, хромированных, никелированных и позолоченных.

Антикоррозионная бумага применяется также для межоперационной защиты деталей в процессе их изготовления, внутренней обкладки коробок и ящиков, изготовления пакетов для мелких металлических деталей, изготовления этикеток на металлические сосуды. Несомненно, что значение антикоррозионной упаковочной бумаги, особенно ее наиболее эффективно защищающих от коррозии видов, в дальнейшем будет возрастать.

## **Основные виды и свойства антикоррозионной бумаги**

Главное свойство антикоррозионной бумаги — ее способность защищать от коррозии упакованные в нее изделия. Различные виды антикоррозионной бумаги можно разделить на две принципиально отличающиеся группы. К первой из них относится бумага, обладающая высокими барьерными свойствами и защищающая металлы и металлоизделия от коррозии путем изоляции их от атмосферных влияний. Высокая водо-, паро-, газонепроницаемость бумаги этой группы обеспечивается пропиткой или покрытием парафинами, восками и микровосками, битумом, дегтем, маслами, латексами, полимерами и различными комбинированными составами. Обычно подобные упаковочные виды бумаги используются в комбинации с консистентными смазками или

в качестве наружной защитной упаковки. Для непосредственной упаковки металлов и металлоизделий бумага этой группы используется лишь в случаях недолговременного хранения в мягких в коррозионном отношении условиях [4, с. 539—550].

К другой группе относится так называемая ингибированная бумага, защищающая поверхность металла от коррозии не только путем изоляции ее от внешней среды, но и благодаря активному воздействию на металлическую поверхность, препятствующему развитию коррозионных процессов. Такая бумага зачастую используется для непосредственной упаковки металлов и металлоизделий, не требует смазки поверхности, допускает длительное хранение в жестких условиях.

Таким образом, принципиальное отличие упомянутых групп антикоррозионной упаковочной бумаги состоит в том, что к первой из них отнесена бумага, пассивно защищающая металл от коррозии, ко второй — активно защищающая [5, с. 61].

Общим требованием для всех видов антикоррозионной бумаги является наличие сравнительно высокой механической прочности, поскольку бумага испытывает значительные нагрузки в процессе упаковки и транспортировки металлов и металлоизделий, особенно крупных. Иногда нагрузки настолько велики, что приходится использовать крепированную или армированную бумагу [6, с. 107].

В случае малой механической прочности может нарушиться целостность бумажной упаковки, что приведет к свободному доступу коррозионной среды к металлической поверхности. Одним из наиболее важных показателей прочности является в связи с этим сопротивление продавливанию. Кроме того, высокие прочностные показатели бумаги необходимы также для обеспечения безобрывной упаковки на автоматах, поскольку при автоматической упаковке, находящей все более широкое использование, бумага испытывает довольно значительные нагрузки.

Другие не менее важные требования к бумаге — ограничение в ее составе содержания химических примесей, вызывающих коррозию, особенно хлоридов и сульфатов, а также ее нейтральность.

В ряде ранних работ исследователи были склонны считать главной причиной коррозии металлов бумагу, применяемую для упаковки. Дальнейшее развитие исследований по коррозии показало, что она вызывается в основном условиями, существующими вне бумаги, однако наличие в составе бумаги веществ, способствующих коррозии, может значительно интенсифицировать этот процесс [7, с. 33]. Следует отметить, что химические примеси, вызывающие коррозию, сосредоточены в основном в целлюлозном материале антикоррозионной бумаги. Методы определения этих химических примесей также относятся главным образом к бумаге-основе. Поэтому приведенные далее данные, касающиеся влияния химического состава бумаги на ее способность вызывать

коррозию, получены при испытании бумаги-основы для антикоррозионной бумаги.

Одним из наиболее важных показателей для суждения о способности бумаги вызывать коррозию является ее кислотность. Кислая реакция бумаги возникает в большинстве случаев из-за гидролиза квасцов или других соединений алюминия, содержащих алюминий в катнонной форме. Кроме того, источником кислотности могут быть соединения, оставшиеся в целлюлозе после варки и отбелки.

Кислотность бумаги характеризуется либо удельным содержанием кислоты, либо значением рН водной вытяжки. С точки зрения коррозионной характеристики бумаги применение определения рН более целесообразно, и им широко пользуются на практике.

Для антикоррозионных видов бумаги рН водной вытяжки устанавливается обычно в пределах 6,5—8,5 [9, с. 112; 10], хотя в ряде работ указан допустимый диапазон рН 5,7—7,5 [7, с. 33; 8, с. 204].

Согласно работам ВНИИБ бумага, обычно применяемая для упаковки металлов и металлоизделий, имеет рН в пределах 7,0—8,4. Проверка такой бумаги у потребителей показала соответствие указанного диапазона рН требованиям упаковки. Очевидно, контроль кислотности бумаги по рН водной вытяжки при методически правильно проводимом анализе [11, с. 272, 12] вполне достаточен, хотя некоторые исследователи рекомендуют использовать индикаторный микрометод [13, с. 434], поскольку при измерении рН водной вытяжки довольно высока степень разбавления.

На рис. 43 показаны результаты эксперимента, свидетельствующие об усилении коррозии при снижении рН водной вытяжки бумаги [8, с. 199].

Другим важным показателем, характеризующим корродирующее действие бумаги, является содержание в ней электролитов. Некоторые исследователи [14, с. 233; 15, с. 549] предлагали принять за меру корродирующего действия удельную проводимость водной вытяжки, поскольку она определяется содержанием электролитов. Было установлено [15, с. 543], что величина коррозии на соприкасающихся с бумагой стальных пластинах обуславливается содержанием в бумаге электролитов. Однако существуют серьезные возражения против этого метода из-за трудностей экспериментального характера [14, с. 234], а также в связи с тем, что очень важно знать, какие именно ионы повышают проводимость и вызывают явления коррозии, так как, только зная род этих ионов, можно ограничивать их содержание в бумаге.

Известно [8, с. 199; 9, с. 112; 13, с. 432], что хлоридные и сульфатные ионы, которые при производстве бумаги и картона всегда встречаются в сырье, полуфабрикатах, готовой продукции и производственных водах, вызывают особенно сильную коррозию.

Корродирующее действие оказывают не все хлориды и сульфаты, содержащиеся в бумаге, а та их часть, которая отмывается водой и вызывает повышенные электропроводности влажной бумаги. Из этого положения следуют практические выводы о методах проведения анализов на содержание хлоридов и сульфатов.

Показано [13, с. 434], что бумага способствует образованию ржавчины в случае содержания в ней хлоридов в количестве 0,05% и более в пересчете на NaCl. Исследование корродирующего действия бумаги [8, с. 201], содержащей 0,02; 0,1 и 0,25% хлоридов или сульфатов, показало, что при повышении концентрации этих ионов корродирующее действие бумаги значительно возрастает (рис. 44, 45). С понижением pH благоприятное для возникнове-

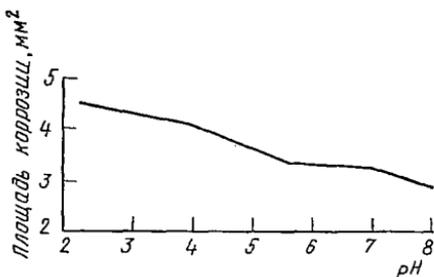


Рис. 43. Влияние величины pH водной вытяжки бумаги на коррозию стали [8, с. 198]

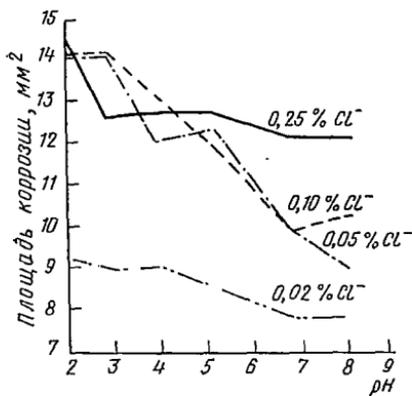


Рис. 44. Влияние содержания ионов хлора в бумаге на коррозию стали [8, с. 199]

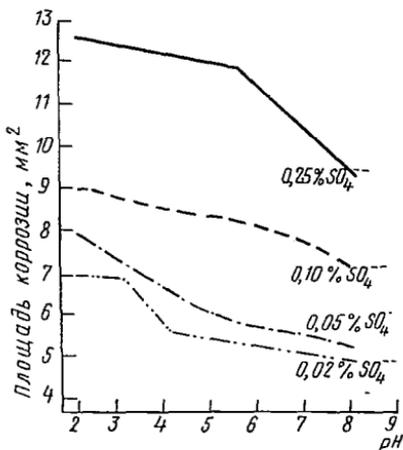


Рис. 45. Влияние содержания сульфат-ионов в бумаге на коррозию стали [8, с. 199]

ния коррозии действие хлоридных и сульфатных ионов становится более заметным. Эффект действия величины pH, однако, меньше эффекта действия хлоридных и сульфатных ионов.

Весьма затруднительно установить допустимый предел содержания хлоридных и сульфатных ионов. Во-первых, при этом надо тщательно соблюдать такие определяющие факторы, как относительная влажность воздуха, температура и величина pH. Во-вторых, очень большое значение имеет выбор методов испы-

тания на корродирующее действие бумаги и определения содержания хлоридных и сульфатных ионов. Третьим фактором, затрудняющим определение допустимого предела содержания хлоридных и сульфатных ионов, является различная способность металлов воспринимать коррозию, а также отличия в видах коррозии на различных металлах.

Еще в ранних исследованиях [7, с. 33] отмечалось, что бумага, пригодная для заворачивания стальных предметов, может не годиться для заворачивания серебра. В дальнейшем было экспериментально подтверждено [7, с. 33; 14, с. 232], что основной причиной коррозии серебряных изделий является наличие в бумаге сернистых соединений, в то время как коррозия стали, алюминия, бронзы, золота возникает под действием кислот, электролитов и кислорода воздуха. Черные металлы подвержены коррозии не в одинаковой степени [15, с. 542]. Наиболее стойкими являются чугун и литое железо. Далее идут хорошо полированная сталь, затем полированные изделия из стали, и наиболее подвержены коррозии кованое и прокатное железо.

Таким образом, установить допустимый предел содержания хлоридов и сульфатов, который являлся бы общим для всех видов антикоррозионной бумаги, не представляется возможным. Однако для конкретных условий этот предел устанавливают, учитывая изложенные факторы. При этом необходима одновременная проверка на содержание и хлоридов и сульфатов, так как совместное их действие вызывает более интенсивную коррозию, чем действие каждого аниона в отдельности [8, с. 202].

Ранее для определения хлоридов и сульфатов пользовались довольно длительными методами объемного и весового анализа [8, с. 203]. Используются также электрохимические методы определения хлоридов и сульфатов, обладающие высокой точностью, но требующие сложного аппаратного оформления [16, с. 292; 17, с. 234]. В настоящее время в СССР стандартизован метод нефелометрического титрования, свободный от указанных недостатков [18].

Содержание хлоридов и сульфатов, а также кислотность бумаги являются основными факторами химического состава бумаги, влияющими на ее корродирующее действие. Менее важный и предположительный характер имеют такие факторы, как наличие в бумаге красителей, органически связанного хлора и оксигеллюлозы [13, с. 434].

## **Технология парафинированной бумаги**

### *Свойства парафинированной бумаги*

Основной целью парафинирования и других подобных обработок бумаги является повышение ее барьерных свойств — водо-, паро- и газонепроницаемости. Высокая пористость необработан-

ной соответствующим образом бумаги является причиной ее низких защитных свойств. Кроме того, пористость может служить и причиной сорбции из окружающей среды веществ кислого характера, вызывающих коррозию металлов [4, с. 541].

Низкая пропускная способность парафинированной бумаги с давних пор способствовала ее применению в качестве антикоррозионной [4, с. 542; 8, с. 200]. Некоторые исследователи [13, с. 433] считают, что защитное действие парафина меньше зависит от пониженной способности парафинированной бумаги пропускать водяной пар, чем от ингибиторного, соответствующего смазыванию жирными маслами, действия, вызываемого соприкосновением материала с бумагой. Это утверждение, по-видимому, является недостаточно обоснованным, поскольку бумага, низкая проницаемость которой обеспечена, например, полимерными покрытиями, не оказывающими смазывающего действия, используется в качестве антикоррозионной с достаточной эффективностью.

Парафин или другие восковые продукты, проникая в бумагу, заполняют поры, в значительной степени снижая пропускную способность бумаги. Более высокие барьерные свойства достигаются при нанесении покрытия.

Между газо- и воздухонепроницаемостью бумаги и ее паронепроницаемостью, а также между проклейкой и паронепроницаемостью определенной зависимости не существует. Это обусловливается тем, что вода в жидкой фазе проходит через поры бумаги, тогда как водяные пары проникают как сквозь волокна, так и через поры между волокнами [4, с. 541]. Даже если бумага пропитана парафином, т. е. ее поры закрыты для прохождения воды, паронепроницаемость бумаги существенно не увеличивается.

Для придания бумаге свойства паронепроницаемости необходимо нанесение на поверхность бумаги непрерывной пленки гидрофобного вещества, например парафина, целиком покрывающего поверхность всего листа и всех волокон, выступающих над поверхностью. Отсюда ясно, что для антикоррозионных свойств бумаги необходимо поверхностное покрытие парафином, а не пропитка. Если влага проникает через трещину в поверхности кровного слоя, она распространяется по всему листу. Следовательно, необходима непрерывность поверхностной защитной пленки, так как в противном случае защитные свойства будут недостаточны. Однако следует учитывать, что в отличие от бумаги в гидрофобных покрытиях паропередача происходит преимущественно через поры. Сквозь мелкие поры может проходить только незначительное количество водяного пара. Поэтому покрытия с достаточно мелкими порами обеспечивают хорошую защиту от действия водяного пара. Например, через пленку, содержащую 100 пор диаметром 1  $\mu\text{м}$  на 1  $\text{дм}^2$ , проходило 0,12/ $\text{м}^2 \cdot \text{сут}$  водяного пара [21, с. 165]. Поэтому защитные свойства покрытия зависят не столько от числа пор, сколько от их

величины при условии применения для материала покрытия веществ, стойких к действию пара. Проникновение паров воды прямо пропорционально площади соприкосновения их с бумагой и продолжительности воздействия [4, с. 542]. Для гомогенных материалов характеристикой их паронепроницаемости является коэффициент проницаемости, определяемый по формуле [27, с. 166]

$$p = Q \Delta x / F \Delta p_D,$$

где  $Q$  — количество водяного пара, диффундирующее в единицу времени;

$F$  — поверхность;

$\Delta p_D$  — разность парциальных давлений водяного пара;

$\Delta x$  — толщина слоя;

$p$  — коэффициент проницаемости.

В случае бумаги с покрытием пользуются так называемым числом паропередачи

$$q = Q / F \text{ г/м}^2 \cdot \text{сут.}$$

Для бумаги с покрытием существует определенная зависимость между толщиной покровного слоя и сопротивлением проникновению паров.

Наиболее важным фактором, влияющим на проникновение паров воды, является относительная влажность воздуха. Повышение влажности приводит к быстрому росту скорости проникновения паров. При определенных условиях паропроницаемость прямо пропорциональна разности упругости паров на обеих сторонах пленки или бумаги, но эта зависимость сохраняется только при относительной влажности ниже 75% [27, с. 166].

При постоянной относительной влажности и переменной температуре паропроницаемость прямо пропорциональна разности упругостей паров воды. По мере повышения температуры паропроницаемость возрастает, так как при этом возрастает разность упругостей паров. Соответственно понижение температуры вызывает снижение паропроницаемости. Ускорение проникновения при высокой температуре обусловлено размягчением покровного слоя, особенно при применении таких низкоплавких материалов, как парафин [4, с. 541].

Паропроницаемость измеряется различными методами [4, с. 545; 27, с. 165]. В СССР для определения паропроницаемости упаковочных видов бумаги, в том числе и антикоррозионных, приняты гравиметрические методы [24, 35].

Для некоторых видов покрытий, например парафиновых, паропроницаемость значительно повышается в результате многократных перегибов или смятия (табл. 38).

Материал для упаковки металлоизделий должен быть слабопроницаем для кислорода. Газы, в том числе и кислород, проникают через поры бумаги. Поэтому газо- и воздухопроницаемость

Числа паропередачи упаковочных материалов до и после перегиба  
во взаимно перпендикулярных направлениях при перепаде влажности с 90%  
до 0 и температуре 20° С, г/м<sup>2</sup>·сут.

Упаковочный материал	Паропередача	
	-до перегиба	после перегиба
Бумага-битум-бумага	5	7—10
Бумага-парафин-бумага	5	6—8
Бумага-полиэтилен-бумага	2	2
Полвинилхлорид-алюминиевая	<1	<1
Фольга-полиэтилен-бумага		

в значительной степени зависят от степени помола бумажной массы для выработки бумаги-основы [27, с. 26]. Сквозь покровные пленки газы проникают в основном благодаря растворению, диффузии и испарению с противоположной стороны [4, с. 57].

Газопроницаемость зависит от рода газа и температуры. Проницаемость газов убывает в следующем порядке: двуокись углерода, кислород, азот [30, с. 30А]. Различные комбинации материалов отличаются специфической проницаемостью по отношению к отдельным газам. Так, газопроницаемость полиэтилена в сотни раз превышает газопроницаемость поливинилиденхлорида [27, с. 28]. Воздухопроницаемость (мл/мин) бумаги зависит от способа ее обработки [19, с. 188]:

Бумага-основа . . . . .	480—600	Бумага, покрытая восковым сплавом . . . . .	0
Бумага битумированная . . . .	40	Бумага, покрытая полиэтиленом . . . . .	0
Бумага, пропитанная восковым сплавом . . . . .	40	Бумага, лакированная битумом	0

Для парафинированных видов бумаги характерна определенная водонепроницаемость. Показатель водонепроницаемости хорошо коррелируется с паронепроницаемостью бумаги, поэтому для поддержания этого показателя на необходимом уровне требуется соблюдение тех же условий, что и для высокой паронепроницаемости, т. е. наличие монолитного поверхностного слоя гидрофобного вещества.

При смятии парафинированной бумаги водонепроницаемость ее также значительно снижается.

Парафинирование бумаги определенным образом сказывается на ее физико-механических свойствах. Известно, что показатель сопротивления продавливанию упаковочной бумаги наиболее правильно характеризует поведение этой бумаги при ее практи-

ческом использовании [6, с. 103; 9, с. 113]. Коэффициент корреляции между абсолютным сопротивлением продавливанию и характеристикой динамической прочности равен 0,946 [31, с. 11].

По данным Нагородского, при пропитке бумаги нефтяными восками сопротивление продавливанию увеличивается на 20—25%, а при введении в композицию покрытия полиэтилена — на 30—35%. Разрывное усилие увеличивается в среднем на 15—25%. По мнению автора, это увеличение объясняется укреплением поверхностного слоя целлюлозных волокон бумаги-основы, а нефтяные парафины или воски в этом случае выполняют функции склеивающего вещества. Это подтверждается тем, что максимальное увеличение прочности наблюдается при использовании церезина и его смесей с полиэтиленом, обладающих наибольшей адгезией к волокнам [31, с. 12].

При обработке восковым сплавом бумаги из сульфатной небеленой целлюлозы ее прочностные показатели также несколько возрастают [19, с. 200] (табл. 39).

Таблица 39

Прочностные показатели бумаги, обработанной восковым сплавом

Вид обработки	Материал	Разрывное усилие, кгс		Удлинение, %		Сопротивление раздиранию, гс		Сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>
		в машинном направлении	в поперечном направлении	в машинном направлении	в поперечном направлении	в машинном направлении	в поперечном направлении	
Покрытие	Бумага-основа	11,02	4,40	2,06	2,94	97,4	125,2	3,14
	Бумага с покрытием	11,40	4,58	2,46	3,85	102,3	131,1	3,43
Пропитка	Бумага-основа	11,0	4,08	1,91	2,70	97,0	138,7	3,20
	Бумага с пропиткой	11,8	4,34	1,88	2,72	99,4	134,8	3,41

Данные табл. 39 получены при покрытии бумаги сплавом, состоящим из 50% церезина, 2,5% полиэтилена высокого давления, 1,5% продукта, представляющего термомеханическую смесь полиэтилена высокого давления и полиизобутилена с молекулярной массой 200 000 в соотношении 3 : 7, и 46% парафина. Масса покрытия составила около 25% от массы бумаги-основы в обоих режимах.

Следует отметить, что прочностные свойства бумаги с покрытием или пропитанной определяются в основном прочностью бумаги-основы. Отечественная промышленность выпускает два вида парафинированной бумаги, используемой в качестве антикоррозионной: бумагу для упаковки металлоизделий, получаемую парафинированием бумаги-основы, с массой 1 м<sup>2</sup> 35 г [24], и бумагу

для упаковки бритвенных лезвий, получаемую парафинированием бумаги-основы с массой  $1 \text{ м}^2$  22—25 г. Свойства этих видов бумаги приведены в табл. 40.

Таблица 40

Характеристика парафинированной бумаги

Наименование показателей	Бумага для упаковки металлоизделий	Бумага для упаковки бритвенных лезвий
Масса бумаги-основы, $\text{г}/\text{м}^2$	35	22
Состав по волокну бумаги-основы	Сульфатная небеленая целлюлоза	Сульфатная беленая целлюлоза
Содержание покрытия в бумаге, %	35—45	33—38
Масса бумаги с покрытием, $\text{г}/\text{м}^2$	48—52	35—38
Сопротивление продавливанию, $\text{кгс}/\text{см}^2$	$\geq 1,3$	$\geq 0,7$
Паропроницаемость, $\text{г}/\text{м}^2$ за 24 ч при $\varphi=90\%$	$\leq 20$	$\leq 60$
pH водной вытяжки	6,5—8,5	6—8

С целью увеличения механической прочности упаковочных материалов часто используется комбинация бумаги с текстильными материалами. Так, для упаковки листовой стали рекомендуется армирование бумажного полотна сеткой из льнолавсановой пряжи [6, с. 106]. ВНИИБ для упаковки лезвийной ленты рекомендует армирование бумаги хлопчатобумажной сеткой. Для упаковки более мелких металлоизделий рекомендуется армирование бумаги тонкой тканевой сеткой [26, с. 15].

Одним из методов упрочнения бумаги для упаковки металлоизделий является также крепирование и микрокрепирование бумаги-основы для покрытий водонепроницаемыми веществами [6, с. 107].

В ЧССР упаковочный материал для упаковки металлоизделий («Микротекс Т») получают путем совместной пропитки и одновременного ламинирования бумаги-основы и текстильного материала [34, с. 12].

### Технология бумаги-основы для парафинирования

Основные свойства бумаги-основы для парафинирования — способность равномерно и в достаточном количестве воспринимать парафинирующие составы, достаточная прочность и определенный химический состав.

Бумага-основа для парафинирования, предназначенная для упаковки изделий из металлов, представляет собой тонкую

чистоцеллюлозную бумагу, изготавливаемую преимущественно из сульфатной целлюлозы. Отечественной промышленностью выпускается парафинированная бумага для упаковки металлоизделий с массой бумаги-основы  $35 \text{ г/м}^2$ , а также бумага для упаковки бритвенных лезвий с массой бумаги-основы  $22 \text{ г/м}^2$  [10]. Технические требования к бумаге-основе приведены в табл. 41.

Таблица 41

Технические требования к бумаге-основе для парафинирования

Наименование показателей	Бумага-основа для упаковки металлоизделий	Бумага-основа для упаковки бритвенных лезвий
Состав по волокну	Сульфатная небеленая целлюлоза	Сульфатная беленая целлюлоза
Масса $1 \text{ м}^2$ , г	33—37	22—25
Объемная масса, $\text{г/см}^3$	0,50—0,60	0,53—0,63
Разрушающее усилие в поперечном направлении, кгс	—	1,0—1,3
Сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup> , не менее	1,1	—
Белизна, %, не менее	—	65
pH водной вытяжки	6,5—8,5	6—8
Содержание, %:		
хлор-ионов	$\leq 0,006$	—
сульфат-ионов	$\leq 0,25$	—
Влажность, %	$7 \pm 1$	$7^{+2}_{-1}$

Впитываемость бумагой парафинирующих составов зависит от ее объемной массы. При слишком пористой бумаге с объемной массой менее  $0,5 \text{ г/см}^3$  затрудняется регулирование степени парафинирования, при использовании малопористой плотной бумаги парафиновый состав плохо впитывается, слабо закрепляется на поверхности, что приводит к осыпанию его в процессе эксплуатации бумаги.

В результате исследований ВНИИБ установлено, что оптимальная объемная масса бумаги-основы для парафинирования находится в пределах  $0,5—0,65 \text{ г/см}^3$ . Невысокая масса  $1 \text{ м}^2$  бумаги объясняется тем, что главную роль в достижении барьерных свойств парафинированной бумаги играет качество ее пропитки и покрытия, т. е. определенная степень парафинирования и отсутствие непропарафинированных участков.

Необходимая прочность достигается и при малой массе  $1 \text{ м}^2$  бумаги, так как парафинированная бумага используется преимущественно в качестве внутренней упаковки изделий.

Для парафинированной бумаги регламентируются содержание в ней хлор- и сульфат-ионов, а также pH водной вытяжки.

Бумага-основа для парафинирования должна изготавливаться без использования каких-либо вспомогательных химических веществ, придающих кислый характер водной вытяжке бумаги или содержащих хлор- и сульфат-ионы в своем составе. В связи с этим исключено применение при производстве данного вида бумаги таких распространенных химических вспомогательных веществ, как сульфат алюминия или квасцы. Указанные вещества нельзя использовать как в основном потоке, так и во вспомогательных процессах, в частности в процессе улавливания волокна из оборотных вод. Поэтому в качестве улавливающей аппаратуры, если волокно возвращается в основной поток производства, следует пользоваться массоловушками фильтрующего типа.

Как правило, специальной промывки целлюлозы для удаления катионов и анионов, содержащихся в ней, не проводится. Лабораторные исследования показали, что наибольшее количество ионов удаляется в результате первых трех промывок, а после шестикратной промывки получается полуфабрикат, практически не содержащий хлоридов и сульфатов [8, с. 201].

Основное количество хлоридов и сульфатов поступает в бумажную массу с производственной водой [13, с. 432]. Поэтому для кардинального решения вопроса о снижении содержания хлоридов и сульфатов в антикоррозионных видах бумаги необходимо удаление этих анионов из производственных вод.

Выпускаемая в настоящее время бумага-основа для парафинирования содержит в среднем сульфат-ионов 0,18—0,22%, хлорид-ионов 0,005—0,006%.

В качестве волокнистых полуфабрикатов для указанных видов бумаги-основы обычно используется сульфатная целлюлоза, как небеленая, так и беленая, в основном из хвойных пород древесины. Использование сульфатной целлюлозы обусловлено главным образом довольно высокими требованиями к прочности бумаги-основы для парафинирования, а также необходимостью нейтральности волокнистых компонентов. Наиболее характерный уровень показателей волокнистых полуфабрикатов, используемых в производстве данного вида бумаги, приведен в табл. 42.

Размол целлюлозы для получения бумаги-основы может осуществляться как по периодическим, так и непрерывным схемам. Режим размола должен обеспечить высокую прочность бумаги-основы, необходимую объемную массу — 0,5—0,6 г/см<sup>3</sup> [10] и удовлетворительную структуру бумажного листа.

Для получения требуемых свойств волокна в размолотой бумажной массе должны быть сравнительно тонкими и длинными. В связи с этим для размола желательнее применение полубазальной и базальной гарнитуры. Стремление повысить прочность бумаги более длительным размолом вступает в противоречие с верхним пределом объемной массы, которая возрастает в процессе размола с развитием межволоконных сил связи [22, с. 55].

Характеристика полуфабрикатов для производства бумаги-основы для парафинирования

Наименование показателей	Сульфатная побеленая целлюлоза хвойная	Сульфатная беленая целлюлоза хвойная
Степень делигнификации	28—32	—
Содержание $\alpha$ -целлюлозы, %	—	87—88
Содержание пентозанов, %	10—11	9—10
pH водной вытяжки	6,5—8,5	6—8
Белизна, % белого	—	84—85
Механическая прочность при размоле до 60° ШР и массе отливки 100 г/м <sup>2</sup> :		
разрывная длина, м	10 000—11 000	8000—9000
излом (число двойных перегибов)	4 000—4 500	2000—3000
сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	6,5—7,5	—
сопротивление раздиранию, гс	120—140	—

Необходимость хорошей структуры бумаги требует тщательной разработки волокна, отсутствия пучков и грубых волокон. Бумажная масса для получения бумаги-основы для парафинирования с массой 1 м<sup>2</sup> 35 г из сульфатной небеленой целлюлозы имеет следующие показатели качества: степень помола 45—55° ШР, показатель длины волокна (по Иванову) 90—110 дг. Для размола массы используются роллы со смешанной гарнитурой (базальтовая планка). Концентрация массы при размоле 5—6%, оборот роллов 5—7 ч.

При непрерывной схеме подготовки бумажной массы концентрация в конических мельницах составляет 2,8—3,5%. Находят применение и полунепрерывные схемы подготовки массы: размол в роллах в течение 1,5—2 ч до 30—35° ШР и дальнейший размол в конических мельницах.

Товарная сульфатная беленая целлюлоза, используемая для производства бумаги-основы для парафинирования, с массой 1 м<sup>2</sup> 22—25 г при периодической схеме подготовки массы размалывается в роллах с базальтовой и комбинированной гарнитурой при концентрации массы 5,5—6% до 65—70° ШР с последующим выравниванием характера массы при концентрации около 3% в конической мельнице.

Исследованиями, проведенными в Марийском филиале ВНИИБ, установлено, что для получения бумаги-основы с массой 1 м<sup>2</sup> 22 г из беленой сульфатной целлюлозы жидкого потока непрерывный процесс размола должен быть сравнительно мягким, в три-четыре ступени. На первой ступени размола рекомендуется использовать гидрофайнеры, на последующих ступе-

нях — конические мельницы. Концентрация бумажной массы при размоле 3,2—3,5%, конечная степень помола 58—60° ШР.

Бумага-основа для парафинирования изготавливается на плоскосеточных бумагоделательных машинах. Процессы отлива, прессования и сушки должны обеспечивать получение бумаги с высокими механическими свойствами, однородной и равномерной структурой с довольно узкими допусками по объемной массе. Режим тряски сеточного стола и коэффициент истечения бумажной массы должны регулироваться таким образом, чтобы обеспечить возможно в большей степени ориентацию волокон на сетке в поперечном направлении.

Концентрация массы в напорном ящике при выработке бумаги-основы для парафинирования с массой 1 м<sup>2</sup> 35 г составляет 0,35—0,45%, а с массой 22—25 г/м<sup>2</sup> — 0,20—0,25%. Коэффициент истечения массы 1,03—1,09. Амплитуда тряски сеточного стола 5—6 мм, частота тряски 300—350 колебаний в минуту. Температура сушки должна постепенно возрастать от 50—55 до 90—95°С на последних сушильных цилиндрах. При производстве бумаги-основы для парафинирования используются обычно сетки тройного плетения № 28/84, шерстяные прессовые сукна марок П-20, П-50, П-120 [23], шерстяные сушильные сукна.

Отечественное бумагоделательное машиностроение выпускает для производства бумаги-основы для парафинирования с массой 1 м<sup>2</sup> 20—40 г бумагоделательные машины типа БП-25 (рис. 46). Обрезная ширина этой машины 4200 мм, скорость по приводу 600 м/мин, рабочая скорость 150—500 м/мин, производительность 60 т в сутки. Бумагоделательная машина снабжена многодвигательным приводом, напорным ящиком закрытого типа, вакуум-пересасывающим устройством, тремя прямыми прессами. Сушильная часть машины включает в себя

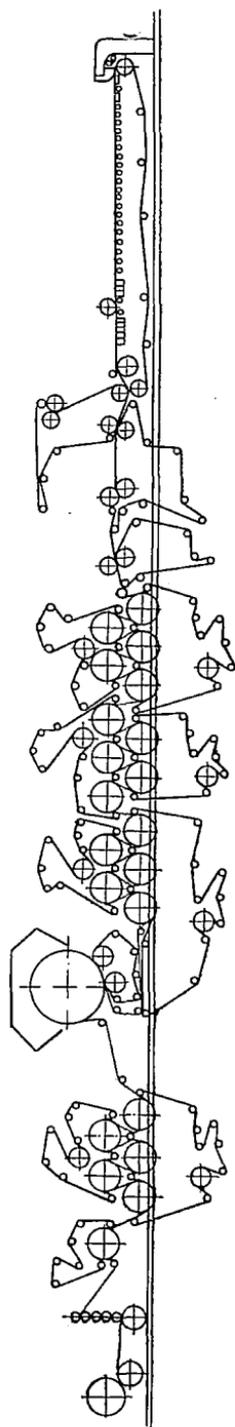


Рис. 46. Бумагоделательная машина марки БП-25 для выработки бумаги-основы для парафинирования

предварительную сушильную часть, состоящую из 15 бумагоделательных и 6 сукносушильных цилиндров, лощильный цилиндр диаметром 3000 мм, досушивающую часть, состоящую из 5 бумагосушильных, 2 сукносушильных и 1 холодильного цилиндра.

Бумагоделательная машина БП-25 имеет следующие технологические характеристики:

Удельный съем бумаги с сеточного стола, кг/м <sup>2</sup> · ч	40
Удельный съем воды с полезной поверхности, кг/м <sup>2</sup> · ч:	
предварительной сушильной части . . . . .	16
лощильного цилиндра . . . . .	30
досушивающей части . . . . .	5
Концентрация массы в напорном ящике, % . . . . .	0,2—0,25
Сухость полотна, %:	
перед отсасывающими ящиками . . . . .	2
после отсасывающих ящиков . . . . .	8
после отсасывающего гауч-вала . . . . .	15
после прессов . . . . .	35
после предварительной сушильной части . . . . .	60
после лощильного цилиндра . . . . .	84
на накате . . . . .	93

Следует отметить, что использование лощильного цилиндра необходимо главным образом для выработки бумаги с массой 1 м<sup>2</sup> 22—25 г.

### *Характеристика парафинирующих составов*

В состав любой композиции покрытий входят два или более компонентов, из которых один является основным по принципу наибольшего содержания, а остальные — дополнительными [19, с. 190]. В смесях, употребляемых для покрытия антикоррозионной бумаги, основным компонентом является парафин [24].

Парафин в чистом виде по химическому составу является смесью твердых предельных углеводородов нормального и изо строения, имеющих общую формулу C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>, с незначительным количеством циклических углеводородов. Молекулярная масса парафина — от 300 до 600 [19, с. 187]. Преимущественно используются парафины с молекулярной массой 360—420, лишь в отдельных случаях — с молекулярной массой 600 [25, с. 7]. Точное число атомов углерода в углеводородах, относящихся к парафиновой фракции, пока не установлено. Так, указывается, что молекулы парафина могут содержать 18—30 атомов углерода [26, с. 11], 19—35 [25, с. 7], 18—30 [27, с. 69], 23—35 [4, с. 541]. Таким образом, число углеродных атомов в молекуле парафина зависит, очевидно, от методов его получения и месторождения нефти, используемой для получения парафина. Точно так же весьма затруднительно указать и другие параметры, характеризующие парафины. На практике [19, с. 191; 25, с. 8; 26, с. 12; 27, с. 26; 28,

с. 51; 29] могут быть отклонения от величин, характеризующих физические и химические свойства парафина нормального строения:

Внешний вид . . . . .	Прозрачная белая кристаллическая масса
Кристаллическая структура . . . . .	Крупные, хорошо выраженные кристаллы
Содержание масла, % . . . . .	0,5—2,5
Температура плавления, °С . . . . .	40—65
Вязкость при 98° С, <i>спз</i> . . . . .	2,5—7,0
Твердость по пенетрометру . . . . .	10—25
Плотность, <i>г/см<sup>3</sup></i> . . . . .	0,76—0,77
Показатель преломления при 100° С . . . . .	1,425—1,433
Цветостойчивость, дни . . . . .	4—7
Гибкость при пониженной температуре . . . . .	Хрупкий
Прочность на разрыв . . . . .	Удовлетворительная
Усадка, % . . . . .	15
Жиростойкость . . . . .	Плохая
Способность к термосварке и слипанию . . . . .	Плохая
Способность к связыванию масла . . . . .	Низкая
Глянец . . . . .	Хороший
Строение молекул . . . . .	Предположительно прямые цепи

При комнатной температуре обычные парафины с нечетным числом углеродных атомов от 19 до 29 имеют орторомбическую структуру, с четным числом от 18 до 26 — трехклинную, а с четным числом от 28 до 30 — моноклинную структуру [26, с. 12].

В СССР для парафинирования бумаги используется стандартный парафин [29], диапазон изменений показателей которого значительно уже, чем показано выше. Так, температура плавления парафина марок В<sub>1</sub>50-52, В<sub>2</sub>52-54, Т 50—54° С.

Температура плавления парафинов зависит от соотношения компонентов с различной величиной молекулярной цепи [27, с. 72].

Парафин встречается в сырых парафинистых нефтях и выделяется из них дистилляцией. Нефть со значительным содержанием парафинов имеется в СССР, США, Индонезии, Социалистической Республике Румынии [26, с. 13]. Методы получения и очистки парафинов от масла подробно описаны в ряде работ [напр., 4, с. 542; 27, с. 70].

Для парафинирования бумаги большое значение имеет кристаллическая структура парафина, температура плавления, содержание масел, твердость, гибкость, прочность на разрыв, усадка, паронепроницаемость. Эти свойства находятся в тесной взаимосвязи [25, с. 8].

Очищенные парафины имеют пластинчатую или игольчатую структуру. При быстром охлаждении они приобретают неустойчивую мелкокристаллическую структуру, которая со временем стареет и грубеет. Величина кристаллов парафина влияет на гибкость парафинированной бумаги при нормальной и пониженной

температуре. Покрытие, состоящее из крупных кристаллов, легко разрушается при перегибах вследствие выкрашивания кристаллов [26, с. 13].

При покрытии бумаги парафином с низкой температурой плавления может произойти слипание бумаги с покрытием в рулонах. Для парафинов имеет значение также температура фазовых превращений, или температура перекристаллизации, которая ниже температуры плавления на  $8^{\circ}\text{C}$  [25, с. 8]. При температуре перекристаллизации наблюдается значительная усадка, а при более низкой температуре парафины становятся хрупкими.

Содержание нефтяных масел в парафинах зависит от метода их очистки и влияет на температуру плавления, липкость, гибкость и другие свойства [4, с. 543; 25, с. 8].

Твердость парафинов повышается с увеличением содержания в них нормальных молекулярных цепей и с уменьшением содержания масла. Твердость парафинов влияет на твердость поверхностного покрытия бумаги, устойчивость к истиранию и появлению царапин, а также на уменьшение степени слипания бумаги при хранении.

Кристаллическая структура, строение молекулярных цепей и их длина оказывают влияние также на прочность на разрыв и усадку парафинов.

Следует указать также на такое важное при производстве парафинированных антикоррозионных видов бумаги свойство, как стабильность к окислению. Металлы оказывают определенное каталитическое действие на окисление восков. Степень окисления зависит от площади контакта металла с воском и в еще большей степени от природы самого металла. Обширные исследования показали, что наиболее сильным каталитическим действием обладают медь и содержащие медь металлы, а углеродистые стали медленно действуют на процесс окисления. Между медью и углеродистой сталью по своему каталитическому действию на окисление парафинов расположены никель, хром, алюминий и нержавеющая сталь. При повышении температуры окисление парафинов ускоряется. Так, при температуре  $65\text{--}70^{\circ}\text{C}$  запах появляется через 15—20 суток хранения, при температуре  $90\text{--}100^{\circ}\text{C}$  — через 1—2 суток [30, с. 27А].

С целью улучшения защитных свойств широко используют различные модификации парафинов. Чаще всего в качестве модифицирующих добавок используют различные микрокристаллические воски [19, с. 191; 25, с. 7].

Микрокристаллические воски представляют собой смесь углеводородов предположительно разветвленного строения с наличием кольцевых структур [19, с. 192; 27, с. 73]. Химический состав микровосков более сложен, чем у парафина, зависит от природы сырья и колеблется от  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  (гомологический ряд метана) до  $\text{C}_n\text{H}_{n+2}$  (структура смешанного парафиноциклопарафинового ряда [25, с. 8]. Число углеродных атомов в молекуле микровоска

приводится различное разными авторами — 35—50 [27, с. 73], 37—53 [19, с. 192], 50—60 [25, с. 8]. Соответственно и молекулярная масса (по различным источникам) имеет значительные колебания, от 400 до 1000.

В нашей стране микрокристаллические воски известны под названием церезинов. Они благодаря своему микрокристаллическому строению [19, с. 192; 26, с. 8] довольно широко используются при нанесении защитных покрытий. Церезины в значительной степени снижают хрупкость покрытий, особенно при низких температурах.

Покрытые из обычного парафина образует трещины на сгибах и теряет паронепроницаемость; при добавке микрокристаллического воска этот недостаток устраняется. Кристаллы церезина имеют форму пластинок малых размеров. Величина кристаллов церезина не зависит от скорости охлаждения. Добавление церезина к пластинчатым кристаллам парафинов нормального строения превращает их структуру в микрокристаллическую. Гибкость этого покрытия сохраняется при любой скорости охлаждения. Церезин оказывает положительное влияние на свойства сплава лишь при добавлении его в определенных количествах. Церезин также повышает пластичность покрытия, уменьшает усадку, сглаживает точки фазовых превращений, увеличивает вязкость сплава, прочность покрытия на разрыв, придает способность к термическому склеиванию [25, с. 9]. Ограничением для применения церезинов является их недостаточная твердость [4, с. 544].

Максимальной прочности на разрыв покрытие достигает при добавке к парафину 7% церезина [31, с. 13].

Для технических видов парафинированной бумаги, в частности для антикоррозионной бумаги, в качестве компонентов покрытий используют сравнительно дешевые сорта микрокристаллического воска с повышенным содержанием масел, а также специально добавляют в состав покрытия петролатум и индустриальное масло.

Петролатум — смесь твердых предельных углеводородов (парафинов и церезинов) и остаточного масла, получаемая при депарафинизации масел сернокислотной и селективной очистки. Это продукт гелеобразной консистенции, светло- или темнокоричневого цвета с температурой плавления от 50 до 65° С [19, с. 193].

Широко используются различные добавки к парафинам на основе полимеров. Наибольшее значение для этой цели приобрели полиэтилен, полиизобутилен, сополимеры этилена с винилацетатом, бутилкаучук [27, с. 24—30]. Свойства этих продуктов подробно описаны в главе I.

В сочетании с парафинами высокополимеры придают покрытию исключительно ценные защитные свойства, главным образом понижают паропроницаемость и повышают гибкость.

При введении высокополимеров следует учитывать, что они значительно повышают вязкость, температуру плавления расплавов и изменяют таким образом их технологические свойства. Поэтому для соответствующей регулировки оборудования необходимо проведение предварительных опытов.

Вязкость полиэтилен-парафиновых смесей зависит от содержания в них полиэтилена, а также его молекулярной массы. На обычных машинах можно использовать смеси, содержание полиэтилена в которых не превышает 20%. Покрытие при содержании полимера 70% и выше можно наносить только с помощью специальных устройств [27, с. 85].

Зависимость вязкости смесей при 130°С от молекулярной массы полиэтилена приведена на рис. 47 [32, с. 110].

Бумага, покрытая смесью полиэтилена и парафина, обладает большой прочностью, гибкостью, высокой водонепроницаемостью, хорошо сваривается термическим способом. Добавка к парафину 2—5% полиэтилена приводит к повышению температуры слипания и сопротивления истиранию [4, с. 552].

При использовании парафинированной бумаги для упаковки металлов и металлоизделий следует весьма внимательно относиться к химической стойкости защитного покрытия, так как парафины могут раство-

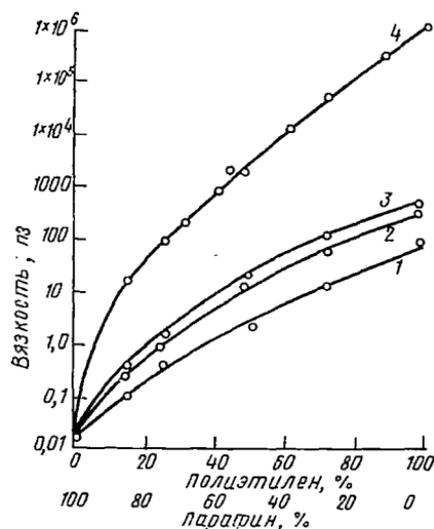


Рис. 47. Зависимость вязкости от содержания полиэтилена с различной молекулярной массой [32, с. 109]:

1 — 7000; 2 — 10 000; 3 — 12 000; 4 — 20 000—22 000

вориться в смазках, используемых для консервации металлоизделий.

Добавки полимеров могут в значительной степени повысить химическую стойкость парафинов [27, с. 81].

Большинство парафинов легче полиэтилена, и полиэтилен почти всегда оказывает отверждающее действие на смеси его с парафином. В основном это сказывается в повышении сопротивления покрытия истиранию. Однако при содержании очень твердого полиэтилена около 15% получается продукт, который может давать трещины или расслаиваться при сгибе, а также образовывать складки на покрытой основе [32, с. 111].

Важное значение имеет плотность высокополимеров. Этот показатель влияет на твердость, точку размягчения, эластичность и сопротивление разрыву при растяжении. Плотность очищенных

парафинов, имеющих большое химическое родство к полиэтилену, находится приблизительно в пределах 0,84—0,90 [27, с. 78]. Чем ближе полиэтилен по плотности к парафину, тем выгоднее их смесь будет отличаться по свойствам от парафина. Наоборот, при несовместимости компонентов по плотности полиэтилен будет действовать скорее как наполнитель или связующее, а не как пластификатор. Адгезия смеси к основе будет больше, когда плотность полиэтилена ниже (при определенном содержании полимера) [32, с. 110]. Очень высокая адгезия может быть достигнута при использовании частично окисленных полиэтиленов. Предполагают, что наличие карбонильных групп в покрытиях, содержащих частично окисленные полиэтилены, позволяет осуществить химическую связь между покровной смесью и основой [30, с. 27А; 32, с. 111].

Улучшение свойств парафиновых покрытий, происходящее при модифицировании их высокополимерами, происходит благодаря изменению кристаллической структуры парафина. Под влиянием даже небольших количеств полиэтилена кристаллическая структура парафина уподобляется структуре микрокристаллического воска. Полиизобутилен в сплаве с парафином и полиэтиленом действует как стабилизатор мелкокристаллической структуры смеси — разветвленные цепи с метильными группами полиизобутилена отталкивают от себя высокомолекулярные цепи полимеров этилена и парафина, предотвращая таким образом возникновение крупнокристаллических фаз. Благодаря этому происходит заметное измельчение кристаллической структуры и связанное с этим улучшение механических свойств пленки, а именно: эластичности, сопротивления изгибу, лоска, непроницаемости, сцепления с бумагой-основой и т. п. [32, с. 109—110].

Зависимость физических свойств смесей полиэтилена и полиизобутилена с парафином от количества высокополимеров представлена на рис. 48. Из рисунка видно, что добавка в парафин полиэтилена приводит к повышению температуры нанесения расплава, его твердости (понижение пенетрации) и температуры помутнения и уменьшает пластичность (растяжимость). Добавка в парафин полиизобутилена снижает твердость сплава. Растяжимость смеси также уменьшается, но примерно вдвое меньше, чем при добавке полиэтилена [30, с. 25А; 31, с. 10; 32, с. 111].

На рис. 49 представлена зависимость паропроницаемости парафинированной бумаги от количества добавленного в парафин модификатора при относительной влажности 90%.

При добавке полимеров парафинированная бумага заметно улучшает свою паронепроницаемость, причем в значительной степени сохраняет это свойство при изгибе [27, с. 90; 32, с. 112]. При применении чистого парафина для покрытия бумаги на поверхности находится только от 2 до 10% покрывающей массы, остальное ее количество впитывается бумагой, в то время как при использовании смеси парафина с полиэтиленом на поверх-

ности бумаги-основы остается от 30 до 80% смеси в зависимости от добавки полиэтилена. Чем выше температура плавления смеси и вязкость в расплавленном состоянии, тем меньшее количество пропиточной смеси проникает в глубь бумаги-основы.

Парафиновые покрытия с добавкой полиэтилена или полиизобутилена значительно лучше соединяются с бумагой-основой, чем при обычном парафинировании, меньше подвержены отслаиванию и вмятинам, поэтому парафинированная бумага приобретает лучшие функциональные свойства.

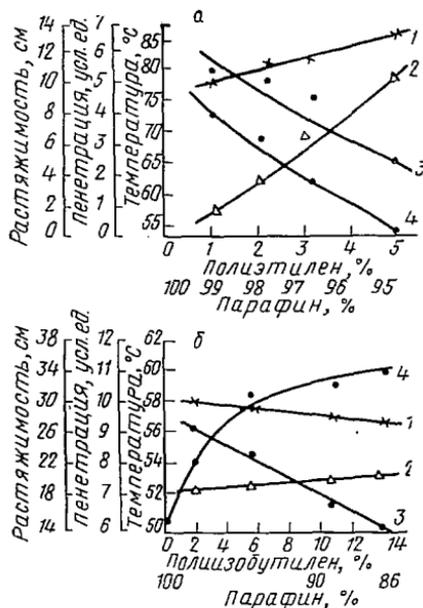


Рис. 48. Влияние добавок полимеров на физические свойства смесей с парафином [32, с. 110] полиэтилена (а) и полиизобутилена (б):

1 — температура помутнения; 2 — температура капляпадения; 3 — растяжимость; 4 — пенетрация

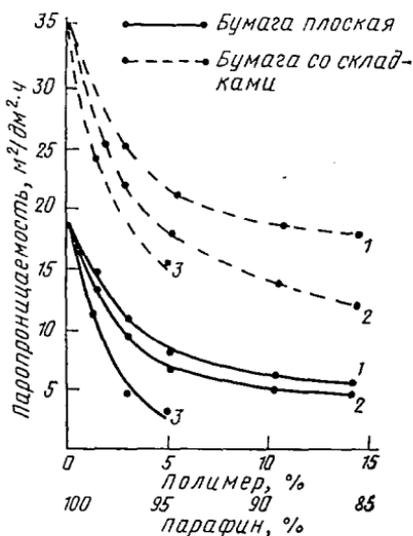


Рис. 49. Влияние добавок полимеров на паропроницаемость бумаги:

1 — низкомолекулярный полиэтилен; 2 — высокомолекулярный полиэтилен; 3 — полиизобутилен

На основании тщательных экспериментов Паленик [32, с. 112] делает вывод, что парафины, модифицированные полиэтиленом и полиизобутиленом, обеспечивают хорошую защиту упакованного товара при нанесении на бумагу-основу пленки массой 15—20 г/м<sup>2</sup>, в то время как при использовании чистого парафина необходимо нанести покрытие массой 30—35 г/м<sup>2</sup>. Добавки полимеров, особенно высокомолекулярного полиэтилена, значительно повышают устойчивость пленок к агрессивным средам [30, с. 28а; 32, с. 111].

При определении оптимального состава расплавов, предназначенных для покрытия бумаги, нужно учитывать не только

требуемые физические и защитные свойства парафинированной бумаги, но и технологичность процесса, т. е. возможность использования существующего оборудования, отсутствие затруднений в приготовлении покровной смеси и т. д.

Значительную роль играют также экономические факторы. Исходя из них добавка полимеров должна быть минимальной, но обеспечивающей требуемые свойства упаковочного материала.

### *Технология парафинирования*

Покрытие или пропитка бумаги парафином или его производными, а также комплексными составами с парафином в качестве основного компонента осуществляется в основном из горячих расплавов с последующим охлаждением [4, с. 538; 19, с. 187].

Проникновение жидкого расплава в бумажное полотно осуществляется самопроизвольно и в конечном счете зависит от сил Ван-дер-Ваальса, действующих между молекулами жидких и твердых тел [20, с. 866].

По принципу нанесения на бумагу-основу горячих расплавов процесс может проводиться в режиме пропитки и в режиме покрытия [4, с. 542; 33, с. 12].

При пропитке парафин наносится так, что он полностью поглощается листом бумаги. Пропитка по существу является процессом насыщения. На бумаге, пропитанной парафином, не образуется сплошной пленки парафина. На поверхности имеются выступающие волокна, не покрытые парафином (рис. 50, а). В связи с этим при высокой водоотталкивающей способности бумага имеет низкую паронепроницаемость [33, с. 14]. Поэтому для производства антикоррозийной парафинированной бумаги пропитка парафином мало пригодна.

Бумага, покрытая парафином (рис. 50, б), имеет большую водоотталкивающую способность и, кроме того, весьма паронепроницаема [4, с. 548; 33, с. 15], так как покрыта сплошной парафиновой пленкой. Оптимальным количеством парафина, обеспечивающим высокие защитные свойства и требуемые механические показатели покрытия, считается для тонких видов бумаги 35—45% [27, с. 77] от массы бумаги.

Для получения равномерного тонкого слоя наносимые расплавы должны быть достаточно текучими. С расплавами более высокой вязкости можно работать лишь с помощью установки дозирующих приспособлений.

Для каждой машины имеются оптимальные условия нанесения покрытий, при которых достаточно высокая вязкость расплава препятствует слишком глубокому проникновению их в обрабатываемый материал и обеспечивается получение равномерного тонкого покрытия. Вязкость регулируется добавлением к парафинам микровосков или полимеров, а также изменением температуры [21, с. 1201].

Характерная зависимость вязкости расплава парафина с добавкой высокополимера (полиэтилена высокого давления) показана на рис. 51. Значения вязкости на оси ординат отложены в логарифмическом масштабе.

Из рис. 51 видно, что между 100 и 70° С вязкость возрастает на два порядка. Поэтому для равномерной работы наносного агрегата необходимо постоянство температуры в ванне, содержащей расплав, в пределах 100—130° С, где величина вязкости изменяется незначительно. В связи с этим необходимо использовать составы, способные выдерживать длительное воздействие высоких температур. У парафинов в смесях с полимерами в этих условиях возможно окисление под действием кислорода воздуха, причем металлы могут являться катализаторами этой реакции. Вредные окислительные реакции во многих случаях могут быть подавлены использованием антиоксидантов [27, с. 80].

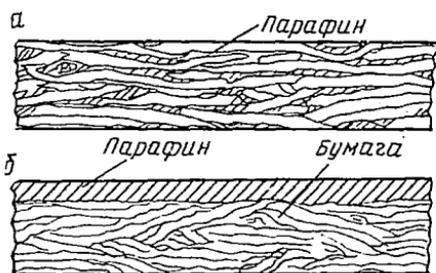


Рис. 50. Распределение парафина в структуре бумаги:  
а — при пропитке; б — при покрытии

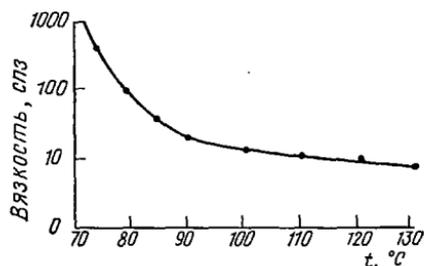


Рис. 51. Зависимость вязкости от температуры для парафина с добавкой 3% полиэтилена [27, с. 63]

Поскольку в производстве парафинированной бумаги для упаковки металлоизделий используют в основном смеси парафина с микровосками и высокополимерами, большое значение приобретает процесс смешения или компаундирования ингредиентов расплава.

Процессы смешения подразделяются на смешение простое и диспергирующее. Простое смешение — это процесс, в результате которого увеличивается случайность пространственного распределения частиц без уменьшения их размеров. Диспергирующее смешение — это процесс, в результате которого происходит как уменьшение размеров частиц, так и увеличение статистического беспорядка в их распределении [19, с. 188].

При получении сплавов на основе парафина имеют место оба вида смешения.

Технологический процесс получения сплавов можно разбить на три стадии:

1. Смешение основных компонентов в расплавленном низковязком состоянии (парафин—церезин) и получение гомогенной бинарной системы (простое смешение).

2. Смешение высокополимерных добавок с одним из основных компонентов, обладающим наименьшей вязкостью (парафином), и получение так называемого концентрата (диспергирующее смешение).

3. Смешение бинарной системы, полученной из основных компонентов, с концентратами и другими модифицирующими добавками (диспергирующее смешение) [19, с. 189].

Наиболее сложной является вторая стадия. На первой стадии механизм процесса смешения заключается в основном в явлении молекулярной диффузии. Высокомолекулярные полимеры, обладая высокой вязкостью, с трудом диффундируют в расплав основных компонентов и при смешении требуют воздействия внешних сил. Поэтому высокомолекулярные полимерные добавки вводят в композицию ступенчатым способом через вторую и третью стадии смешения. Вначале полимер смешивают с парафином в двухвальных смесителях в определенном соотношении, где происходит набухание, термомеханическое деформирование, разрушение предельных частиц и их распределение. При относительно большом содержании полимера в результате смешения получается слишком высоковязкая масса, которую трудно удалить из смесителя.

При малом содержании полимера разрушения его частиц трудно добиться, так как в данном случае расплавленный парафин начинает выполнять роль смазки, уменьшая трение между частицами, а эффект механического деформирования снижается [27, с. 76]. Шох предлагает при получении концентрата парафин—полиэтилен принять соотношение 1 : 1, используя в качестве аппарата для диспергирования резиносмесители. По данным ВНИЭКИТУ, если этот процесс производить в отечественных смесителях типа СМ-100, такое соотношение вряд ли будет предпочтительным, так как нормальный слив полученной композиции из смесителя не будет обеспечен. Экспериментальные работы во ВНИЭКИТУ показали, что при соотношении парафина и полиэтилена 4 : 1 время, затраченное на приготовление смеси, является минимальным, а сама смесь достаточно легко удаляется из аппарата.

При использовании двухвального смесителя типа СМ-100 с рабочей емкостью 50 л приготовление концентратов парафин—полимер было осуществлено при температуре 113—130°С в течение 10—16 ч [19, с. 190].

Полученные концентраты после охлаждения и дробления могут вводиться в композиции практически в любом перемешивающем аппарате с обогревом. Гомогенизация на этой стадии достигается значительно быстрее, чем на второй стадии.

Обычно при перемешивании маловязких жидкостей применяются самые простые конструктивные формы радиально-лопастных мешалок, в частности трехлопастные с расположением

лопастей под углом  $120^\circ$ . При температуре  $110\text{--}130^\circ\text{C}$  процесс смешения на третьей стадии продолжается 3—4 ч.

Схематически процесс получения сплава изображен на рис. 52.

Парафиновые покрытия наносят на бумагу на парафинирующих машинах. Эти машины обычно состоят из наносного устройства, разравнивающего приспособления и охлаждающей уста-

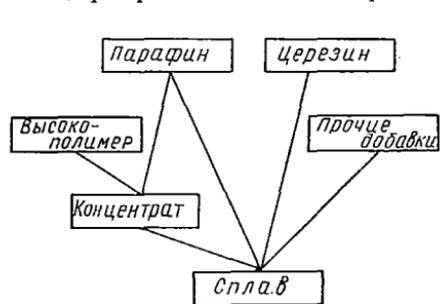


Рис. 52. Схема получения воскового сплава

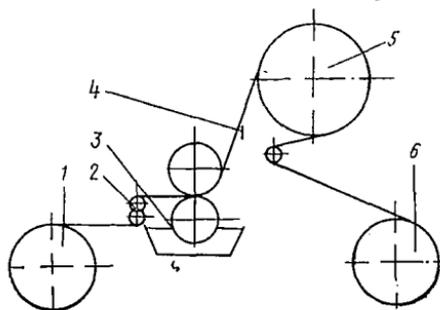


Рис. 53. Схема парафинирующей машины для покрытия:

1 — раскат; 2 — натяжное устройство; 3 — наносное устройство; 4 — шабер; 5 — холодный цилиндр; 6 — накат

новки. Схема обычной машины для одностороннего покрытия приведена на рис. 53.

Двустороннее покрытие получают пропуская бумагу через пропиточную ванну. Затем бумажное полотно пропускают между двумя отжимными обогреваемыми валиками, снимающими излишки наносимого состава.

Процесс заканчивается охлаждением и накатом. Иногда покрытие охлаждается пропуская через холодную воду. Схема такой машины представлена на рис. 54. Выравнивающие валики 4 делают покрытие более равномерным благодаря высокой скорости вращения. После прохождения через водяную ванну 5 движущееся полотно шаберами 6 освобождается от захваченной воды. Для большей части наносимых расплавов температура пропиточной ванны должна быть как можно ниже; температуру водяной ванны регулируют в соответствии со скоростью машины и типом бумажной основы [27, с. 69].

Рис. 54. Парафинирующая машина с водяной ванной для охлаждения:

1 — раскат; 2 — пропиточная ванна; 3 — отжимные валы; 4 — выравнивающие валики; 5 — водяная ванна; 6 — шаберы; 7 — накат

Приведенные на рис. 53, 54 машины работают с использованием расплавов сравнительно невысокой вязкости. На парафинирующих машинах такого типа проводится парафинирование выпускаемой отечественной промышленностью бумаги для упаковки металлоизделий и бритвенных лезвий.

Приведенные на рис. 53, 54 машины работают с использованием расплавов сравнительно невысокой вязкости. На парафинирующих машинах такого типа проводится парафинирование выпускаемой отечественной промышленностью бумаги для упаковки металлоизделий и бритвенных лезвий.

При изготовлении парафинированной бумаги для упаковки металлоизделий используется смесь, состоящая из 70% парафина марок В<sub>1</sub>50-52, В<sub>2</sub>52-54 и Т [29] и 30% петролатума марки ПС [36], или смесь из 80% парафина тех же марок и 20% индустриального масла марок 12 или 20 [37].

При изготовлении парафинированной бумаги для упаковки бритвенных лезвий на бумагу-основу наносится расплав, содержащий 90—93% парафина марки В<sub>1</sub>50-51 или В<sub>2</sub>52-54 [29] и 7—10% церезина марок 80 или 75 [38].

Такие составы имеют невысокую вязкость — около 0,04—0,06 пз при температуре около 100—110°С.

На рис. 55 приводится схема машины для нанесения смесей парафина с полимерами более высокой вязкости. Возможность работы с вязкими расплавами обеспечивается благодаря имеющимся на такой машине зоне предварительного нагрева 2, а также обогреваемого шабера 6 (400—600°С) и обогреваемых валиков 4 (170°С). Температура расплава 170°С [27, с. 85].

В ЧССР [34, с. 20] покрытие бумаги расплавами на основе парафина с целью получения парафинированной бумаги, предназначенной для упаковки металлоизделий, осуществляют на машине с охлаждающими валиками. В качестве охладителя используется вода с температурой 10—15°С. Охлаждение в этом случае происходит медленнее, чем в водяной ванне, и восковое покрытие более глубоко проникает в бумагу. Схема этой машины приведена на рис. 56. Пропиточная машина, показанная на рис. 57, может работать как в режиме пропитки, так и в режиме покрытия. При работе в режиме пропитки вал 4 машины обогревается паром, скорость бумажного полотна не более 100 м/мин, угол охвата наносного вала 3 полотном бумаги максимальный. При работе в режиме покрытия вал 4 охлаждается водой, скорость бумажного полотна выше 100 м/мин, угол охвата наносного вала 3 — минимальный. Температура расплава в системе трубопроводов подачи, емкостях смешения и предварительного нагрева в расходной ванне находится в пределах 125—150°С. При увеличении скорости расход покровной смеси снижается, так как уменьшается время контакта бумаги с горячим наносным валом.

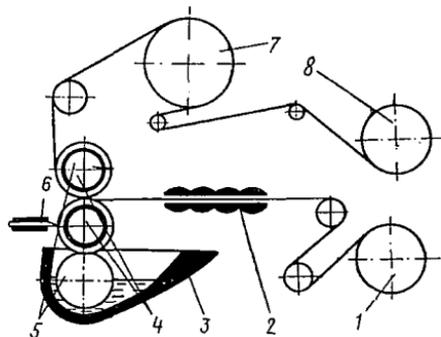


Рис. 55. Схема опытной машины для нанесения покрытий из смеси парафина с полимерами:

1 — раскат; 2 — зона предварительного обогрева; 3 — ванна для расплава; 4 — обогреваемые валики; 5 — наносное устройство; 6 — обогреваемый шабер; 7 — холодильник; 8 — накат

Исследования, проведенные на этой машине, показали, что глубокая пропитка с большим расходом воска дает по паропроницаемости такую же защиту, что и покрытие с меньшим расходом восков.

При одинаковом расходе воска паропроницаемость при пропитке в 3 раза выше, чем при покрытии [19, стр. 191].

Стремление повысить защитные свойства упаковочных материалов приводит к необходимости работать с расплавами довольно высокой вязкости, что в свою очередь требует поиска новых решений в проектировании и установке парафинирующих агрегатов. В настоящее время успешно работают машины, в которых покрытие осуществляется по принципу создания завесы из расплава. Однако в большинстве случаев такие машины ис-

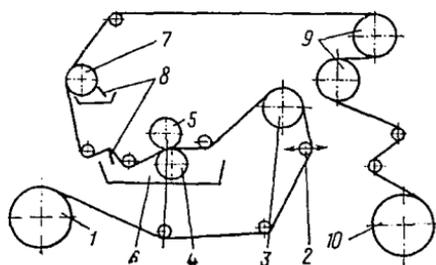


Рис. 56. Парафинирующая машина с охлаждающими валами:

1 — раскат; 2 — натяжной вал; 3 — обогреваемый вал; 4 — наносной вал; 5 — резиновый отжимной вал; 6 — ванна расплава; 7 — обогреваемый вал; 8 — шаберы; 9 — охлаждающие валы; 10 — накат

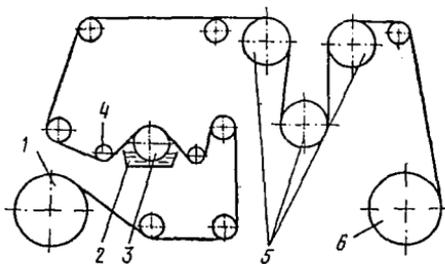


Рис. 57. Схема парафинирующей машины для пропитки и покрытия бумаги:

1 — раскат; 2 — ванна расплава; 3 — наносной вал; 4 — вал с обогревом; 5 — холодильные цилиндры; 6 — накат

пользуются для покрытия картонов, в частности гофрированного, а также картонных заготовок [19, с. 195].

Для покрытия гибких упаковочных материалов усовершенствования развиваются в направлении модификации шаберов и валков-съемников, а также дозирующих устройств. Так, имеются сведения о машине, в которой осуществлена нижняя подача расплава под давлением через прорезь в дозирующей головке. Эта машина может работать с чрезвычайно вязкими расплавами (до 40 000 *стз*) при рабочей температуре 149° С. Однако при этом способе регулирование толщины покрытия затруднено. В усовершенствованной модели подобного типа толщина покрытия регулируется производительностью насоса, подающего расплав.

Если требуются особо вязкие покрытия, то для их нанесения можно использовать экструдеры такого же типа, какие предназначены для экструзии полиэтилена, но процесс вести при пониженной температуре (примерно 120° С вместо обычных 315° С) [19, с. 196].

## Технология битумированной бумаги

### *Виды и свойства бумаги*

Битумированная бумага предназначается для наружного слоя упаковки металлов и металлоизделий с целью их защиты от проникновения влаги. В связи с этим основными техническими требованиями к этому виду бумаги являются высокая водонепроницаемость и механическая прочность.

Предварительно металлы и металлоизделия должны быть упакованы в парафинированную или ингибитированную бумагу. Поэтому к битумированной бумаге не предъявляется столь строгих требований по содержанию хлоридов и сульфатов, а также по нейтральности водной вытяжки, как к парафинированной бумаге.

Битумированная бумага выпускается однослойной и двухслойной. При производстве однослойной бумаги бумага-основа пропитывается битумным расплавом. Двухслойную бумагу получают путем дублирования двух слоев бумаги-основы расплавом битума.

Битумированная бумага может выпускаться в крепированном виде, а также с добавкой антисептика для придания биостойкости.

Задачей процесса пропитки бумаги является максимальное насыщение бумаги пропиточным битумным расплавом с целью уменьшения пористости.

В процессе покрытия бумаги битумными расплавами на поверхности бумаги образуется покровный битумный слой, причем проникновение расплава внутрь бумажного листа является нежелательным, а на непокрытую сторону не допускается. Поэтому в качестве пропиточных составов применяются легкоплавкие, а в качестве покровных масс — тугоплавкие битумы [39, с. 215].

Естественно, что нанесение битума в режиме пропитки или покрытия требует и бумаги-основы разного качества. При производстве упаковочных видов битумированной бумаги нанесение битумных расплавов в настоящее время осуществляется в основном в режиме покрытия, хотя ранее выпускалась бумага, пропитанная битумом или дегтем [40]. При этом расход пропитывающих составов был весьма велик и составлял 60—70% от бумаги-основы.

Основным, а зачастую и единственным компонентом расплава для покрытия является нефтяной битум.

Нефтяные битумы — это продукты переработки нефти, представляющие собой в основном смесь высокомолекулярных углеводородов темно-коричневого и черного цвета. Они являются вязкоупругими материалами, некоторые из них обладают склеивающими свойствами, что особенно важно для производства дублированных видов упаковочной бумаги.

Свойства нефтяных битумов зависят главным образом от их химического состава, который в свою очередь обуславливается природой нефтяного сырья и технологией битумов.

Обычно нефтяные битумы содержат 80—87% углерода, 10—12% водорода, 5—10% кислорода, 1—5% серы и до 1% азота.

В настоящее время установлена коллоидная структура битума. Принято считать, что в состав нефтяных битумов входят следующие компоненты: масла, смолы, асфальтены, карбены, карбоиды, асфальтогеновые кислоты и парафины [41, с. 12—13].

Основные свойства нефтяных битумов — температура размягчения, растяжимость, потеря в масле при нагревании, температура вспышки, содержание водорастворимых соединений, содержание водорастворимых кислот и щелочей. Для битумов, используемых для покрытия или дублирования бумаги, характерны следующие физико-химические свойства [42]:

Глубина проникания иглы при 25°С по пенетрометру	41—80
Растяжимость при 25°С, см	более 40
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	более 45
Потеря в массе при 160°С за 5 ч, %	менее 1
Температура вспышки, °С	более 200
Содержание водорастворимых соединений, %	менее 0,3
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствуют

В состав расплава для покрытия или дублирования бумаги вводят иногда такие высокополимеры, как полиэтилен или полиизобутилен, в количестве 2—5%. Повышая твердость битума и его растяжимость, высокополимеры способствуют повышению защитных свойств битумированной бумаги.

При необходимости уменьшения температуры размягчения, вязкости и липкости в состав битумов вводят парафины, церезины, а также различные масла.

Требования к бумаге-основе для битумирования в части структурных характеристик и чистоты не столь жестки, как к бумаге-основе для парафинирования, но прочность бумаги-основы должна быть достаточно высокой. В качестве основы битумированной бумаги используется неклееная оберточная бумага из сульфатной небеленой целлюлозы с массой 1 м<sup>2</sup> 150—170 г.

## Технология бумаги, дублированной битумом

Для изготовления дублированной битумом упаковочной бумаги используется бумага-основа с массой 1 м<sup>2</sup> 40 г из сульфатной небеленой целлюлозы и с массой 1 м<sup>2</sup> 70—80 г из сульфатной или сульфитной небеленой целлюлозы, иногда с добавкой макулатуры. Битумный расплав в этом случае наносится в режиме покрытия, поэтому бумага для уменьшения впитываемости выпускается с проклейкой не менее 1,5 мм. Недопустимость

проникновения битума на непокрытую сторону бумажного листа требует сравнительно равномерной его структуры.

Прочность бумаги-основы регламентируется разрывной длиной в пределах 3000—4500 м [43].

Бумага-основа для дублирования битумом изготавливается по следующей технологии. Роспуск волокнистых полуфабрикатов производится как в вертикальных, так и в горизонтальных гидроразбивателях различных систем с использованием в основном оборотных вод. Примерный композиционный состав бумаги с массой 1 м<sup>2</sup> 70—80 г: 40% сульфитной небеленой целлюлозы высокой жесткости, 40% сульфатной небеленой целлюлозы средней и высокой жесткости, 20% сортированной макулатуры. Размол бумажной массы осуществляется при концентрации 2—3% непрерывным способом с использованием конических мельниц, а также гидрофайнеров, работающих в 2—3 ступени. Конечная степень помола 27—30° ШР.

Канифольная проклейка бумаги осуществляется обычным способом, наполнители не применяются.

Бумажное полотно отливается на обычных столовых бумагоделательных машинах с применением сетки № 26—28, прессовой сукон П-50 и П-120 [23]. Сухость полотна после отсасывающего вала составляет 18—20%, после I пресса 25—30, после II пресса 30—36, после III пресса 36—40%. Влажность бумаги на накате 8—10%.

Для получения упаковочной водонепроницаемой двухслойной бумаги [44] два полотна бумаги-основы склеиваются горячим битумным составом на основе битума марки БН-IV, имеющего температуру размягчения не ниже 70° С.

Битум расплавляется в битумоплавильных баках цилиндрической формы, снабженных змеевиком для парового обогрева. Емкость битумоплавильных баков 4—4,5 м<sup>3</sup>. Температура расплава в них 120—130° С.

Расплав битума поступает по обогреваемым трубопроводам на машину для склейки. На отечественных предприятиях используются машины фирм «Вальдрон» (рис. 58) и «Кэбиг» (рис. 59).

Машина фирмы «Вальдрон» состоит из двух раскатов 1, валков с обогревом, наносного устройства 3 с паровым обогревом, верхнего склеивающего пресса 4, холодильного цилиндра 5 и наката 6. Два рулона бумаги-основы устанавливаются

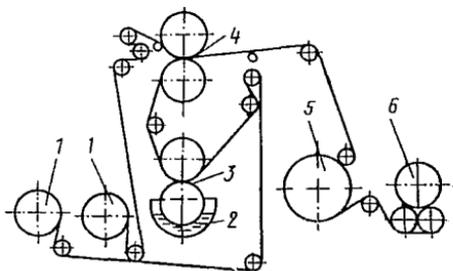


Рис. 58. Схема машины для дублирования бумаги битумом:

1 — раскат; 2 — ванна с битумом; 3 — наносное устройство; 4 — склеивающий пресс; 5 — холодильный цилиндр; 6 — накат

с помощью штанг на раскатах и закрепляются конусами. Полотно бумаги с первого раската проходит между валами наносного устройства, где на одну сторону бумаги наносится битум с помощью нижнего вала, погруженного в ванну 2 на  $\frac{1}{3}$  диаметра. Температура битума в ванне машины 110—120° С. Толщина слоя битума на полотне регулируется изменением зазора между валами наносного устройства. На склеивающем прессе происходит склейка первого полотна со вторым полотном бумаги. Склеенная бумага охлаждается на холодильном цилиндре и поступает на накат. Регулировка кромок полотен бумаги производится на раскатах на ходу передвижением рулонов со штангой при помощи винтовых устройств.

Машина фирмы «Кэбиг» (рис. 59) может работать как в режиме пропитки, так и в режиме дублирования. При работе в ре-

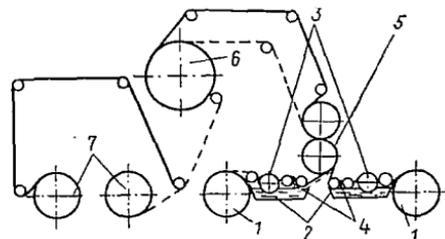


Рис. 59. Схема битумировочной машины для пропитки и дублирования (ход полотна в режиме пропитки показан пунктиром):

1 — раскат; 2 — ванна с битумом; 3 — наносный вал; 4 — шабер; 5 — пресс; 6 — холодильный цилиндр; 7 — накат

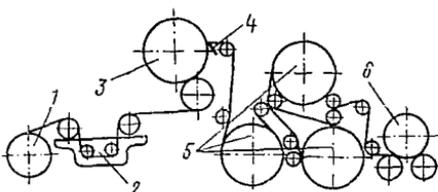


Рис. 60. Схема крепирующей машины:

1 — раскат; 2 — ванна с водой или раствором антисептика; 3 — крепирующий цилиндр; 4 — крепирующий шабер; 5 — сушильные цилиндры; 6 — накат

жиме пропитки используется смесь 60—70% битума марки БН-III [42] и 30—40% машинного индустриального масла вязкостью 38—52 сСт [37]. Масло добавляется для уменьшения липкости бумаги и снижения вязкости расплава.

Упаковочная водонепроницаемая двухслойная бумага может выпускаться в крепированном виде.

Крепирование дублированной битумом бумаги осуществляется на крепирующей машине (рис. 60), состоящей из ванны 2, крепирующего цилиндра 3 с шабером 4 и сушильного устройства. Бумага, проходя через ванну с водой или раствором антисептика, увлажняется примерно до 50%-ной влажности и поступает на крепирующий цилиндр, к которому прижимается под давлением 30—40 кгс/см обрезиненным валиком и с помощью шабера крепится. Температура крепирования 80—90° С, рабочая ширина машины 1600 мм, скорость 20—25 м/мин, давление шабера на цилиндр 1,5—2 кгс/см, угол наклона шабера к поверхности цилиндра около 30°.

Дублированная битумом бумага не должна расслаиваться, битум не должен проходить на непокрытую сторону полотна бу-

маги. Бумага в рулоне не должна склеиваться. Температура размягчения битумного слоя не ниже 50° С.

На одну тонну продукции в среднем расходуется бумаги-основы 700—720 кг и битума 320—330 кг. Расход электроэнергии составляет 0,045—0,055 кВт · ч/т, пара 1,1—1,2 Мкал/т. Качество двухслойной бумаги контролируется по водонепроницаемости и паропроницаемости, а также степени крепирования в случае крепированной бумаги [43]. Водонепроницаемость бумаги определяется по гидростатическому методу при высоте водного столба 300 мм [45], паропроницаемость — так же, как и для парафинированной бумаги [35]. Степень крепирования бумаги определяют по разности в размерах образца бумаги по длине в растянутом и крепированном состоянии и выражают в процентах по отношению к длине образца в крепированном состоянии. Ниже приведены величины этих показателей для двухслойной упаковочной водонепроницаемой бумаги:

	Бумага	
	плоская	крепированная
Масса 1 м <sup>2</sup> , г . . . . .	190—240	220—280
Масса битума, % от бумаги-основы	30—40	30—40
Водонепроницаемость, ч, не менее .	6	6
Паропроницаемость при φ=90% за 24 ч, г/м <sup>2</sup> , не более . . . . .	25	25
Степень крепирования, %, не менее	—	15

Исследования по совершенствованию технологии и созданию новых видов битумированной бумаги проводились в Московском филиале ВНИИБ (ныне ЦНИИБ). На основании этих исследований отработана технология ряда видов бумаги для упаковки металлоизделий, дублированных битумом или с битумными покрытиями [46]. В частности, разработан технологический режим и выпущены опытно-промышленные партии водонепроницаемой двухслойной антисептированной бумаги с использованием в качестве антисептика салициланилида, ингибированной бумаги в биостойком исполнении, однослойной битумированной бумаги в антисептическом исполнении.

Для антисептирования бумаги антисептик добавляется в битумный расплав (нафтенат меди) или в ванну крепмашины (салициланилид). Добавка антисептиков в бумажную массу приводит к неоправданному его перерасходу и загрязнению сточных вод.

С целью освоения производства особо прочной влагонепроницаемой бумаги для упаковки крупногабаритных металлоизделий проведены опытные выработки дублированной битумом с добавкой полиизобутилена, армированной капроновыми нитями антисептированной бумаги с использованием бумаги-основы с массой 1 м<sup>2</sup> 25 и 50 г.

## Технология ингибированной бумаги

### *Основы ингибирования*

Ингибированная бумага применяется для защиты металла от атмосферной коррозии [47]. Она обладает не только свойствами, общими для всех видов упаковочной антикоррозионной бумаги (имеет нейтральную водную вытяжку, минимальное содержание хлоридов и сульфатов, достаточную механическую прочность, низкую водо-, паро- и газонепроницаемость), но и содержит ингибитор, переходящий на поверхность металла и защищающий его от коррозии. В связи с этим ингибированная бумага должна нести функции защиты самого ингибитора от улетучивания, т. е. создавать замкнутое пространство, в котором содержание паров ингибитора соответствует необходимым нормам. С этой целью наружная сторона ингибированной бумаги должна иметь водо-, паро- и газонепроницаемое покрытие. Такое покрытие защищает не только ингибитор от улетучивания, но и изделие от доступа агрессивных веществ, вызывающих коррозию.

Ингибированная бумага позволяет обойтись без дополнительной упаковки металлоизделий в парафинированную, битумированную и другие виды бумаги, а также исключить консервацию металлоизделий смазкой. С экономической точки зрения большое значение имеет требование длительного срока хранения металлов и металлоизделий при использовании ингибированной бумаги. В современных условиях эти требования значительно усложнены, необходима ингибированная бумага с длительным сроком хранения, в тропикоустойчивом исполнении, для защиты цветных металлов и т. д. Ингибированная бумага при использовании специальных ингибиторов обеспечивает сохранность металлоизделий при длительном хранении в достаточно жестких условиях.

Процесс ингибирования (замедления) коррозии является достаточно сложным и не изученным до конца. По механизму своего тормозящего действия на электрохимический процесс коррозии ингибиторы делятся на анодные, катодные и экранирующие. По составу различаются ингибиторы органического и неорганического характера, по условиям применения — ингибиторы для растворов, контактные и летучие ингибиторы [48, с. 268—277].

Механизм действия большинства ингибиторов заключается в адсорбции ингибитора на поверхности металла и последующем торможении катодных или анодных процессов. Адсорбированные ингибиторы изменяют потенциалы катода или анода, препятствуя тем самым коррозионным процессам. Довольно сложная теория этих явлений подробно изложена в специальной научной литературе [1—3, 48—49].

Мы остановимся на принципах тормозящего действия так называемых летучих, или парофазных, ингибиторов, наиболее часто

и эффективно используемых для нанесения на упаковочную бумагу. Таким же образом используют иногда и контактные ингибиторы, по принципу своего действия напоминающие летучие ингибиторы. Однако их действие проявляется при непосредственном контакте металла с ингибитором. Так как в большинстве случаев такое условие осуществить затруднительно, области их применения несравненно уже, чем у парофазных ингибиторов.

Летучие ингибиторы — это вещества, имеющие небольшую, но достаточно высокую упругость пара. Они быстро заполняют окружающую атмосферу и, адсорбируясь на металлических поверхностях, защищают их от атмосферной коррозии [2, с. 223; 48, с. 269].

Механизм ингибирования заключается в образовании на поверхности металла адсорбционной пленки гидрофобного характера, которая препятствует проникновению влаги и кислорода. Существует также мнение, что на поверхности металла в результате взаимодействия металла с ингибитором образуются фазовые пленки, причем коррозионная стойкость их будет зависеть от природы образующихся соединений [49, с. 90].

Защитное действие летучих ингибиторов объясняется иногда пассивацией металла с образованием окисных пленок, реакцией с поглощением кислорода как основного компонента коррозионного процесса, адсорбцией на водной пленке, находящейся на поверхности металла [2, с. 224; 48, с. 278].

Защитные свойства летучих ингибиторов зависят от многих факторов — состава и строения, адсорбционных свойств, химического сродства к металлам, летучести, способности изменять кинетику электрохимических реакций.

Оной из важнейших характеристик летучих ингибиторов является упругость их паров и изменение ее с температурой, так как это определяет способность ингибиторов создавать и сохранять защитную атмосферу в течение времени. Упругость паров ингибиторов изменяется в очень больших пределах, что видно из табл. 43. Чем меньше упругость пара, тем ниже концентрация ингибитора в объеме. Некоторые весьма эффективные ингибиторы из-за малой упругости пара не могут быть использованы в качестве ингибиторов атмосферной коррозии. В то же время чем больше упругость пара, тем быстрее улетучивается ингиби-

Таблица 43

Упругость паров некоторых летучих ингибиторов [50, с. 2057]

Ингибиторы	$t$ , °C	$p$ , мм рт. ст.
Бензиламин	29	1,0
Карбонат циклогексиламина	25,3	0,397
Нитрит дициклогексиламина	25	0,00001

тор с поверхности металла, концентрация пара может упасть ниже величины, требуемой для защиты металлоизделий. Поэтому летучие ингибиторы целесообразно применять главным образом в воздушнозамкнутых пространствах, так как при этом исключена сколько-нибудь заметная бесполезная потеря ингибитора [2, с. 230].

Для эффективной защиты металлов необходимы следующие условия [49, с. 823]: минимальное количество ингибитора должно быть достаточным для образования сплошной пленки на металле; возможность конвективно-диффузионного переноса ингибитора в защитной атмосфере; потери ингибитора (при растворении, разложении и т. д.) должны быть незначительными.

К недостаткам летучих ингибиторов следует отнести необходимость герметизации упаковки, а также то, что они ускоряют коррозию некоторых цветных металлов.

### *Характеристика бумаги-основы*

В качестве бумаги-основы для пропитки и покрытия ингибиторами коррозии служат самые различные виды бумаги из беленой и небеленой целлюлозы с массой  $1 \text{ м}^2$  от 20 до 100 г [5, с. 62].

К бумаге-основе предъявляются в основном те же требования, что и для бумаги, используемой в качестве основы для антикоррозионной, — высокая механическая прочность, отсутствие ионов, вызывающих коррозию металла, нейтральность водной вытяжки, низкая паро-, газо- и водопроницаемость. Кроме того, к бумаге-основе для ингибированной бумаги предъявляется и ряд специфических требований, определяемых характером производства и использования бумаги, содержащей ингибитор. К ним прежде всего следует отнести требование герметизации упаковки с целью создания воздушнозамкнутого пространства, содержащего ингибитор, для ликвидации возможности его потерь.

Основа для ингибированной бумаги в большинстве случаев изготавливается проклеенной, иногда с использованием смол для придания влагопрочности, чтобы при последующем поверхностном покрытии водными растворами или суспензиями ингибитора не происходило размокания бумаги и других затруднений в процессе переработки.

В ряде сообщений указывается, что в качестве основы для ингибированной бумаги используется гладкая или крепированная бумага из крафт-целлюлозы [52, с. 14; 53; 54, с. 5; 55, с. 130; 57, с. 1120], иногда дублированная битумом или покрытая парафином, микровоском, фольгой, либо синтетическими полимерами [57, с. 566].

На основании проведенных во ВНИИБ исследований была разработана технология бумаги-основы для ингибирования, в соответствии с которой сульфатная небеленая целлюлоза дол-

жна размалываться до 22—23° ШР, в размолотую массу вводится меламиноформальдегидная смола в количестве 4% от волокна. Сформированное бумажное полотно должно обезвоживаться при пониженном давлении прессов и высушиваться при постепенном возрастании температуры сушильных цилиндров от 34 до 100° С.

Физико-химические показатели бумаги-основы для ингибирования из 100% небеленой сульфатной целлюлозы средней жесткости следующие:

Масса 1 м <sup>2</sup> , г . . . . .	39—42
Разрывное усилие, кгс:	
в машинном направлении . . . . .	4,5
в поперечном направлении . . . . .	2,3
Сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	1,5
Содержание сульфатов . . . . .	отсутствуют
Содержание хлоридов, % . . . . .	≤ 0,008
pH водной вытяжки . . . . .	7,0—7,1
Влагопрочность, % . . . . .	17—20

В УкрНИИБ проведены исследования по уточнению технических требований к бумаге-основе, предназначенной для покрытия ингибиторами, и разработке ее технологии. В лабораторных условиях были подобраны несколько различных режимов размола целлюлозы до конечной степени помола 45 и 55° ШР. В качестве волокнистого сырья использовалась сульфатная небеленая хвойная целлюлоза средней жесткости.

Волокнистая масса проклеивалась канифольным клеем в количестве 1,5% от волокна; из нее отливались образцы бумаги-основы массой 50 и 70 г/м<sup>2</sup>. Показатели качества образцов бумаги-основы приведены в табл. 44 в сравнении с показателями качества обычно используемых для ингибирования видов упаковочной бумаги [5, с. 70].

Из данных табл. 44 видно, что бумага-основа, выработанная по выбранным технологическим режимам, имеет более высокую прочность и низкую воздухопроницаемость, чем бумага, обычно используемая для ингибирования. Однако высокая степень проклейки и повышенная степень разработки волокна вызвали уменьшение впитывающей способности бумаги-основы. Поэтому в дальнейшем для получения бумаги с массой 70 г/м<sup>2</sup> в промышленных условиях степень помола сульфатной небеленой целлюлозы поддерживалась в пределах 26—30° ШР; проклейка осуществлялась канифольно-парафиновым клеем; pH подсеточной воды был равен около 7. Бумага массой 40 г/м<sup>2</sup> выработывалась по тому же режиму, но степень помола составляла 35° ШР, а расход клея был несколько выше. Бумага имела высокую прочность и степень проклейки 1—1,25 мм. При дальнейшей переработке была установлена ее пригодность для производства ингибитированной бумаги.

Показатели качества бумаги-основы

Наименование показателей	Масса 1 м <sup>2</sup> , г/степень помола, °ШР				ОДП-35	Бумага-основа для гуммирования (70 г/м <sup>2</sup> )
	50/45	70/45	50/55	70/55		
Разрывная длина, м	7860	8190	6800	8280	6000	6300
Сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	2,6	3,5	1,8	3,5	1,0	1,2
Степень проклейки, мм	1,5	1,5	1,5	1,5	—	1,0
Воздухопроницаемость при $\rho = 100$ мм вод. ст., мл/мин	68	52	28	44	112	380

Во избежание скручиваемости тонкой бумаги-основы ее кромки (по 2—3 см) оставались непокрытыми ингибитором.

Оптимальные значения воздухо- и паропроницаемости были достигнуты благодаря нанесению на наружную сторону бумаги (т. е. не соприкасающуюся с поверхностью защищаемой металлической детали) тонкой пленки из латекса синтетического каучука [5, с. 63; 58, с. 120]. Бумага водостойким покрытием покрывалась перед нанесением ингибитора.

В настоящее время выпускается бумага-основа для ингибирования трех марок с массой 1 м<sup>2</sup> 80; 40 и 25 г, причем бумага двух последних марок частично вырабатывается в крепированном виде. Некрепированная бумага перед нанесением ингибитора покрывается полиэтиленом или латексом. В качестве сырья используется сульфатная небеленая целлюлоза средней жесткости. Степень проклейки бумаги должна быть равна 0,75—1,25 мм. Прочность бумаги регламентируется показателями разрывного груза и сопротивления продавливанию (для бумаги массой 80 г/м<sup>2</sup> соответственно не менее 7 кгс и 3 кгс/см<sup>2</sup>). Способность бумаги воспринимать кроющие составы с ингибитором характеризуется впитываемостью при одностороннем смачивании (для бумаги массой 80 г/м<sup>2</sup> 20—50%) [59]. Выпуск этой бумаги связан с определенными технологическими трудностями, так как ее свойства в некоторой степени противоречивы. Поэтому при выработке бумаги необходимо тщательно соблюдать режимы размола волокна, проклейки бумажной массы и отлива полотна на бумагоделательной машине. Оптимальные условия производства зависят от имеющегося оборудования.

На степень защиты металлоизделий от коррозии большое влияние оказывают наличие и характер герметизирующего водостойкого покрытия, наносимого на наружную (не покрытую ингибитором) сторону бумаги-основы. В качестве защитного слоя могут быть использованы как покрытия на бумаге, несущей ингибитор, так и дополнительные упаковочные материалы, составляющие наружный слой. Простейший прием — применение парафинированной бумаги в качестве основы для последующего нанесения ингибитора. Однако такая бумага-основа не свободна от недостатков, присущих парафинированной бумаге [8, с. 204; 51, с. 264]. Нередко в качестве основы для ингибирования используется битумированная бумага, также обладающая довольно высокими водозащитными свойствами [6; 60, с. 3].

Широко применяется в качестве основы для ингибирования бумага с полимерным покрытием. В качестве покрытия используются полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, поливинилхлорид, а также смеси этих полимеров [5, с. 68; 6, с. 108; 28, с. 65; 27, с. 90; 57, с. 566; 58, с. 120; 60, с. 4].

Весьма эффективной является защита при использовании в качестве покрытия алюминиевой фольги [56, с. 1120; 57, с. 566; 61, с. 49].

Получили распространение покрытия бумаги-основы латексами синтетического каучука [5, с. 70; 58, с. 121]. В УкрНИИБ проведены широкие исследования по использованию нескольких видов латексов, в частности найритового Л-7 и дивинилстирольных СКС-30-ШР, СКН-40-П, СКС-60-ГП. Ряд из них испытан в производственных условиях, при этом покрытие наносилось на щеточно-грунтовальной машине. Температура сушки составляла 30—40°С при скорости 40—60 м/мин. Масса латексного слоя 5—8 г/м<sup>2</sup>. Покрытие латексом осуществляется проще, чем покрытие расплавами полимеров, однако по защитным свойствам латексное покрытие уступает покрытиям из расплавов или металлической фольгой. Так, паропроницаемость при  $\varphi=90\%$  бумаги с латексным слоем составила около 30 г/(м<sup>2</sup>·сут); бумаги с полиэтиленовым слоем массой 20 г/м<sup>2</sup> — около 20 г/(м<sup>2</sup>·сут) [59].

При необходимости длительного хранения металлоизделий целесообразно в качестве дополнительной защиты использовать наружную упаковку, также имеющую определенную степень водонепроницаемости. С этой целью могут быть использованы прочные парафинированные и битумированные виды бумаги, а также полиэтиленовые и другие высокополимерные пленки [54, с. 5; 57, с. 566].

Применение защитного слоя или наружной упаковки способствует лучшему сохранению паров ингибитора вокруг защищаемой детали. В табл. 45 показано влияние полиэтиленового покрытия на содержание антикоррозионного вещества (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) после 18 месяцев хранения с металлическими образцами в условиях, не защищенных от действия внешней среды [62, с. 202].

Влияние вида бумаги-основы на содержание антикоррозионного вещества

Бумага	Содержание $\text{NO}_2^-$ , г/м <sup>2</sup>	
	в начале испытания	в конце испытания
Сульфатная с ингибитором	3,1	$4 \cdot 10^{-3}$
Та же бумага с полиэтиленовым покрытием	2,5	1,8

Соответственно в зависимости от вида бумаги-основы увеличивается период сохранности металлоизделий (табл. 46) [57, с. 566; 61, с. 51].

Таблица 46

Продолжительность защитного действия нитрита дициклогексиламина в зависимости от упаковки и условий хранения (месяцы)

Носитель ингибитора	Дополнительная упаковка	Складское хранение	Открытое хранение
Крафт-бумага	—	10—14	—
Крафт-бумага парафинированная	—	24—48	12—18
Крафт-бумага битумнированная	—	24—60	12—30
Картон	—	12—18	8—12
Картон парафинированный	—	24—60	15—24
Крафт-бумага	Крафт-бумага	15—24	3—15
То же	Картон	15—30	9—21
„	Крафт-бумага парафинированная	75—120	24—54
„	То же	75—120	36—60
„	Картон парафинированный	75—120	24—54
„	Целлофан или пленка полимера	60—120	—
„	Фольга металлическая	90—120	90—120

Таким образом, вид бумаги-основы для ингибирования оказывает существенное влияние на все параметры процесса хранения металлоизделий, так как от ее способности герметизировать объем, в котором осуществляется ингибирование, зависит характер среды, окружающей объект упаковки, и сохранение давления паров летучих ингибиторов.

Существует значительное количество различных ингибиторов, используемых для нанесения на бумагу-основу с целью создания антикоррозионной среды вокруг упаковываемых металлов и металлоизделий. Подробное описание их свойств и защитных характеристик можно найти в специальной литературе [48, с. 268—276; 63—64].

Следует остановиться на описании ингибиторов, наиболее широко используемых для нанесения на бумагу. К их числу прежде всего необходимо отнести так называемые парофазные, или летучие, ингибиторы. Широкое применение получил нитрит дициклогексиламина (НДА). НДА представляет собой белое кристаллическое вещество с желтоватым оттенком. Температура плавления его 162—178° С. При температуре выше 70° С, а также при прямом воздействии солнечных лучей кристаллы ингибитора НДА медленно разлагаются с потерей защитных свойств. Химическая формула НДА  $[(C_6H_{11})_2NH_2]NO_2$ .

Синтез НДА осуществляется в две стадии: на первой стадии получают дициклогексиламин гидрированием дифениламина или анилина под давлением, на второй — из дициклогексиламина и нитрита натрия НДА.

Растворимость НДА в воде достигает 40 г/л [5, с. 62], по другим данным 30—70 г/л [57, с. 570]. Упругость паров при комнатной температуре 0,0002 мм рт. ст. Радиус действия его ограничивается величиной 10—30 см.

Механизм защитного действия НДА, как и других нитритных ингибиторов, заключается в сублимации нитритов на поверхности металлов и образовании тонкой пленки окислов, которая препятствует дальнейшей коррозии металлов. НДА защищает при действии из газовой фазы сталь, стальные фосфатированные и оксидированные изделия, кобальт, алюминий и его сплавы. Ингибитор защищает чугун при непосредственном контакте. НДА индифферентен по отношению к никелю и хрому, вызывает явление цветовой побегалости на меди и медных сплавах; не защищает серебро, кадмий, цинк, магний и его сплавы; разрушает олово, свинец и их сплавы. Пары ингибитора НДА не уничтожают имеющуюся на поверхности стали коррозию, но приостанавливают ее дальнейшее развитие. Из неметаллических материалов НДА разрушает масляные лаки.

НДА является весьма эффективным ингибитором. При испытаниях в жестких условиях пораженная коррозией поверхность образцов не достигала 2%, в то время как незащищенные контрольные образцы были поражены на 80%.

Недостатки НДА — избирательность действия, ядовитость; кроме того, предполагается, что этот ингибитор канцерогенен [5, с. 70; 28, с. 29; 55, с. 130А; 57, с. 570; 61, с. 75].

К летучим ингибиторам относится также нитрит натрия  $\text{NaNO}_2$ , используемый обычно в смеси с уротропином в соотношении 1:1. По внешнему виду — это белое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде. При использовании нитрита натрия в водных растворах прежде всего необходимо следить, чтобы его концентрация не понижалась ниже допустимой (примерно 2 г/л). Ингибиторы коррозии типа нитрита натрия обладают пассивирующим действием, причем они эффективны только в щелочной среде; в кислой среде они могут оказаться стимуляторами коррозии. Поэтому они применяются, как правило, совместно с каустиком или содой.

Основным антикоррозионным действием обладает ион нитрита  $\text{NO}_2^-$ . Зачастую в качестве ингибиторов используются смеси различных веществ, в результате реакции между которыми образуются нестойкие соли азотистой кислоты, например азотистокислый аммоний, выделяющие ионы нитрита. Взаимодействие исходных продуктов происходит при действии на них водяных паров. Поэтому такие смешанные ингибиторы коррозии защищают металлы в условиях сравнительно высокой относительной влажности.

Нитрит натрия не защищает цветные металлы (алюминий, медь и ее сплавы, цинк, кадмий) или вызывает их коррозию. Нитрит натрия ядовит при попадании внутрь организма. Нитрит натрия эффективен в смеси не только с уротропином, но и с мочевиной [2, с. 222; 5, с. 62; 28, с. 26; 54, с. 5; 55, с. 129А; 61, с. 26]. Уротропин, используемый в смеси с нитритом натрия, получают из 40%-ного формалина и аммиака, который добавляют до щелочной реакции при температуре не выше 35° С. Уротропин  $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$  в смеси с нитритом натрия вызывает интенсивную коррозию меди, цинка, свинца, магния и их сплавов и защищает сталь и чугун [5, с. 62; 28, с. 26; 61, с. 26].

Карбонат циклогексиламина (КЦА)  $(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NH}_2) \cdot \text{HCO}_3^-$  — белый кристаллический порошок, отличается значительной летучестью из твердого состояния (упругость пара — около 1 мм. рт. ст.) и в связи с этим большим радиусом действия в течение непродолжительного времени. Он защищает сталь и чугун, индифферентен к алюминию, цинку, никелю, олову, но разрушает медь и ее сплавы. Растворимость в воде — до 50 г на 100 г воды [5, с. 63; 61, с. 27].

Карбонат моноэтаноламина (МЭАК)  $[(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})\text{NH}_2] \cdot \text{HCO}_3^-$  — густая вязкая жидкость янтарного цвета, смешивается с водой в любых соотношениях, отличается высокой летучестью и гигроскопичностью. Он защищает сталь и чугун, но разрушает цветные металлы (за исключением хрома и олова), особенно медь, никель и их сплавы [5, с. 62; 61, с. 28].

Бензоат аммония  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{NH}_4$  — белый кристаллический порошок со слабым запахом аммиака и заметной летучестью. Растворимость при комнатной температуре — до 200 г/л. Защи-

щает сталь и чугун, индифферентен к цветным металлам, разрушает латунь [5, с. 62; 61, с. 26].

Бензоат натрия — контактный ингибитор — белый кристаллический порошок с высокой растворимостью в воде (до 350 г/л). Его химическая формула —  $C_6H_5CO_2Na$ . Бензоат натрия действует, по-видимому, как анодная защита от коррозии. Он защищает сталь и цинк, индифферентен к другим цветным металлам. Бензоат натрия вызывает также коррозию цинка [61, с. 29]. При повышенной его концентрации в воде свыше 25% существует опасность выпадения осадка при охлаждении. Бензоат натрия является совершенно безвредным веществом [5, с. 63; 28, с. 26; 51, с. 262; 61, с. 28].

Бензоат моноэтаноламина  $C_6H_5COONH_3(CH_2CH_2OH)$  — белый порошок, практически нелетучий. Применяется в смеси с этаноламином. Вызывает коррозию меди, никеля, хрома и их сплавов, защищает черные металлы [5, с. 63; 28, с. 27; 61, с. 29].

Для карбонатов и бензоатов необходим доступ кислорода воздуха в пространство с защищаемыми деталями.

Метабензоат гексаметиленмина (МБГИ)  $CH_2(CH_2)_5NH \cdot HOOC C_6H_4NO_2$  — белый порошок, один из ряда гексаметиленминовых ингибиторов, используемый для нанесения на бумагу. Ингибиторы на основе гексаметиленмина являются довольно эффективной защитой для ряда цветных металлов и обычно индифферентны к черным металлам. МБГИ имеет температуру плавления 132—133°С; растворимость в воде 0,022 г/мл. Защищает от коррозии алюминий, свинец, олово, никель, медь, латунь, серебро, а также сталь; не защищает цинк и кадмий [63, с. 140; 65, с. 141].

Полярные ингибиторы, к числу которых относятся органические соединения типа жирных кислот, аминов и аминокислот, конденсируясь на поверхности металла, создают гидрофобную ориентацию молекул, препятствуя тем самым конденсации влаги на поверхности металла [55, с. 130]. К числу таких ингибиторов следует также отнести морфолин, капроновую, каприловую и бензойную кислоты, а также аминокислоты этих кислот, например морфолинкаприлат [63, с. 145].

Существуют также ингибиторы, механизм действия которых основан на изменении потенциала поверхности защищаемого металла. Обычно их действие слабее, чем вышперечисленных, и их применение ограничено. Рей и Кресс [7, с. 34], например, сообщают об ингибирующем действии ацетатов меди и кадмия по отношению к серебру. Подобный механизм действия отмечается также у хроматов и бихроматов [61, с. 20].

Специфически, с образованием пленок на поверхности действуют некоторые фосфаты и силикаты. Есть сведения, что так называемый фосфатный летучий ингибитор [смесь  $(NH_4)_2HPO_4$ ,  $NaNO_3$  и  $Na_2CO_3$ ] используется для пропитки упаковочной бумаги с целью защиты от коррозии черных металлов [66, с. 115].

Наиболее эффективными являются ингибиторные покрытия, защищающие поверхность металлов одновременно по различным механизмам, например с образованием окисных пленок, и в то же время тормозящие коррозионные процессы изменением потенциалов поверхности. К их числу следует отнести смеси нитрита натрия с мочевиной и уротропином, НДА с хроматом циклогексиламмония, НДА с карбонатом циклогексиламмония, фосфатный летучий ингибитор [58, с. 117; 61, с. 30]. Используются также смеси полярных ингибиторов. Так, фирмы ФРГ изготовляют антикоррозионную бумагу, ингибиторами которой являются дициклогексиламин и морфолинкаприлат [61, с. 51].

Как показали исследования УкрНИИБ, бумага, содержащая производные циклических аминов — НДА, КЦА, ХЦА, является биостойкой и может использоваться в качестве упаковочного материала в районах с влажным тропическим климатом [52].

### *Процесс ингибирования и свойства ингибированной бумаги*

Для нанесения ингибитора на бумагу-основу большое значение имеет растворимость его в воде. Из водорастворимых ингибиторов — бензоата аммония, бензоата натрия, бензоата моноэтаноламина, фосфата триэтаноламина, бората триэтаноламина, смеси уротропина или мочевины с нитритом натрия, метанитробензоата гексаметиленмина и других приготавливают растворы соответствующих концентраций и наносят их в режиме пропитки. При работе с малорастворимыми ингибиторами — хроматом циклогексиламмония, нитритом дициклогексиламина, карбонатом циклогексиламмина и другими подбирают связующее вещество, стабилизаторы, пластификаторы, сопутствующие наполнители, поверхностно-активные вещества, применяют определенные усилия для диспергирования и наносят покрытие на бумагу-основу из суспензии [5, с. 70; 58, с. 120].

Растворимые, а в некоторых случаях и малорастворимые ингибиторы, чаще гидрофобизирующего характера, могут быть совмещены с парафинированными восковыми покрытиями. Фирмы ФРГ осуществляют фиксацию дициклогексиламина и морфолинкаприлата с помощью восков. Однако такой метод фиксации не нашел широкого распространения.

В ЧССР смеси, содержащие нитрит дициклогексиламина, готовятся с использованием в качестве связующего 2%-ного раствора карбоксиметилцеллюлозы. Отдельно готовится смесь НДА и каолина в соотношении 2 : 3, которая суспендируется в водной среде при перемешивании в течение 3—4 ч. Затем суспензия смешивается со связующим; в качестве пластификатора добавляется глицерин. В зависимости от условий нанесения полученную смесь разбавляют водой. Масса покрытия должна составлять 10 г/м<sup>2</sup>. Оригинальным является способ нанесения

ингибитора, практикуемый в Швеции, Норвегии и США. Бумага-основа покрывается не сплошным слоем ингибитора, а в виде равномерно распределенных полосок, кружков, прямоугольников, треугольников, общая площадь которых составляет 25—50% от всей поверхности упаковочного материала. По эффективности защиты металла от коррозии эта бумага не хуже, а лучше, чем бумага, сплошь покрытая летучим ингибитором [61, с. 52].

В СССР работы по подбору связующих, изучению их влияния на эффективность ингибиторов, исследованию реологии, агрегативной устойчивости, седиментации кроющих суспензий проводятся в УкрНИИБ.

Установлено, что при работе с трудно растворимыми ингибиторами необходимо не только связывание системы, но и стабилизация суспензии. В качестве связующих использовались латексы различных видов, в частности наирит Л-7 в количестве 10% от сухого ингибитора; стабилизировалась суспензия различными количествами казеината аммония (от 5 до 15%). Для НДА снижение эффективности защиты в подобных условиях не наблюдалось, для хромата циклогексиламмония уменьшалась упругость паров, что приводило к снижению эффективности ингибитора.

Введение в качестве пластификатора глицерина (до 4%) приводило к увеличению так называемой щелевой коррозии, т. е. коррозии в зазорах. Кроме наиритового латекса, использовался также латекс СКС-30ШР [5, с. 68].

В дальнейшем были испытаны другие виды связующих и стабилизаторов, в частности поливиниловый спирт, латекс СКС-60ГП, метилцеллюлоза. С целью равномерного перемешивания компонентов и диспергирования приготовленные на мешалке суспензии обрабатывались на шаровой и коллоидной мельницах. При этом размеры частиц уменьшались в 10—15 раз.

Применение в качестве связующего поливинилового спирта не дало удовлетворительных результатов. Лучшие результаты получены при использовании в качестве связующего латекса СКС-60ГП и смеси этого латекса с метилцеллюлозой. Качество суспензии оценивалось по вязкости суспензий, оптимизация состава — по результатам ускоренных коррозионных испытаний [58, с. 121].

Суспензия ингибитора НДА, используемая в промышленных условиях, содержит НДА, метилцеллюлозу, латекс и казеин, рН суспензии 7,0—8,0.

Для стабилизации суспензии и в качестве связующего используется низковязкая метилцеллюлоза. В качестве пеногасителя применяется терпинеол. Поскольку время действия терпинеола как пеногасителя ограничено, его следует добавлять непосредственно в ванну покрывной машины. Количество добавляемого терпинеола определяется экспериментом по количеству образующейся пены [28, с. 65].

Раствор смеси ингибиторов уротропина и нитрита натрия содержит нитрит натрия и уротропин в соотношении 1 : 1.

Терпинеол добавляется в смесь ингибиторов в случае сильного пенообразования. рН смеси 8,0—8,5.

Раствор бензоата натрия имеет в своем составе бензойную кислоту и кальцинированную соду. Бензионокислый натрий получается в результате реакции нейтрализации. рН раствора 7,0—8,0; плотность раствора 1,13 г/см<sup>3</sup>. Раствор метабензоата гексаметиленмина приготавливается с концентрацией 7,6%; температура при растворении 50—60° С; время растворения 5 мин.

Основное оборудование, используемое для производства ингибированных видов бумаги, включает установки для приготовления растворов и суспензий химикатов, машины для нанесения влагостойких барьерных покрытий и машины для нанесения ингибированных покрытий.

Установки для приготовления растворов и суспензий химикатов представляют собой емкости, обычно снабженные перемешивающими устройствами и обогреваемые. Для приготовления суспензий малорастворимых ингибиторов пользуются установками, снабженными специальными диспергирующими устройствами. В качестве таковых применяются ультразвуковые диспергаторы, вибрационные установки, гидродинамические коллоидные мельницы. Диспергированию подвергается смесь малорастворимых ингибиторов и связующих веществ. Время диспергирования обычно около 30 мин. По окончании этого процесса в суспензию вводится стабилизатор.

В качестве связующего часто используется низковязкая метилцеллюлоза, растворимая в холодной воде. При нагревании метилцеллюлоза обратимо коагулирует.

В качестве водостойкого покрытия могут использоваться различные полимеры, латексы, парафины и воски, битум и др. Технология нанесения этих покрытий приведена в предыдущих главах.

В СССР для производства ингибированной бумаги в качестве водостойкого покрытия применяется полиэтилен, наносимый экструзионным методом; масса покрытия 20—30 г/м<sup>2</sup>. Используемое латексное покрытие представляет собой стабилизированную казеиновым клеем эмульсию латекса СКС-65ГП.

Покрытие бумаги латексом представляет собой отдельную операцию. Латекс наносится на машинах с валиковым наносным устройством, разновидности которых описаны в главе I. Температура в сушильной камере 45—55° С, влажность готовой бумаги-основы — не более 10%, масса латексного покрытия 4—6 г/м<sup>2</sup>. На аналогичных машинах осуществляется и нанесение растворов и суспензий ингибитора (рис. 61, а).

Принцип работы машин со щеточным выравнивающим устройством заключается в следующем. Полотно с раската 1, уста-

новленного на кронштейнах, поступает на наносной аппарат, состоящий из трех соприкасающихся валов. Средний вал 3 снабжен войлочным сукном, которое передает суспензию или раствор на бумагу с нижнего вала, купающегося в ванне 2 с покровной смесью. После нанесения покровной смеси бумага поступает на щеточный барабан 5, снабженный семью щетками 4 для разравнивания покрытия. При этом первые щетки изготовлены из обычной щетины, средние — из более мягкой, а последние — из самой мягкой или из барсучьего волоса. Обычно первая, третья или четвертая и седьмая щетки установлены неподвижно, остальные могут перемещаться.

Количество ингибитора или водостойкого слоя, наносимого на бумажное полотно, регулируется регулировочными винта-

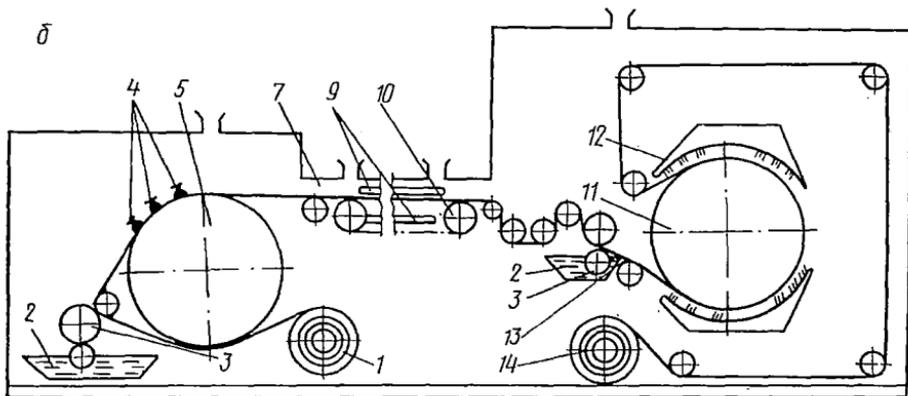
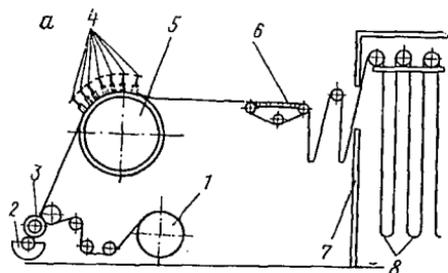


Рис. 61. Схемы машин для нанесения ингибитора:

*a* — для нанесения ингибитора с одной стороны бумажного листа; *б* — с двух сторон; 1 — раскат; 2 — ванна с суспензией ингибитора или латекса; 3 — наносной вал; 4 — щетки; 5 — барабан; 6 — пневматический транспортирующий стол; 7 — сушильная камера; 8 — петли бумаги с ингибитором; 9 — паровой коллектор; 10 — цепной транспортер; 11 — сушильный цилиндр; 12 — воздушный коллектор; 13 — разравнивающий шабер; 14 — накат

ми, увеличивающими или уменьшающими зазор между наносным и купающимся в ванне валиками. Ванна в случае необходимости может перемещаться по высоте специальным рычажным приспособлением. Затем бумага передается в фестонную сушильную камеру, после которой поступает на накат. Если камера закрытая, температура в ней достигает 80—90° С, в открытой камере 35—50° С. Скорость машины достигает 40—50 м/мин. Минимальное количество наносимого ингибитора 10 г/м<sup>2</sup> [28, с. 60; 61, с. 54].

Усовершенствованный вариант машины позволяет наносить покрытия на обе стороны бумажного листа (рис. 61, б). При этом ингибитор наносится на сеточную сторону бумаги, которая высушивается после этого в сушильной камере 7 при температуре 70—80° С. Затем на бумагу наносится латекс с обратной стороны. Слой латекса высушивается струей горячего воздуха (80—90° С), поступающего через воздушные сопла. При такой последовательности нанесения ингибитора и латекса ингибитор прочнее закрепляется на поверхности бумаги [53].

Пропитка бумаги ингибиторными растворами может осуществляться и на несколько иных, более простых машинах (рис. 62). Сушка бумаги на такой машине производится также горячим воздухом, нагретым в калорифере [61, с. 55].

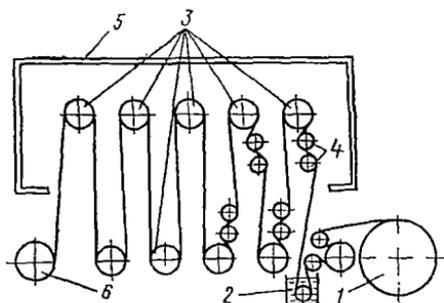


Рис. 62. Схема машины для пропитки бумаги растворами ингибитора:

1 — раскат; 2 — ванна с раствором; 3 — ведущие валики; 4 — натяжные валики; 5 — сушильная камера; 6 — накат

Пропитка бумаги одновременно с ее крепированием осуществляется на крепящих машинах, подобных показанной на рис. 60. Температура раствора ингибитора 20—30° С, влажность бумажного полотна после пропитки — около 50%. Влажность регулируется прижимным валиком. Раствор ингибитора, отжимаемый из бумаги, стекает обратно в ванну 2 (см. рис. 60). Крепирование бумаги осуществляется на крепящем цилиндре 3, снабженном шабером 4, су-

шка — паром на сушильных цилиндрах 5.

Намотка, упаковка, хранение и транспортировка антикоррозионной бумаги осуществляются в соответствии с ГОСТ 16295—70 [59]. Большое внимание должно быть обращено на упаковку бумаги. Упаковывать бумагу необходимо немедленно после выработки в два слоя битумированной бумаги с перегибом, полностью закрывающим торцы, и затем в два слоя оберточной бумаги с заклеиванием торцов во избежание улетучивания ингибитора. В процессе хранения и транспортировки недопустимы прямое попадание влаги, температура выше 25° С и относительная влажность воздуха более 70%. Категорически запрещается хранение бумаги в одном помещении с кислотами, солями, растворителями [28, с. 67].

Содержание в бумаге ингибитора определяется в соответствии с разработанными методиками [28, с. 76; 59]. Удельные расходы бумаги-основы, химикатов, электроэнергии и пара при производстве антикоррозионной ингибитированной бумаги приведены в табл. 47.

**Удельные расходы материалов, химикатов и энергии на выработку  
ингибитированной бумаги  
(по данным одного из предприятий)**

Наименование материалов, химикатов, энергии	Един. измерения	Марки бумаги			
		УНИ-22- С80 с латексным покрытием	УНИ-22-80 с полнэти- леновым покрытием	БН-22-80 с латекс- ным покрытием	НДА-20-80 с латекс- ным покрытием
Бумага-основа	кг/т	740	660	710	730
Латекс	"	64	—	65	70
Уротропин	"	130	125	—	—
Нитрит натрия	"	130	125	—	—
Терпинеол	"	4	—	6	6
Бензойная кислота	"	—	—	230	—
Сода кальцинированная	"	—	—	120	—
Нитрит дициклогексил- амина	"	—	—	—	223
Метилцеллюлоза	"	—	—	—	3
Казеин	"	—	—	—	10
Полиэтилен	"	—	265	—	—
Электроэнергия	кВт·ч/т	224	1070	224	225
Пар	Гкал/т	2,8	1,8	3,2	3,5

Методы консервации металлов и металлоизделий могут быть различными [28, с. 77; 60, с. 15; 61, с. 56], но всегда необходимо принимать меры для герметизации упаковки, а также строго проверять соответствие вида антикоррозионной бумаги и материала металлоизделий.

В СССР выпускается несколько видов антикоррозионной ингибитированной бумаги, предназначенных для защиты черных и цветных металлов. В качестве ингибиторов они содержат нитрит натрия с уротропином (индекс УНИ), нитрит дициклогексил-амина (индекс НДА), бензоат натрия (индекс БН). Для защиты от коррозии цветных металлов предназначена бумага с ингибитором метанитробензоатом гексаметиленмина (индекс МБГИ) [59]. Бумага с индексом МБГИ имеет степень крепирования не меньше 10% и выпускается без покрытия.

В странах Западной Европы выпускают антикоррозионную бумагу VPI с различным составом ингибитора, например смесью НДА и нитрита диизопропиламина; смесью НДА, нитрита диизопропиламина и карбоната гуанидина. Особой группой ингибиторов являются так называемые смешанные испаряющиеся ингибиторы коррозии. В ФРГ и США выпускают антикоррозионные виды бумаги Noxrost и Daubrite-500, пропитанные смесью азотистокислого натрия, мочевины и бензоата моноэтаноламина. В ЧССР бумага пропитывается нитритом натрия, мочевиной и

солью бензойной кислоты. Такая бумага защищает от коррозии сталь, хром и никель [54, с. 6].

Для защиты от коррозии цветных металлов используются специальные виды бумаги, предназначенные для предохранения только определенных металлов. Так, в США для упаковки серебра и изделий из него используется бумага Silver Saver, покрытая соединениями, адсорбирующими сероводород и сернистый газ, которые вызывают почернение серебра. Для предупреждения окисления изделий из меди и бронзы используется бумага CorperTex. При хранении меди и ее сплавов в упаковке из CorperTex на поверхности металла сублимируется тонкая пленка веществ, препятствующая взаимодействию металла с окружающей средой.

Для предупреждения пятнистой водной коррозии листов алюминия, сложенных один на другой, применяют прокладки из антикоррозионной сульфатной бумаги-шелковки, пропитанной хроматом натрия (Alumitex) [55, с. 130А].

Использование для упаковки металлов и металлоизделий антикоррозионной ингибированной бумаги приносит значительные экономические выгоды. Так как поверхность металлов и металлоизделий не подвергается никаким видимым изменениям, значительно упрощается процесс расконсервации изделий из упаковки. Консервация изделий в ингибированную бумагу дешевле и практичнее, чем консервация с применением жировых смазок.

Применение высокоэффективных летучих ингибиторов типа НДА при условии надлежащей герметизации упаковываемых изделий позволяет значительно увеличить срок хранения металлов и металлоизделий без переконсервации.

Вышеизложенное показывает причины экономических преимуществ, достигаемых за счет использования ингибированной бумаги. Экономически эффективные границы использования ингибированной бумаги намного шире существующего в настоящее время уровня производства этой бумаги [67, с. 77; 68, с. 56].

Ведущиеся научно-исследовательские работы по созданию более эффективных видов ингибированной бумаги, рассчитанных на длительные сроки хранения в сложных условиях, позволяют значительно расширить сферу применения антикоррозионных видов бумаги.

### *Методы определения антикоррозионных свойств бумаги*

Проверка эффективности антикоррозионных видов бумаги, а также качества упаковки осуществляется исходя из принципа необходимости защиты от коррозии в условиях, реально существующих при хранении, консервации и транспортировке данного вида изделий.

Для оценки коррозии в условиях проверочных экспериментов пользуются рядом методов, выбирая наиболее пригодный с точки зрения внешних условий и объектов упаковки. Коррозионное поражение на металле может быть выражено одним из следующих показателей:

1) изменением веса металла в результате коррозии, отнесенным к единице поверхности и единице времени;

2) объемом выделившегося водорода (или поглощенного кислорода) в процессе коррозии, отнесенным к единице поверхности и единице времени;

3) уменьшением толщины металла вследствие коррозии, выраженным в линейных единицах и отнесенным к единице времени;

4) изменением какого-либо показателя механических свойств за определенное время коррозионного процесса, выраженным в процентах, или временем до разрушения образца заданных размеров;

5) изменением отражательной способности поверхности металла за определенное время коррозионного процесса, выраженным в процентах;

6) плотностью тока, отвечающей скорости данного коррозионного процесса;

7) временем до появления первого коррозионного очага на образце заданных размеров или числом коррозионных очагов на образце по истечении заданного времени [47].

Кроме того, в ряде случаев применяется визуальный контроль с подробным описанием внешнего вида прокорродировавших участков.

В Польском институте целлюлозы и бумаги корродирующая способность исследовалась на модельных отливках из сульфатной небеленой целлюлозы.

В подготовленные отливки заворачивали стальные пластины и по истечении заданного времени определяли площадь поверхности, поврежденной коррозией.

Распространены так называемые опыты с оберткой, когда в испытываемую бумагу заворачивают различные металлические предметы [51, с. 263]. Эти опыты совершенствуются путем выбора стандартных условий и предметов для испытаний, например шлифованных или полированных стальных пластин, а также стандартной величины прижима бумаги к изделию [13, с. 432]. Известны также опыты со скрепками [14, с. 238], в которых к испытываемой бумаге прикрепляли по шесть канцелярских скрепок и по внешнему виду исследовали бумагу на следы ржавчины, оставленные на ней ржавеющими скрепками.

Шикорр [13, с. 43] испытываемую бумагу обертывал вокруг стеклянной палочки, а затем обматывал ее очищенной взвешенной проволокой. Через определенные промежутки времени устанавливалась потеря в массе очищенной от ржавчины проволоки.

Этот эксперимент обеспечивает получение количественных и в достаточной степени воспроизводимых данных.

К сожалению, все описанные методы испытаний весьма продолжительны. Поэтому в ряде случаев применяют методы, в которых коррозия ускоряется специально создаваемыми условиями. Так, испытания проводятся в атмосфере, насыщенной водяными парами и в атмосфере сернистого газа [32, с. 110].

Коррозионные свойства бумаги определяют при 20 и 40—45° С [16, с. 290]. Для испытания используют хорошо отполированные стальные, серебряные, медные, бронзовые или латунные пластины площадью 50 см<sup>2</sup>, которые заворачивают в испытываемую бумагу и помещают в эксикатор, где поддерживается относительная влажность воздуха 90—92%. Пластины перед испытанием промывают свежеперегнанным этиловым спиртом. Во время испытания рекомендуется на завернутые в бумагу пластины положить небольшой груз с таким расчетом, чтобы удельная нагрузка была порядка 10 г/см<sup>2</sup>. Продолжительность анализа 5—7 дней (максимум 20 дней).

В УкрНИИБ для ускоренных лабораторных коррозионных испытаний сконструирована и изготовлена полуавтоматическая камера, в которой определяется коррозионная стойкость изделий, завернутых в испытываемую бумагу, в условиях различной влажности, температуры, наличия агрессивных газов, циклического испарения и конденсации влаги. Циклическое изменение температуры и влажности обеспечивается автоматической программой. Для создания более жестких условий, помимо циклического изменения температуры и влажности, в камеру вводится 0,5—4% (по объему) сернистого газа. Продолжительность испытаний от 4 до 10 суток. Коррозионная стойкость проверяется на образцах алюминия, латуни и стали различных марок Шлифованные, полированные до зеркального блеска, промытые спиртом и дистиллированной водой образцы металлов размером 2×2 см обертываются испытываемой бумагой и зажимаются специальным устройством. Коррозионная стойкость образцов и защитные свойства бумаги оцениваются в зависимости от площади поражения по десятибалльной шкале для черных металлов и пятибалльной — для латуни [58, с. 124].

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

При производстве антикоррозионных видов бумаги требуется строгое соблюдение правил техники безопасности.

Нитрит натрия относится к ядовитым веществам. Работу с растворами нитрита натрия (а также упаковку изделий в бумагу) необходимо производить в резиновых перчатках. При попадании растворов нитрита натрия на кожу их необходимо тщательно смыть водой.

Не допускается длительное воздействие на кожу бензоата натрия.

Пары НДА вызывают раздражение дыхательных путей. Содержание НДА в воздухе не должно превышать 1 мг/м<sup>3</sup>.

Щелочные растворы ингибиторов при длительном воздействии вызывают утончение кожи, что способствует появлению язв, особенно под ногтями и между пальцами.

К работе с ингибированной бумагой допускаются лица, хорошо ознакомленные с правилами техники безопасности. Работа по производству и применению ингибированной бумаги должна производиться в изолированном, чистом, сухом помещении с интенсивной приточно-вытяжной вентиляцией.

Лица, работающие с ингибированной бумагой, должны пользоваться индивидуальными средствами защиты: халатами или костюмами, резиновыми перчатками, головными уборами. При работе с сухими ингибиторами необходимо применять противопыльные респираторы и 3—4-слойные марлевые повязки для защиты рта и носа.

Запрещается хранить ингибированную бумагу в открытом виде и использовать ее не по прямому назначению.

Техника безопасности при консервации и расконсервации изделий осуществляется согласно ГОСТ 13168—69.

## **Глава VIII. БУМАГА ДЛЯ УПАКОВКИ КИНОФОТОМАТЕРИАЛОВ**

### **Светонепроницаемая бумага**

Для упаковки светочувствительных материалов, например кинофотоматериалов и рентгеновских пленок, применяются специальные виды бумаги с высокими светозащитными свойствами. К ним относятся: бумага для изготовления прокладок между фото-, кино- и рентгенопленками; бумага для первичной упаковки светочувствительных материалов и бумага для светозащитных зарядных концов (ракордов) кино- и фотопленок. Свойства этих видов бумаги приведены в табл. 48 [69].

Перечисленные виды бумаги применяются в качестве первичных упаковочных материалов, находящихся в непосредственном контакте со светочувствительным товаром. Для наружной упаковки в комплексе с ними применяются бумажные конверты и картонные коробки.

Выпускается бумага, совмещающая светозащитные свойства со свойствами этикетированной наружной упаковки, бумага с пигментированным неактивным полимерным покрытием и др. [70].

Качество светонепроницаемой бумаги характеризуется показателями светозащитных свойств. Метод определения светонепроницаемости бумаги заключается в следующем.

Негативный светочувствительный материал (пластину или пленку размером 9×12 см светочувствительностью 130 единиц) плотно завертывают в темноте в образец испытуемой упаковочной бумаги размером 22×26 см таким образом, чтобы светочувствительный материал был полностью с обеих сторон покрыт светонепроницаемой бумагой с загнутыми краями на сторону, противоположную покрытой эмульсионным слоем. Со стороны эмульсионного слоя бумага должна плотно прилегать к пленке или пластинке.

Характеристика светонепроницаемой бумаги для упаковки кинофотоматериалов

Наименование показателей	Бумага		
	для прокладок	для первичной упаковки	для защитных ракордов
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	65	95	120
Полная светонепроницаемость одного слоя бумаги при продолжительности экспонирования, мин	—	30	12
Число сквозных отверстий диаметром от 0,2 до 0,7 мм на образце площадью 9×12 см	—	2	Не допускается
Химическое действие бумаги на светочувствительный слой	Не должно обнаруживаться заметного увеличения плотности вуали		
Объемная масса, г/см <sup>3</sup> , не менее	0,95	0,85	1,0
Разрывная длина (средняя по двум направлениям), м, не менее	—	3500	3000
Проклейка, мм, не менее	1,5	1,5	1,5
Гладкость, с, не менее:			
верхней и сеточной сторон (в среднем)	200	—	—
красной (желтой) стороны	—	—	180
Цвет	Черный, желтый	Черный	Красный или желтый с одной стороны, черный с другой

Подготовленный таким способом образец помещают в середине копировальной рамки размером 18×24 см под стекло. Эмульсионная сторона пластинки должна быть обращена к открытой стороне рамки и подвергаться экспонированию в течение определенного времени светом лампы мощностью 500 Вт, расположенной на расстоянии 1 м от рамки.

Экспонированный через бумагу светочувствительный материал проявляют в полной темноте в проявителе в течение 12 мин и далее подвергают фотографической обработке.

Одновременно с экспонированным образцом обрабатывают неэкспонированные образцы того же материала и визуально устанавливают наличие или отсутствие в нем увеличения плотности вуали по сравнению с контрольным, неэкспонированным образцом. Более подробно метод описан в книге «Испытание бумаги и картона» [16, с. 198].

При испытании указанным методом не должно наблюдаться увеличения плотности вуали на светочувствительном слое (по сравнению с контрольным, неэкспонированным образцом) после экспонирования в течение 30 мин материала, завернутого в упаковочную бумагу и в течение 12 мин — в бумагу для защитных зарядных концов.

Сквозные отверстия — один из наиболее часто встречающихся дефектов упаковочной светонепроницаемой бумаги, приводящий к точечному засвечиванию материала. Основной причиной появления отверстий в бумаге является неравномерность просвета и попадание в бумажную массу мельчайших частиц песка и других посторонних включений, которые при каландрировании выпадают, оставляя в бумаге отверстия или утонченные места.

Наличие сквозных отверстий проверяется таким же путем, как и светопроницаемость, только время экспонирования составляет 2 мин. Для бумаги, применяемой в качестве защитных экранов концов киноплёнок (ракордов), не допускается ни одного отверстия размером свыше 0,2 мм на образце площадью 9×12 см. Для бумаги, предназначенной для упаковки кинофото материалов, допускается наличие не более двух отверстий диаметром не более 0,2—0,7 мм.

Особые требования предъявляются к бумаге для упаковки фотопродукции в отношении химического взаимодействия ее со светочувствительным слоем. Не должно обнаруживаться заметного увеличения плотности вуали светочувствительного слоя при определенных условиях испытания. Метод испытания заключается в следующем.

Половину поверхности эмульсионного слоя рентгено-, кино- фотопленки или пластинки определенной чувствительности и размера покрывают в темноте полоской испытуемой бумаги, плотно зажимают между двумя стеклянными пластинками и помещают на 6 суток в находящийся в темном помещении термостат при температуре 50°С и относительной влажности воздуха 50%. По истечении указанного срока светочувствительный материал в темноте вынимают из термостата, подвергают фотографической обработке, аналогичной определению светопроницаемости (с некоторыми отличиями при обработке рентгеновских пленок), и сравнивают плотность вуали на половине светочувствительного слоя, находящегося под испытуемым образцом бумаги, с другой половиной слоя. Видимой разницы не должно обнаруживаться.

В процессе хранения наблюдается старение фотографического слоя, что связано с различными физико-химическими процессами. Одним из факторов, ускоряющих этот процесс, считают химическую агрессивность упаковочных материалов [71]. Восстановители, находящиеся в упаковочных материалах, существенно влияют на образование вуали на светочувствительном слое фотобумаги, что приводит к снижению ряда сенситометрических параметров: светочувствительности, полезного интервала экспозиций, контрастности. Эти выводы нашли подтверждение при проведении старения различных видов фотографической бумаги с использованием различных упаковочных материалов, причем установлено, что наибольшее воздействие на светочувствительный слой, снижая его сенситометрические показатели, оказывают восстановители, обладающие летучестью [72].

Немаловажными факторами, оказывающими влияние на светонепроницаемость бумаги, являются масса 1 м<sup>2</sup> и объемная

масса. С целью уменьшения объема товарных единиц светочувствительных материалов повышают объемную массу бумаги при сохранении оптимальной массы  $1 \text{ м}^2$ , необходимой для обеспечения светонепроницаемости. Однако к этому нужно относиться крайне осторожно, так как при суперкаландрировании может увеличиться число сквозных отверстий в бумаге.

Поверхность бумаги, соприкасающаяся со светочувствительным материалом, должна быть гладкой, противостоять истиранию; бумага должна быть хорошо проклеена. В некоторых случаях бумага покрывается пленками, в других — в бумагу вводится латекс. Эти требования диктуются тем, что на поверхности светочувствительного материала не должно оставаться волокон или частичек наполнителя с поверхности упаковочной бумаги.

Светонепроницаемая бумага, не имеющая непосредственного контакта со светочувствительным слоем, может вырабатываться машинной гладкости, однако и в этом случае не допускается на поверхности бумаги маркировка от сетки и сукон.

Поскольку на цветной слой двухслойной бумаги для защиты ракордов наносится печать, в композицию этого слоя целесообразно вводить некоторое количество наполнителя. При введении наполнителя улучшается внешний вид цветной стороны бумаги благодаря лучшей укрывистости черного слоя. Это дает возможность получать более четкий печатный текст.

Требования к прочности светонепроницаемой бумаги определяются характером ее использования. Прокладочная бумага может иметь небольшую прочность, так как она не испытывает при эксплуатации значительных нагрузок. Упаковочная бумага для конвертов должна иметь высокую поверхностную прочность и прочность на разрыв.

Все виды светонепроницаемой бумаги для кинофотоматериалов должны легко подвергаться переработке в изделия, поскольку упаковка в них светочувствительных материалов производится в полной темноте.

Жесткие виды бумаги трудно поддаются формованию в конверт, склеиванию и свертыванию.

Светонепроницаемая бумага в СССР вырабатывалась из сульфатной целлюлозы. Из-за трудности переработки на кинофотофабриках (вследствие высокой жесткости) эту бумагу стали вырабатывать из белой сульфитной и сульфатной полубеленой или белой целлюлозы.

Светонепроницаемость бумаги достигается введением в ее композицию наполнителей, обладающих способностью поглощать и в то же время эффективно рассеивать и отражать световые лучи. Таким наполнителем является сажа, обладающая максимальной поглощающей способностью (коэффициент поглощения света сажой близок к единице) и исключительно высокой степенью дисперсности.

Бумага, имеющая в композиции сажу, эффективно поглощает световые лучи и ввиду наличия большого числа поверхностей отражения на границах сажа — воздух, сажа — волокно обладает высокой рассеивающей способностью. Бумага, выработанная с достаточным содержанием сажи в композиции, практически непроницаема для световых лучей.

Понижение светопрозрачности бумаги может быть достигнуто также окраской ее различными красителями, введением минеральных наполнителей. Например, в качестве прокладочной для светочувствительных материалов можно применять обычную каландрированную бумагу ярких цветов. Это вполне оправдано, так как стоимость бумаги, в композицию которой входит сажа, довольно высокая.

Существует несколько видов сажи в зависимости от способа производства и исходного сырья (газ или жидкое топливо). Отечественной промышленностью выпускаются газовая (канальная, печная, термическая), ацетиленовая, форсуночная и ламповая сажа. Наибольшей кроющей способностью обладает газовая сажа, получаемая при неполном сгорании или термическом разложении нефти или природного газа. Используется она в производстве специальных видов бумаги, в том числе упаковочной светонепроницаемой.

Сажа является мелкодисперсным материалом с высокой удельной поверхностью. Наибольшей дисперсностью обладает канальная сажа. Средний размер частиц газовой канальной сажи колеблется от 40 до 400 нм, в то время как диаметр частиц  $TiO_2$  составляет 0,25—0,30 мкм, а частиц каолина 0,1—40 мкм. Удельная поверхность сажи 80—120 м<sup>2</sup>/г.

Степень черноты находится в определенной зависимости от величины частиц, структуры их поверхности, состава и количества адсорбированных летучих веществ. Чем выше степень дисперсности сажи, тем чернее и насыщеннее ее цвет, выше укрывающая способность. Газовая сажа имеет глубокий черный цвет, мягка и бархатиста. Газовая сажа, применяемая в производстве бумаги, отличается особой химической устойчивостью и должна иметь следующие характеристики [73]: размер частиц от 10 до 80 нм; цвет от темно-серого до глубоко-черного (характерен для газовой канальной сажи); рН от 3 до 9,5, газовая канальная сажа имеет кислую реакцию; содержание летучих от 1 до 14%, кислорода от 1 до 3,5%.

Удерживаемость сажи в бумаге зависит от вида, качества и количества сажи, задаваемой в массу, а также от вида целлюлозы, степени помола массы, добавки флокулирующих веществ, условий отлива бумажного полотна и других факторов. Повышение степени помола волокна, добавки сернокислого глинозема или синтетических флокулянтов в массу, плавность обезвоживания при отливе способствуют повышению удерживаемости сажи в бумаге.

При содержании в массе сажи более 12—15% ее удерживаемость снижается. Удерживаемость сажи обусловлена главным образом коллоидно-химическими силами адсорбции.

Для лучшего закрепления сажи на волокне применяют иногда проклейку массы латексами синтетического каучука (2—5% латекса от волокна). При использовании сажи в сочетании с красителями черного цвета расход ее не превышает 3%, а при окраске бумаги одной сажей (без красителей) ее расход достигает 7—10% от волокна.

В массу сажа вводится в сухом виде, в виде пасты или суспензии. При нанесении светонепроницаемых покрытий на клеильном прессе или меловальной установке она используется в качестве основного компонента покровных смесей.

При введении сажи перед размолом удерживаемость ее составляет около 80%; при введении в массу перед машиной — значительно меньше.

Диспергированию сажи в воде способствует введение таких веществ, как бентонит, десульфонированный лигносульфонат натрия. Однако смачивающие и диспергирующие вещества снижают поверхностное натяжение воды, что отрицательно влияет на формирование прочности бумаги при сушке. В связи с этим применять их нужно с большой осторожностью.

Для производства светонепроницаемой бумаги, пригодной для упаковки светочувствительных материалов, в волокнистую массу вводят хорошо перемешанную в смесителе водную суспензию сажи, в состав которой входит продукт конденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида. В производстве светонепроницаемой бумаги, предназначенной для упаковки кино-, фото- и рентгеноматериалов, не должна использоваться вода, содержащая значительные количества сульфатов, хлоридов, железа и радиоактивных веществ [74].

С целью более тщательной разработки волокна для достижения сомкнутой структуры бумаги размол сульфатной и сульфитной целлюлозы, составляющей композицию бумаги для первичной упаковки, необходимо вести раздельно. Обычно размол целлюлозы осуществляется в две ступени. На первой ступени целлюлоза размалывается до 30—35° ШР в роллах с металлической и базальтовой garniturой при концентрации 4,5—5,5%. В роллы вводится сажа в количестве 8—11% от волокна в виде водной суспензии концентрацией 100—120 г/л. В подролльный бассейн вводится канифольный клей в количестве 1—1,5%. На второй ступени размола оба вида целлюлозы размалываются совместно в конических мельницах до 40—55° ШР при концентрации 3—3,5%. Сернокислый глинозем или алюмо-калиевые квасцы для осаждения канифольного клея и удержания сажи вводятся в машинный бассейн для получения рН массы 4,5—5,0.

Светонепроницаемые виды бумаги изготавливаются на столовых бумагоделательных машинах, односеточных и двухсеточных.

Бумага для защитных зарядных концов вырабатывается двухслойной — красного или желтого цвета — с одной и черного — с другой стороны. В связи с этим данный вид бумаги вырабатывается на двухсеточных машинах, и технологическая схема подготовки массы должна включать два потока. Принципиальная технологическая схема производства этой бумаги приведена на рис. 63.

Цветной (желтый или красный) слой бумаги вырабатывается из сульфитной беленой целлюлозы. Целлюлоза распускается в гидроразбивателе, сгущается, после чего подается в роллы с металлической гарнитурой. Размол массы производится до 28—32° ШР при концентрации 5,0—5,5%. В роллы после загрузки целлюлозы подается краситель прямой желтый К в количестве 1,3% или конго красный в количестве 1% от абс. сухого волокна. Во избежание просвечивания черного слоя бумаги со стороны красного (желтого), что может отрицательно повлиять на качество печати, в композицию массы красного (желтого) цвета вводится двуокись титана (после добавки красителя). Введение двуокиси титана позволяет повысить оптическую неоднородность этого слоя бумаги и, следовательно, его кроющую способность, так как коэффициент преломления пигментной двуокиси титана (2,55—2,73) резко отличается от показателя преломления целлюлозы (1,53).

Кроме того, введение даже небольших количеств (5—7%) наполнителя в этот слой бумаги способствует улучшению его печатных свойств, в первую очередь повышению четкости печати.

Далее масса поступает в подролльный бассейн, где проклеивается канифольным клеем, и при концентрации 2,5—3% подается на вторую ступень размола — в конические мельницы, где размалывается до 40—47° ШР. Разбавленная оборотной водой масса подается на центриклинеры и селективфайеры верхней сетки.

Тщательная очистка массы является очень важной операцией для данного вида бумаги.

В композицию нижнего, черного слоя входит хвойная сульфатная беленая или полубеленая целлюлоза жесткостью 65—70 перм. ед. в количестве 80% и сульфитная беленая целлюлоза — 20%. Размол полуфабрикатов на первой ступени производится отдельно в роллах при концентрации 5—5,5% до 28—32° ШР. В начале размола в роллы вводится 10% по отношению к волокну сажки в виде пасты. По окончании размола первой ступени оба вида целлюлозы смешиваются, масса разбавляется оборотной водой до концентрации 3,3—3,7%, проклеивается канифольным клеем. Затем через регулятор концентрации масса подается на конические мельницы, где размалывается до 36—42° ШР. После разбавления оборотной водой она проходит очистку на центриклинерах и селективфайере. В массу верхнего и нижнего слоев вводится глинозем для создания рН 4,5—5,5.

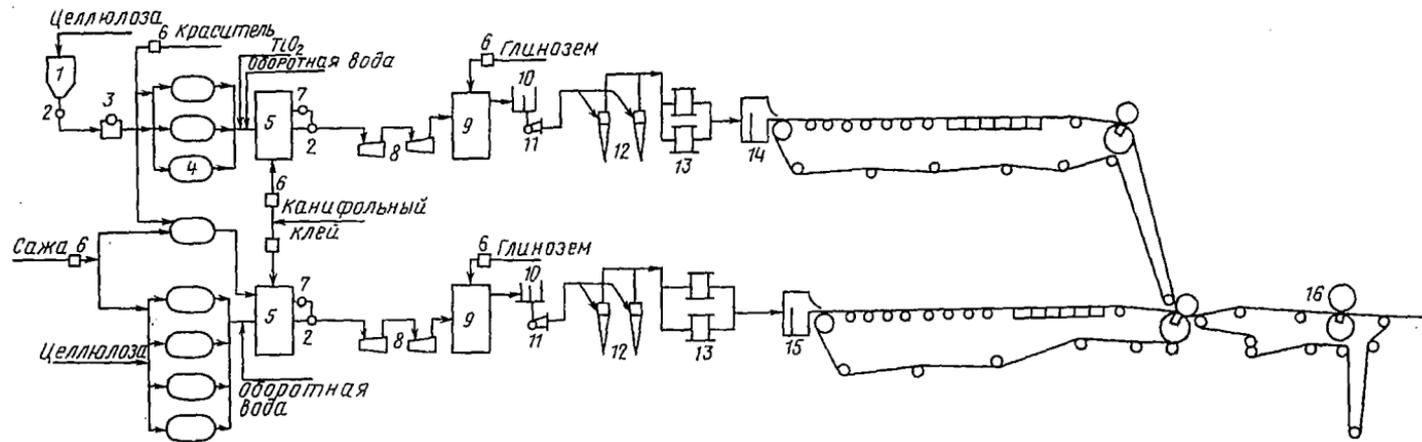


Рис. 63. Технологическая схема производства светонепроницаемой бумаги:

1 — гидроразбиватель; 2 — насос; 3 — сгуститель; 4 — массные роллы; 5 — промежуточный бассейн; 6 — дозатор; 7 — регулятор концентрации; 8 — конические мельницы; 9 — машинный бассейн; 10 — переливной бачок; 11 — смесительный насос; 12 — центрифуги; 13 — селективные экраны; 14 — напорный ящик верхней сетки; 15 — напорный ящик нижней сетки; 16 — первый пресс

Выработка бумаги производится на двухсеточной машине фирмы «Фойт» с максимальной скоростью 180 м/мин, обрезной шириной 2520 мм. Машина оборудована двумя напорными ящиками открытого типа и двумя сеточными столами (сетка № 28). На нижнем сеточном столе длиной 12 000 мм установлено 32 регистровых валика, 6 отсасывающих ящиков и отсасывающий гауч-вал. На верхнем сеточном столе длиной 10 500 мм установлено 30 регистровых валиков, 6 отсасывающих ящиков, отсасывающий гауч-вал.

При выработке черно-красной (желтой) двухслойной бумаги в напорный ящик верхней сетки подается масса концентрацией 0,25—0,30% из расчета отлива слоя бумаги с массой 1 м<sup>2</sup> 40 г, в напорный ящик нижней сетки — масса концентрацией 0,40—0,50% из расчета формования слоя бумаги с массой 1 м<sup>2</sup> 80 г.

Соединение слоев бумаги происходит на нижнем сеточном столе, на который удлиненной ветвью верхней сетки подается обезвоженное на отсасывающем гауч-прессе верхнее бумажное полотно. Двухслойное полотно бумаги проходит отсасывающий гауч-пресс нижней сетки и далее выработка бумаги проходит, как на обычной бумагоделательной машине. Поперечная усадка бумажного полотна в прессовой части составляет 1%, в сушильной 5%.

С целью достижения высоких качественных показателей все виды светонепроницаемой бумаги, особенно бумаги, предназначенной для упаковки фотобумаги, к которой предъявляются наиболее высокие требования по светонепроницаемости, плотности структуры, отсутствию сквозных отверстий и т. п., целесообразно изготавливать на аналогичной двухсеточной бумагоделательной машине.

При двухслойном отливе создаются благоприятные условия для достижения высоких светозащитных свойств бумаги, так как дефекты формования одного слоя бумаги могут быть устранены при соединении двух слоев. Ниже приведены нормы расхода сырья, химикатов и энергии на выработку 1 т светонепроницаемой бумаги:

	Бумага для упаковки	Бумага для защитных ракордов
Свежее волокно, кг . . . . .	1120	1023
Сажа газовая, кг . . . . .	100	100
Канифоль, кг . . . . .	7	5
Глинозем, кг . . . . .	24	25
Сода кальцинированная, кг . .	1,0	0,9
Краситель конго красный, кг .	—	6
Двуокись титана, кг . . . . .	—	70
Электроэнергия, кВт·ч . . . .	1190	1500
Пар, Гкал . . . . .	3,1	2,41

Для обработки бумаги-основы светонепроницаемой бумаги на клеильном прессе используют дисперсии газовой сажи с латексами стиролбутадиенового типа с содержанием твердых

веществ до 50%. Количество сажи составляет 1—2,5 части на 1 часть твердых веществ латекса и зависит от размера ее частиц. Чем крупнее частицы сажи, тем большее ее количество добавляют в покрывную массу. Достоинства этих дисперсий заключаются в высокой связующей способности латекса, стабильности дисперсии и хороших пленкообразующих свойствах.

Суперкаландрированную бумагу покрывают с одной стороны водной дисперсией, содержащей 15% сажи и 22% стиролбутадиенового сополимера в качестве связующего, затем во избежание прилипания бумагу покрывают 5%-ным спиртовым раствором этилцеллюлозы, содержащим 5% сажи. На другую сторону наносят прозрачные покрытия до и после печати [73].

### Бумага для наружной упаковки фотобумаги

В большинстве случаев фотобумагу упаковывают в два слоя—внутренний, светозащитный и наружный, предназначенный для защиты от повреждения светонепроницаемой упаковки и оформления этикетки.

Для наружных конвертов используется прочная бумага, пригодная для печати и автоматической упаковки. Применяются различные виды упаковочной бумаги с массой 1 м<sup>2</sup> 80—160 г (табл. 49).

Таблица 49

Характеристика бумаги для наружной упаковки фотобумаги

Наименование показателей	Бумага обычная	Бумага повышенной прочности	
		I	II
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	80—120	120—160	140—160
Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	0,6—0,8	0,9—1,0	0,8—0,9
Разрывная длина (средняя по двум направлениям), м	2000—2300	2500—3000	3000—4000
Сопротивление излому (среднее по двум направлениям число двойных перегибов)	8—20	30—100	100—500
Гладкость верхней стороны, с	20—50	100—250	50—100
Зольность, %	6—9	8—12	6—10
Проклейка, мм	0,75	1,5—2,0	2,0

В зависимости от размеров фотобумаги и условий упаковки (автоматическая, полуавтоматическая или ручная) требования к прочности бумаги для наружных конвертов различны. Бумага для конвертов больших размеров должна обладать более высокой прочностью. Так, для упаковки фотобумаги форматом 30×40 и 50×60 см должна использоваться бумага массой 140—160 г/м<sup>2</sup> с средней разрывной длиной (по двум направлениям) до 4000 м, изготовленная с применением в композиции прочной

небеленой сульфатной целлюлозы. Для конвертов меньшего размера используется бумага из беленых полуфабрикатов, хорошей гладкости, окрашенная в спокойные светлые тона. В композиции бумаги повышенной прочности желательное применение сульфатной беленой целлюлозы.

Размол полуфабрикатов для этих видов бумаги проводится на дисковых и конических мельницах в две ступени. Полуфабрикаты размалываются до 30—33° ШР, причем сульфитную и сульфатную целлюлозу наиболее целесообразно размалывать раздельно, но при содержании последней в композиции бумаги менее 30% возможен совместный размол.

С целью улучшения структуры бумаги и печатных свойств в ее композицию целесообразно вводить небольшое количество (10—15%) целлюлозы из лиственных пород древесины, а также наполнителя для достижения зольности 6—12%. Проклейка бумаги производится канифольным клеем обычным способом.

## **Глава IX. УПАКОВОЧНЫЕ КЛЕЕВЫЕ ЛЕНТЫ НА ОСНОВЕ БУМАГИ**

### **Виды и свойства клеевой ленты**

Клеевые ленты представляют собой гибкий материал типа бумаги, полимерной пленки, ткани и т. п., покрытый составами, проявляющими адгезионную способность после смачивания, раздельного или совместного воздействия давления и тепловой обработки, а также просто при создании контакта.

Клеевые ленты находят очень широкое применение для запечатывания картонных ящиков, коробок, мешков, пакетов и других таро-упаковочных изделий. Наиболее распространенный и дешевый вид упаковочных клеевых лент — ленты на бумажной основе. Для их изготовления применяются различные виды прочной бумаги, в основном из сульфатной небеленой целлюлозы, в том числе крепированная и микрокрепированная, армированная стеклянными, хлопчатобумажными, синтетическими и другими нитями, дублированная битумом или полимерными материалами.

Выпускаются бумажные клеевые ленты цвета естественного волокна и окрашенные. Последние используются и как средство для декоративного оформления упаковки [75]. В качестве клевого состава чаще всего применяется животный клей, адгезионная способность которого проявляется после смачивания водой. Пленка клея должна быть такой, чтобы при увлажнении она размягчалась не более чем на половину толщины, независимо от количества подведенной к ней воды. Однако клеевая лента должна достигать наибольшей клеящей способности при мини-

мальном увлажнении и обеспечивать при этом надежность заклейки.

Последнее свойство определяется при помощи прибора для испытания клеевой ленты, на котором определяется усилие, необходимое для нарушения силы сцепления ленты с приклеиваемым материалом. Клеевое покрытие из животного клея обычно составляет 20—30 г/м<sup>2</sup>.

Наиболее важным свойством клеевой ленты наряду с адгезией является высокая прочность, поскольку в процессе эксплуатации бумага зачастую подвергается воздействию больших напряжений, особенно при транспортировке картонных ящиков, в которые затарены тяжелые металлические детали (свыше 20 кг).

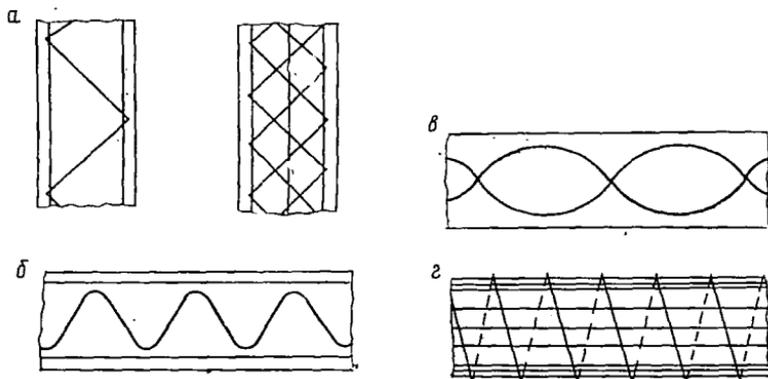


Рис. 64. Виды армирования клеевой ленты

Предложено немало способов, направленных на увеличение прочности бумажных клеевых лент, главным образом с помощью армирования их всевозможными нитями из искусственных или натуральных волокон, а также редкой тканью. Армирующие материалы вводятся непосредственно в клеевой слой или применяются в качестве промежуточного слоя дублированной бумаги-основы.

Известны самые разнообразные виды армирования клеевой ленты в машинном, поперечном или в обоих направлениях одновременно. К. Шмидт [76] изучал прочность следующих видов клеевой ленты, армированной текстильными нитями и стеклянной пряжей (рис. 64):

Ленты, армированной продольными нитями по краям и (для некоторого увеличения поперечной прочности) одной или несколькими перекрещивающимися зигзагообразно-диагональными нитями (рис. 64, а);

ленты, армированной продольными нитями по краям и синусоидальными нитями в средней части ленты (рис. 64, б);

ленты, армированной в продольном направлении двумя перекрещивающимися нитями в виде сдвинутых по фазе на  $180^\circ$  синусоидальных кривых (рис. 64, в);

ленты, упроченной продольными нитями и нитью, винтообразно обмотанной вокруг бумажной ленты и приклеенной к ней с обеих сторон; продольные прямые нити могут быть расположены на одной или обеих сторонах ленты (рис. 64, г).

Указанные способы направлены в первую очередь на увеличение продольной прочности упаковочной ленты, совпадающей с направлением волокон бумаги. Исследования показали, что все перечисленные разновидности армирования клеевой ленты позволили повысить ее прочность только в продольном направлении. В поперечном направлении достигалась лишь очень малая степень упрочения по сравнению с обычной клеевой лентой.

Для сравнения была изготовлена лента клеевая, армированная нитями, расположенными перпендикулярно длине ленты.

Наиболее подходящим материалом для поперечного армирования (в том числе и из экономических соображений) оказалась стеклянная пряжа. Использование такой ленты для обандероливания картонной тары значительно повышает надежность упаковки и лучше предохраняет товары от повреждений при транспортировке и в условиях складского хранения.

Использование армированной клеевой ленты позволяет надежно упаковывать очень тяжелые ящики, а для обычных ящиков использовать, например, две полоски вместо четырехшести, применяемых обычно.

Однако изготавливается армированная упаковочная лента еще сравнительно в небольшом количестве. Несколько большее распространение получили клеевые ленты на основе крепированной бумаги. Такая клеевая лента обладает повышенной гибкостью и эластичностью, высокой динамической прочностью. Клеевая лента, изготовленная на основе крепированной бумаги, способна выдерживать кратковременно большие нагрузки, толчки, так как при этом она растягивается, не успевая оборваться, и после освобождения от нагрузки стремится восстановить креп.

Значительно прочнее также клеевая лента на основе микрокрепированной бумаги. Это объясняется тем, что микрокрепированная бумага по сравнению с аналогичной некрепированной имеет повышенную растяжимость в поперечном и в 5—6 раз большую в машинном направлении. Клеевая лента из такой бумаги лучше выдерживает динамические нагрузки.

Для обандероливания картонных коробов с товарами повышенной влажности или предназначенных для хранения в условиях повышенной влажности применяется клеевая лента на основе дублированной битумом или полимерными материа-

лами бумаги. Для изготовления клеевой ленты чаще используется двухслойная дублированная битумом бумага с массой  $1 \text{ м}^2$  125 г. Каждый слой бумаги имеет массу  $45 \text{ г/м}^2$ , прослойка битума  $35 \text{ г/м}^2$ . На основе этой бумаги изготавливается клеевая лента массой 150—160  $\text{г/м}^2$ , толщиной около 170  $\text{мм}$ . Лента обладает высокими показателями прочности: разрывное усилие в машинном направлении равно 15  $\text{кгс}$ , в поперечном направлении 5—5,5  $\text{кгс}$ , растяжимость соответственно 2,2 и 5,0%, сопротивление раздиранию 45—50 и 65—70  $\text{гс}$ .

Дублированная клеевая лента выпускается также с наружным слоем из крепированной бумаги. Такая клеевая лента более гибкая и эластичная, чем обычная дублированная лента.

В тех случаях, когда к упаковочной ленте не предъявляются высокие требования по прочности, изготавливают ее на основе бумаги массой 25  $\text{г/м}^2$ . Например, двустороннюю термосвариваемую клеевую ленту [77; 78, с. 123] получают, пропитывая некондиционную конденсаторную бумагу раствором синтетического клея ПФЭ2/10 с добавкой канифоли, стеариновой кислоты и дибутилфталата. При этом получается тонкая, эластичная, достаточно прочная (разрывное усилие 3  $\text{кгс}$ ) лента. Канифоль вводится для уменьшения температуры склейки, стеариновая кислота — для исключения самоприклеивания в рулоне. При нагревании до  $100^\circ\text{C}$  склеивание происходит мгновенно.

На основе бумаги массой 25  $\text{г/м}^2$  из сульфатной целлюлозы с высокой степенью помола изготавливают также клеевые ленты, наносимые на одну из сторон бумаги костный клей в количестве 20—25  $\text{г/м}^2$ . К поверхности предметов лента приклеивается после увлажнения клеевого слоя. Во влажном состоянии лента сохраняет достаточную прочность и эластичность [79].

В патентной литературе предлагается широкий выбор клеевых лент на основе бумаги, которые приклеиваются при увлажнении [78, с. 125; 79, 80, 81, 82], при нагревании до определенной температуры [78, с. 123; 83, с. 88], под давлением [78, с. 125; 83, с. 89]; липкие ленты приклеиваются мгновенно при создании контакта [84, с. 156; 85, 86, 87].

Отличительная особенность липких клеевых лент — наличие вязкотекучего невысыхающего липкого покрытия на основе каучуков, которое при соприкосновении с поверхностью склеиваемого материала приклеивается при большем или меньшем давлении. Применение этих лент ускорило процесс упаковки и улучшило ее качество.

Имеется большое количество разновидностей липких лент, отличающихся способностью приклеиваться к поверхности различных материалов, температурным режимом эксплуатации, водостойкостью и т. п. Каждое из требуемых эксплуатационных свойств липкой ленты обеспечивается подбором соответствующей рецептуры покрытия. Исключением является адге-

зивность (липкость) ленты, которая в большинстве случаев имеет самостоятельное значение, независимо от других свойств. Очень высокой адгезивностью должна обладать лента, служащая для заклеивания швов картонных ящиков, бумажных мешков и т. п., поскольку места склеек у этой тары испытывают большие механические нагрузки [88, с. 170].

Для приклеивания термосвариваемых лент необходима высокая температура, около  $100^{\circ}\text{C}$ , поэтому по сравнению с другими видами лент они менее распространены и используются лишь в специальных случаях, когда другие виды лент не могут быть применимы. Изготовление лент, склеивание которых осуществляется при нагреве до определенной температуры, положило начало широкому использованию термосвариваемых упаковочных материалов, причем употреблявшиеся ранее смеси естественных смол, каучука, воска были заменены современными пластическими массами.

Английская фирма Sellotape Products Limited выпустила новую ленту с двусторонним покрытием (она известна под шифром 4406). Лента состоит из слегка крепированной бумаги, покрытой с двух сторон неотвержденным клеем. В качестве прокладочной при намотке ленты используется бумага с кремнийорганическими покрытиями. Лента легко схватывается и хорошо выдерживает высокую температуру, около  $100^{\circ}\text{C}$ . Толщина ленты 0,2 мм, удлинение при разрыве 14%, разрывное усилие при ширине 25 мм 9 кгс [85].

В тех случаях, когда клеевая лента используется для заклеивания подарочных коробок и пакетов небольших размеров, в качестве основы должна использоваться бумага из беленых полуфабрикатов, пригодная для печати ярких красочных этикеток.

## Технология бумаги-основы

Наиболее широкое применение нашла клеевая упаковочная лента, проявляющая клеящие свойства после смачивания водой, поэтому основное внимание при описании технологии уделено именно этому виду клеевой ленты.

Для всех видов клеевой упаковочной ленты — гладкой, армированной и дублированной — в качестве бумаги-основы используется обычно бумага из сульфатной небеленой целлюлозы. Выбор указанного сырья диктуется высокими требованиями к прочности клеевой ленты. Используется сульфатная небеленая целлюлоза жесткостью 120—140 перм. ед., разрывной длиной не менее 9000 м, сопротивлением излому свыше 3000 двойных перегибов, сопротивлением раздиранию 140—160 гс.

Отмечается [89], что введение небольшого количества (15—20%) соломенной целлюлозы в композицию бумаги-основы для клеевой ленты способствует улучшению структуры бумаж-

ного листа, снижению пористости при одновременном снижении требуемой степени размола целлюлозы. В процессе изготовления на такой бумаге-основе клеевой ленты, а также при повторном смачивании последней не наблюдается проникновения клея на обратную сторону листа.

Для изготовления упаковочной клеевой ленты применяется бумага массой 45—125 г/м<sup>2</sup>, имеющая высокую прочность на разрыв (разрывное усилие) (табл. 50).

Таблица 50

Технические требования к бумаге-основе для клеевой ленты [92]

Наименование показателей	Бумага однослойная		Бумага дублированная битумом
	I	II	
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	45	80	125
Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	0,58—0,68	0,55—0,65	—
Разрывное усилие, кгс, не менее:			
в машинном направлении	6,0	7,0	14,0
в поперечном направлении	3,0	4,5	5,0
Удлинение при разрыве в машинном направлении, %, не менее	—	1,8	2,3
Проклейка, м.м, не менее	1,5	1,5	—
Влажность, %	6—8	6—8	—

Растяжимость бумаги-основы оказывает большое влияние на работоспособность клеевой ленты, ее динамическую прочность. Известно, что на растяжимость бумаги влияют: применяемое сырье, длина волокна и сила межволоконных связей, характер и степень помола массы, характер добавок, вводимых в бумажную массу, режимы обезвоживания бумаги, степень натяжения сушильных сукон и бумажного полотна в сушильной части машины, а также температурный режим сушки [90, с. 208; 91, с. 6].

Установлено [90, с. 224], что растяжимость бумаги и сопротивление раздиранию находятся в прямой зависимости от усадки бумаги при сушке и возрастают в условиях сушки, не ограничивающей усадку. Если необходимо получить бумагу с высоким сопротивлением раздиранию и повышенной растяжимостью, не следует сильно натягивать сушильные сукна в зоне сушки, соответствующей сухости бумаги 60—85%. По величине сопротивления раздиранию можно в какой-то мере судить и о растяжимости бумаги. Поэтому величине показателя сопротивления раздиранию бумаги-основы для клеевой ленты придается большое значение, которая в машинном направлении бумаги должна быть не менее 120—140 гс.

Бумага-основа должна иметь достаточно плотную структуру и хорошую проклейку в связи с тем, что клеевое покрытие

тне наносится в основном из водных растворов и должно формироваться на поверхности бумаги, а не проникать в нее и на обратную сторону. Кроме того, в процессе эксплуатации клеевая лента смачивается водой, поэтому необходимо, чтобы бумага-основа обладала определенной степенью гидрофобности. Обычно бумага вырабатывается с проклейкой 1,5—2 мм. Размол сульфатной небеленой целлюлозы для бумаги-основы массой 80 г/м<sup>2</sup> производится до 28—36° ШР, как правило, сначала на гидрофайнерах при концентрации 3—3,5%, а затем на конических мельницах.

На некоторых предприятиях первая ступень размола осуществляется на последовательно работающих гидрофайнерах типа МЛ-02, вторая ступень — на конических мельницах РК-03, включенных последовательно и работающих с дросселированием массы.

На других предприятиях размол проводится последовательно на конических мельницах с наборной ножевой гарнитурой типов РК-03, МКН-04, работающих с рециркуляцией массы или дросселированием. Сухой оборотный брак, диспергированный в гидроразбивателе, подается в бассейн неразмолотой целлюлозы, откуда поступает на размол. Мокрый брак подается в переливной или смесительный бачок. Канифольный клей вводится в массу перед второй ступенью размола или в бассейн неразмолотой целлюлозы.

Размолотая масса через переливной бачок поступает в смесительный насос и далее на очистку в центрифугах и селективфайерах. Раствор глинозема в массу вводится перед смесительным насосом. Технологическая схема подготовки массы приведена на рис. 65.

Вырабатывают бумагу на обычных плоскосеточных машинах при скорости 100—200 м/мин. На одном из предприятий бумагу изготовляют на бумагоделательной машине шириной 2520 мм с максимальной скоростью 250 м/мин.

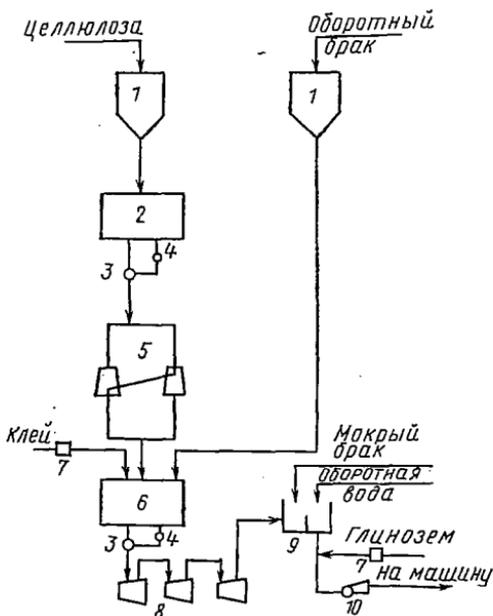


Рис. 65. Технологическая схема подготовки массы для бумаги-основы клеевой ленты:

1 — гидроразбиватели; 2 — массный бассейн; 3 — насос; 4 — регулятор концентрации; 5 — гидрофайнеры; 6 — промежуточный бассейн; 7 — дозаторы; 8 — конические мельницы; 9 — переливной бачок; 10 — смесительный насос

Машина оборудована напорным ящиком высокого напора открытого типа. Сеточный стол машины (сетка № 28) оборудован 16 регистровыми валиками, 7 отсасывающими ящиками, двухкамерным отсасывающим гауч-валом. В прессовой части установлены один отсасывающий и два обычных прямых прессы. Сушильная часть состоит из четырех групп, включающих 17 бумагосушильных цилиндров диаметром 1500 мм. Машина имеет накат Попе.

Основные параметры технологического режима выработки бумаги массой 80 г/м<sup>2</sup> на бумагоделательной машине следующие:

Скорость машины, м/мин . . . . .	130—140
Концентрация массы в напорном ящике, % . . . . .	0,3—0,4
Высота напора массы при выходе на сетку, мм . . . . .	270—350
Режим тряски сеточного стола:	
число колебаний в минуту . . . . .	220—230
амплитуда колебаний грудного вала, мм . . . . .	11—13
Вакуум в камере отсасывающего гауч-вала, мм рт. ст.	200—230
Удельное давление прессования, кгс/см <sup>2</sup> , на прессах:	
первом . . . . .	1,4
втором . . . . .	4,4
третьем . . . . .	4,4
Сухость бумажного полотна после прессовой части, % . . . . .	30—32
Давление пара, поступающего на сушку, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	2,7
Температура сушильных цилиндров, °С:	
первой группы . . . . .	40—66
второй группы . . . . .	70—82
третьей группы . . . . .	81—108
четвертой группы . . . . .	114—87
Температура холодильного цилиндра, °С . . . . .	15—18
Поперечная усадка бумаги при сушке, % . . . . .	3—5

При выработке бумаги-основы массой 45 г/м<sup>2</sup> обычно применяется схема подготовки массы, аналогичная приведенной выше; целлюлоза размалывается до 30—40° ШР. Бумага изготавливается в большинстве случаев на бумагоделательных машинах, оборудованных наряду с обычными сушильными цилиндрами лощильным цилиндром типа «Янки», или на бумагоделательных машинах типа «Янки» с досушивающими цилиндрами.

На одном из предприятий лощильный цилиндр снабжен крепящим шабером, установленным под углом 30° к поверхности цилиндра. При крепировании бумаги сухостью 75—85% получается достаточно мелкий креп, пригодный для получения крепированной клеевой ленты.

Радикальным способом повышения растяжимости бумаги для клеевой ленты является микрокрепирование бумаги. Сущность микрокрепирования заключается в том, что влажное бумажное полотно в сушильной части бумагоделательной машины сначала вытягивается, а потом принудительно получает усадку, вследствие чего приобретает микрокреп, а следова-

тельно, и повышенную растяжимость. По внешнему виду бумага почти не отличается от обычной некрепированной, но имеет не только высокую растяжимость, но и высокое сопротивление раздиранию, хорошо сопротивляется ударам и другим динамическим нагрузкам.

Наибольшее распространение получил метод микрокрепирования, разработанный Клупаком и подробно описанный в работах [90, с. 210; 93; 94, с. 79; 95, с. 77; 96]. При микрокрепировании бумаги массой 45 и 80 г/м<sup>2</sup> из сульфатной небеленой целлюлозы значительно повысились растяжимость в машинном направлении и сопротивление раздиранию в поперечном направлении при некотором, уменьшении прочности на разрыв (табл. 51) [91, с. 38].

Таблица 51

Сравнительная характеристика бумаги до и после микрокрепирования

Наименование показателей	Бумага I		Бумага II	
	до микрокрепирования	после микрокрепирования	до микрокрепирования	после микрокрепирования
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	81,3	88,4	45,8	49,9
Разрывное усилие, кгс:				
в машинном направлении	11,0	8,6	7,1	6,2
в поперечном направлении	4,7	4,1	2,6	2,4
Удлинение при разрыве, %:				
в машинном направлении	2,2	12,6	2,3	15,4
в поперечном направлении	4,2	4,5	4,1	4,3
Сопротивление раздиранию, гс:				
в машинном направлении	85	94	36—40	38—47
в поперечном направлении	94	123	45—53	65—70
Сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	3,3	3,4	2,0	2,2
Воздухопроницаемость, мл/мин	250	262	250	270

Разработан способ получения бумаги с повышенной растяжимостью в обоих направлениях, заключающийся в обработке бумаги жидким аммиаком [93]. После такой обработки бумага имеет растяжимость в машинном направлении 4—5%, в поперечном 6—7%; при повторной обработке эти величины могут быть значительно повышены.

При этом способе повышения растяжимости бумаги не наблюдается снижения ее прочности на разрыв, а сопротивления продавливанию и раздиранию даже возрастают.

Разработан способ получения бумаги с повышенной растяжимостью [97, с. 401], сущность которого состоит в том, что поступающее с цилиндров предварительной сушки бумажное полотно подвергается сушке в свободном (без натяжения)

состоянии до содержания сухих веществ от 45 до 85%, а затем досушивается обычным способом на цилиндрах. Сушка без натяжения проводится в специальных многоэтажных сушильных устройствах конструкции фирмы «Флект-фабрикен» горячим воздухом, продуваемым через отверстия особого профиля.

Благодаря специальной воздуходувной системе полотно бумаги поддерживается во взвешенном состоянии. Воздуходувки расположены группами, и нагревающие элементы размещены таким образом, чтобы воздух симметрично поступал с двух сторон сушильного устройства. Возникающие благодаря этому боковые силы обуславливают самоцентрирование бумажного полотна. Применение указанных сушилок позволяет повысить растяжимость бумаги в поперечном направлении до 8—10%, а в машинном до 4—5%.

Эксплуатационные свойства клеевой ленты могут быть значительно улучшены также обычным крепированием бумаги, осуществляемым либо на бумагоделательных машинах при помощи шабера, установленного на лоцильном цилиндре, или в прессовой части, либо на специальных установках с крепяющим цилиндром (см. рис. 60).

Как уже указывалось, для изготовления клеевых лент, прочных в условиях повышенной влажности, используется бумага-основа, дублированная битумом или полимерными материалами. В качестве основы для дублирования используется бумага массой 45 г/м<sup>2</sup>, технические показатели которой приведены в табл. 50.

Бумага дублируется битумом марки БН-IV с температурой размягчения 70—80°С (по методу «кольцо и шар»). Для повышения липкости и эластичности в битум иногда добавляют низкомолекулярный полиэтилен или сополимер этилена с винилацетатом. Дублирование должно быть равномерным, соединение

Таблица 52

Технологические и экономические показатели производства бумаги-основы для клеевой ленты

Наименование показателей	Бумага массой, г/м <sup>2</sup>	
	45	80
Нормы расхода на 1 т бумаги:		
свежего волокна, кг	1058—1063	1070
канифоли, кг	6,6—7,5	6,6—7,0
глинозема, кг	17—50	20—35
сода кальцинированной, кг	0,9	0,7—2,0
электроэнергии, кВт·ч	1120—1186	722—1200
пара, Гкал	2,8—2,9	2,9—3,0
Удельный съем бумаги с сеточного стода, кг/ч·м <sup>2</sup>	27—40	47

слоев прочным, не допускающим расслаивания. Соседние слои дублированной бумаги не должны склеиваться. Масса битума должна быть 20—40 г/м<sup>2</sup>.

Технология и схема производства дублированной бумаги приведены в главе VII (см. рис. 58 и 59).

Технологические и экономические показатели производства бумаги-основы для клеевой ленты приведены в табл. 52.

## Технология клеевой ленты

Важнейшими компонентами для изготовления клеевых составов являются: животный клей (мездровый и костный), декстрин, казеин, гуммиарабик, поливинилацетатная эмульсия и рыбий клей. Для снижения хрупкости покрытия и уменьшения скручиваемости клеевой ленты обычно добавляют пластификаторы — глюкозу, крахмальную патоку, глицерин, мочевины. Особенно эффективным пластификатором является мочевина. Для повышения клеящей способности покрытия вводятся агенты набухания — бура, хлорид кальция или натрия, роданистые соли и смачивающие средства (для повышения способности покрытия увлажняться) — ализариновое масло, спирт, глицерин, сорбит [80]. В случае необходимости вводятся в качестве антисептиков и консервантов бисульфит натрия, формалин и др.

Для изготовления клеевых лент с высокой прочностью приклейки применяется главным образом костный клей. Приготовление клея осуществляется в эмульгаторе с мешалкой, куда должна подаваться холодная или слегка нагретая вода. Затем при непрерывном помешивании загружается животный клей в количестве, необходимом для получения концентрации 40—45%, размешивается до получения однородной массы, после чего температура повышается до 55—70°С и размешивание продолжается до полного растворения клея. Затем в клей при перемешивании вводятся необходимые добавки — 5—7% глицерина (или ксилитана), 0,5% формалина. Готовый клей фильтруется и подается в расходные емкости, имеющие подогревающие элементы.

Процесс нанесения клеевого покрытия сравнительно прост и осуществляется на машинах, оборудованных клеенаносящим устройством и канальной или фестонной сушильной частью.

Клеевая секция предназначена для равномерного одностороннего нанесения клея на поверхность бумаги. Она состоит из закрепленных на общей станине клеевой ванны с обогревом и наносного устройства, состоящего из двух или трех валиков, из которых один (нижний) погружен в ванну с клеевым составом.

Толщина клеевого покрытия регулируется путем изменения зазора между валиками. Сушка бумаги осуществляется в фестонных или канальных сушилках, иногда на горячем цилиндре. При использовании фестонных сушилок рекомендуется поддер-

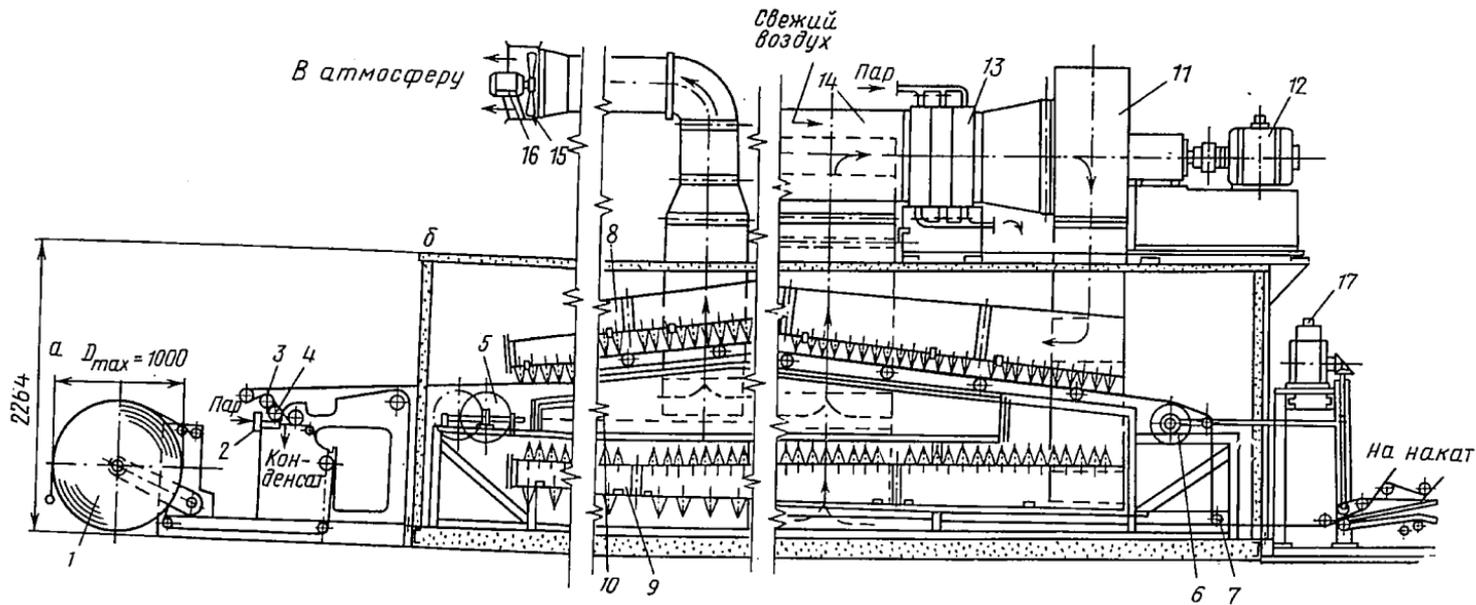


Рис. 66. Схема машины для производства клеевой ленты:

*a* — раскат; *б* — сушильная камера; 1 — бумага-основа; 2 — ванна для клея; 3, 4 — верхний и нижний клеенаносные валики; 5 — барабан натяжной; 6 — барабан приводной; 7 — правильный валик; 8 — камера верхнего обдува; 9 — камера нижнего обдува; 10 — камера забора воздуха; 11 — вентилятор подачи воздуха; 12 — электродвигатель; 13 — калориферы; 14 — смесительная камера; 15 — вентилятор выброса воздуха; 16 — электродвигатель к нему; 17 — главный привод

живать температуру воздуха 45—55° С, относительную влажность 50—60% во избежание скручиваемости бумаги. В канальных сушилках температура воздуха изменяется с 80—90° С в начале сушки до 100—120° С в конце. На рис. 66 приводится схема машины, установленной на одном из предприятий [98].

Машины для изготовления клеевой ленты имеют рабочую скорость от 20 до 60 м/мин; температура клеевого состава изменяется от 40 до 70° С в зависимости от его композиции, наносимого клеевого покрытия составляет 20—40 г в зависимости от назначения бумаги, влажность готовой клеевой ленты должна быть 5—7%. Как уже указывалось, клеевая лента, как и другие виды бумаги с односторонним покрытием, имеет повышенную склон-

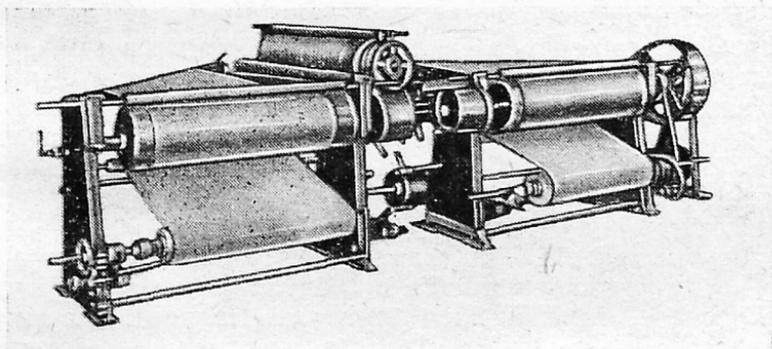


Рис. 67. Станок для перемотки бумаги с клеевым покрытием с целью устранения ее скручиваемости

ность к скручиванию, особенно при нарушении режима сушки. Добавка пластификаторов в клеевые составы (глицерина, сорбита и др.) уменьшает склонность к скручиванию, но не устраняет ее полностью.

Наиболее эффективный метод устранения скручиваемости клеевой ленты — перемотка ее на специальном станке, проходя через который она несколько раз перегибается через штангу под углом 45° (рис. 67). При этом одновременно на поверхности клеевого покрытия создаются микроскопические трещинки, за счет которых повышается способность клеевой поверхности адсорбировать воду [90, с. 409].

Запатентован [81] способ получения клеевой ленты, не поддающейся короблению, заключающийся в нанесении на бумажную основу тонкого слоя, состоящего из связующего, не обладающего клейкими свойствами в сухом состоянии и практически нерастворимого в воде, и мелкодисперсных частиц гидротропного вещества, практически нерастворимого в связующем. При смачивании покрытия водой гидротропные частицы растворяются и активизируют клеящую способность связующего. В качестве связующего используют полиметилвиниловые эфиры,

натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы и др., в качестве растворителей — различные спирты и смесь спирта с толуолом; в качестве гидротропных веществ применяют твердый измельченный NaOH или мочевины.

Для изготовления клеевой ленты с пониженной склонностью к скручиванию применяется также электростатический метод нанесения составов [99]. Для этого готовится порошкообразная смесь клеящих веществ (животного клея, декстрина) и связующих (например, канифоли). Покрытие бумаги осуществляется путем осаждения клеевой смеси электростатическим методом при прохождении бумаги через камеру с сильным электростатическим полем. Для уплотнения и закрепления покрытия бумагу пропускают через вальцовый пресс, а затем подогревают до температуры, достаточной для расплавления покрытия.

Другой способ закрепления покрытия состоит в том, что бумагу пропускают через закрытую камеру, заполненную парами растворителя связующего. Клеящие вещества при этом не должны растворяться. В обоих случаях на бумаге образуется пленка, сплошная или в виде сетки, прочно закрепленная на поверхности бумаги.

При изменении относительной влажности воздуха пленка может растягиваться или сокращаться аналогично бумаге-основе. Для повышения мягкости и гибкости в смесь клеящих веществ перед ее измельчением добавляют твердый пластификатор, способный измельчаться вместе с другими компонентами.

Особые требования предъявляются к упаковке и хранению клеевой ленты. Во избежание самосклеивания бобины клеевой ленты должны изготавливаться с влажностью 5—7%, упаковываться в водонепроницаемую бумагу и храниться в помещениях с температурой воздуха не выше 22—23°С и относительной влажностью около 50%. Клеевая лента, сильно увлажненная при хранении, теряет клеящую способность.

В процессе эксплуатации клеевой ленты также большое внимание должно уделяться условиям и степени ее увлажнения. Для увлажнения следует применять теплую или нагретую до 70°С воду. Однако при использовании ленты в холодном помещении лучше применять воду с температурой 20—25°С, так как при использовании более теплой воды в этих условиях снижается скорость приклеивания и сила адгезии.

Отрицательное влияние на процесс активизации клеевого покрытия оказывает повышенная жесткость воды, поэтому жесткую воду следует предварительно умягчать. Увлажнение должно быть достаточным и равномерным для быстрого набухания клеевого слоя. Однако излишнее количество воды может привести к промоканию клеевой ленты и изделия, к которому она приклеивается, что значительно замедлит процесс склеивания и в конечном итоге может привести к неудовлетворительной адгезии ленты и запечатываемого изделия [100].

Назначение и свойства бумаги

Шпагатная бумага применяется для изготовления бумажного шпагата, предназначенного для упаковки промышленных товаров, пакетов розничной торговли, пакетов издательской продукции (газет, журналов, книг) и т. д.

Бумажный шпагат изготавливают скручиванием увлажненных до 35—40% полосок бумаги шириной 20—40 мм на крутильных шпагатных машинах с последующей сушкой в виде бобин при температуре 42—45°С (табл. 53).

Таблица 53

Характеристика бумажного шпагата

Наименование показателей	Нормы для шпагата		
	1	2	3
Количество лент	Не менее 4	Не менее 2	1
Диаметр, мм	3,5—4,5	2,0—3,5	2,0—3,5
Разрывное усилие, кгс, не менее	23	18	15
Число кручений на 1 м	44—56	44—56	44—56
Влажность, %, не более	22	22	22

Шпагат изготавливается цвета естественного волокна сульфатной небеленой целлюлозы или окрашенным. Разрывное усилие шпагата определяется на разрывной машине типа РП-100 при длине образца между зажимами 180 мм.

Основные эксплуатационные свойства шпагата — высокая механическая прочность в сухом и увлажненном состоянии и эластичность, достаточная для закрепления упаковок с помощью узла.

Качество шпагата в значительной степени определяется свойствами исходной бумаги-основы. В соответствии с установленными требованиями шпагатная бумага должна иметь следующие технические показатели:

Масса 1 м <sup>2</sup> , г . . . . .	40±5
Толщина, мм, не более . . . . .	65
Разрывное усилие в машинном направлении, кгс, не менее:	
в сухом состоянии . . . . .	6,0
после погружения в воду с $t=20\pm 1^\circ\text{C}$ на 1 мин и удаления избытка воды . . . . .	0,5
Растяжимость в машинном направлении, %, не менее . . . . .	1,8
Влажность, % . . . . .	7—10

Как следует из приведенных данных, шпагатная бумага должна иметь наряду с высокой прочностью на разрыв в машинном направлении в сухом состоянии достаточную влагопрочность. Повышенная влагопрочность необходима не только для улучшения эксплуатационных свойств шпагата, но и в связи с тем, что при скручивании бумаги в процессе изготовления шпагата производится ее увлажнение с целью улучшения пластичности и повышения качества крутки. Увлажняется бумага до влажности 35—40% водой, иногда с добавкой 0,05% щелочи или 4% глицерина. Влагопрочность бумаги должна быть достаточной для обеспечения безобрывной работы крутильных машин, кроме того, бумага должна обладать способностью впитывать воду или пластифицирующие водные растворы.

### Технология бумаги

Вышензложенные требования к шпагатной бумаге определяют и технологию ее производства.

В качестве волокнистого сырья для этого вида бумаги применяется главным образом прочная сульфатная небеленая целлюлоза из хвойных пород древесины, имеющая разрывную длину не менее 10 000 м.

При использовании в композиции шпагатной бумаги сульфатной целлюлозы из березовой древесины в количестве 100 и 50% также были получены положительные результаты. Было установлено, что при одинаковой степени помола сульфатная целлюлоза из березовой древесины почти не отличается по прочности на разрыв от сосновой, а при высоких степенях помола (около 70° ШР) она приближается к сосновой по прочности на излом и сопротивлению продавливанию [101, с. 42—48].

При одинаковой продолжительности размола березовая сульфатная целлюлоза приобретает более высокое сопротивление разрыву, чем сосновая. Так, при размоле в течение 70 мин сосновая целлюлоза достигает степени помола 41,5° ШР, а березовая — почти 60° ШР. Разрывная длина отливок целлюлозы при этом составляет для сосновой 8870 м, для березовой 8960 м; объемная масса — соответственно 0,81 и 0,87 г/см<sup>3</sup>, т. е. из березовой целлюлозы образуется более плотный и прочный лист.

В ГДР в композицию шпагатной бумаги добавляется 25% березовой сульфатной целлюлозы, благодаря чему облегчается размол волокна, улучшается листообразующая способность массы, повышаются прочность и плотность бумаги и равномерность ее структуры.

В СССР для изготовления шпагатной бумаги используется жесткая сульфатная небеленая целлюлоза из хвойной древесины со степенью делигнификации 23—34.

Приведем технологию бумаги на одном из предприятий.

Целлюлоза размалывается до 35—40° ШР при концентрации 3—3,5% на установке непрерывного действия, работающей по следующей схеме: гидрофайнер МЛ-02 — коническая мельница РК-03 — гидрофайнер МЛ-01 — коническая мельница РК-03 — коническая мельница РК-01.

В случае выработки влагопрочной бумаги в массу перед смесительным насосом вводится раствор меламина-формальдегидной смолы в количестве 2—3% от массы волокна [22, с. 218—220].

Размолотая масса подается в сдвоенный машинный бассейн, а из него в ящик постоянного напора, куда поступает также регистровая вода. Разбавление массы происходит в трубопроводе перед смесительным насосом, количество массы и воды регулируется при помощи задвижек.

Разбавленная масса очищается на центриклинерах и узлоловителе УЗ-02.

Вырабатывается бумага на плоскосеточной многоцилиндровой бумагоделательной машине шириной 2040 мм, максимальная скорость по приводу 140 м/мин. Сеточный стол машины консольного типа имеет обычную конструкцию, оборудован регистровыми валиками, отсасывающими ящиками и отсасывающим гауч-валом. Прессовая часть состоит из трех простых прессов с пневматическим прижимом валов, из которых первый и второй — прямые, а третий — обратный.

Сушильная часть машины включает 13 бумагосушильных цилиндров, разделенных на шесть сушильных групп по сукнам. Машина оборудована пятивальным каландром и периферическим накатом.

При выработке шпагатной бумаги на бумагоделательной машине выбирается оптимальный коэффициент истечения массы для увеличения продольной ориентации волокна с целью повышения прочности бумаги в машинном направлении.

Обычно при выработке большинства видов бумаги рекомендуется возможно больше приблизить скорость массы, поступающей на сетку бумагоделательной машины, к скорости сетки. Считается, что наиболее удовлетворительное формование происходит при коэффициенте отставания скорости массы от скорости сетки 0,94—0,98.

Для формования шпагатной бумаги характерно несколько большее, чем обычно, отставание скорости массы от скорости сетки.

Особенностью выработки влагопрочной шпагатной бумаги на машине является повышение температуры нескольких сушильных цилиндров во второй половине сушильной части до 120—125° С, чтобы создать более благоприятные условия для поликонденсации меламина-формальдегидной смолы и достижения более высокой влагопрочности бумаги.

Параметры технологического процесса выработки шпагатной бумаги массой  $40 \text{ г/м}^2$  на бумагоделательной машине следующие:

Скорость машины, <i>м/мин</i> . . . . .	110
Концентрация массы, поступающей на сетку, % . . . . .	0,35—0,40
Высота папора, <i>мм</i> . . . . .	170—180
Режим тряски сеточного стола:	
число колебаний в минуту . . . . .	290
амплитуда колебаний грудного вала, <i>мм</i> . . . . .	5—6
Сухость бумажного полотна, %:	
после отсасывающего вала . . . . .	14—15
после I пресса . . . . .	29—30
после II пресса . . . . .	32—34
после III пресса . . . . .	33—35

Температура сушильных цилиндров повышается постепенно с 50—60 на первом до 100 или 120°С (при выработке влагопрочной бумаги) ко второй трети сушки, после чего снова понижается до 80°С. Сушка ведется при хорошо натянутых сушильных сукнах, поперечная усадка бумажного полотна при сушке составляет 5—6%.

Удельный съем бумаги с сеточного стола  $37 \text{ кг/ч} \cdot \text{м}^2$ , удельный съем воды с рабочей поверхности сушильных цилиндров  $16 \text{ кг/ч} \cdot \text{м}^2$ . Удельные нормы расхода на 1 т шпагатной бумаги с массой  $1 \text{ м}^2 40 \text{ г}$ : свежего волокна 1070 кг, пара 2,88 Гкал, электроэнергии 1248 кВт·ч.

Иногда для изготовления шпагата используется не специальная бумага, а другие виды прочной бумаги из сульфатной небеленой целлюлозы, например некондиционная кабельная бумага.

## ОБЕРТОЧНО-УПАКОВОЧНАЯ БУМАГА

### Глава XI. ОБЕРТОЧНО-УПАКОВОЧНАЯ БУМАГА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

#### Виды и свойства бумаги

Оберточно-упаковочная бумага предназначена для завертывания и упаковки различных продуктов и изделий с целью предохранения их от загрязнения, повреждения и воздействия других вредных факторов, а также удобства при транспортировке. Различают оберточную бумагу общего назначения и оберточную бумагу специального назначения. Кроме того, в категорию оберточно-упаковочных бумаг переводится часто некондиционная бумага: мешочная, конденсаторная, различные виды писчепечатной, этикеточной и др.

Оберточная бумага общего назначения выпускается массой от 20 до 160 г/м<sup>2</sup> и находит широкое применение в народном хозяйстве. Она используется как для завертывания штучных товаров и упаковки различных технических изделий и товаров народного потребления, так и для изготовления пакетов разного назначения.

Основные виды оберточной бумаги общего назначения можно подразделить на следующие три группы:

1. Высокопрочная оберточно-упаковочная бумага для наружной, в том числе групповой, упаковки товаров.

2. Бумага для упаковки и расфасовки пищевых продуктов и промышленных товаров в пакеты, конверты и т. п.

3. Оберточно-упаковочная бумага из отходов сортирования целлюлозного производства и вторичного сырья, предназначенная для упаковки промышленных изделий и товаров (кроме пищевых), например рулонов бумаги, хозяйственных товаров, изделий полиграфической промышленности, канцелярских товаров и др.

Технические свойства различных видов высокопрочной бумаги приведены в табл. 54.

Высокопрочная бумага массой 60—120 г/м<sup>2</sup> применяется для упаковки тяжелых предметов: книг, почтовых посылок,

Характеристика высокопрочной оберточной бумаги

Композиция по волокну, %		Масса 1 м <sup>2</sup> , г	Толщина, мм	Растяжимость в машинном направлении, %	Разрывная длина в машинном направлении, м	Абсолютное сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	Проклейка, мм
небеленая сульфатная целлюлоза	беленая или полубеленая сульфатная целлюлоза						
Бумага обычная							
100	—	60—65	95—100	2,2—2,4	8400—8750	1,7—1,8	1,5—1,75
100	—	70—75	115—130	3,2—4,1	8100—9550	2,8—3,1	1,5—1,75
—	100	70—75	100—115	3,1—4,4	6650—8850	1,9—2,6	1,0—1,5
100	—	70—80	110—140	2,0—3,4	7450—9200	2,2—2,8	2,0
100	—	90	130—150	2,2—3,6	5700—6350	2,9—3,5	0,5
100	—	130	250—260	2,0—2,5	5000—5200	2,7—2,8	2,0
Бумага микрокрепированная							
100	—	60—65	90—110	8,9—9,3	5650—6660	2,6—2,7	1,5—1,75
100	—	70—75	95—115	9,8—10,5	5750—6450	2,7—3,2	1,5—2,0
—	100	70—80	110—120	9,8—10,0	4620—6700	2,7—3,5	1,5—2,0
100	—	80—90	120—140	9,8—10,0	5400—6700	3,1—4,3	1,5—2,0
100	—	110—115	150—170	10,0—11,0	5000—5100	5,4—5,6	1,5—1,75

бандеролей, различных металлических деталей, текстильных (рулоны ткани), скобяных и других изделий. Она используется также для изготовления пакетов емкостью 3 кг и более, например для упаковки овощей. В последние годы она широко используется для групповой упаковки товаров при транспортировании взамен ранее применяемых картонных коробок [1, с. 50].

Разработана система объединения картонных коробок, консервных банок и прямоугольных пакетов в единый грузовой пакет при помощи одного слоя высокопрочной оберточной бумаги.

Размеры пакета  $1220 \times 560 \times 305$  мм. Такая упаковка более экономична и удобна при транспортировке [2, с. 112].

В СССР разработаны автоматы групповой упаковки, для работы которых необходима высокопрочная, хорошо проклеенная бумага массой 120—140 г/м<sup>2</sup>.

Бумага второй группы, характеристика которой приведена в табл. 55, широко используется для изготовления пакетов различных размеров и конструкций для упаковки самых разнообразных товаров, в первую очередь пищевых продуктов. Пакеты изготавливаются иногда с внутренними влаго- и жиронепроницаемыми вкладышами из пергаменты или бумаги с покрытиями. Пакеты новейших конструкций хорошо штабелируются, обладают индивидуальной устойчивостью и в то же время их удобно объединять в групповые упаковки.

Пакеты для сыпучих продуктов выпускаются различных размеров и видов, в основном с замковым дном. Дно этих пакетов склеивается в виде конверта, при чем при развертывании пакета дно становится плоским. Обычная вместимость пакета — от 0,125 до 3 кг продукта. В небольшом количестве выпускаются пакеты емкостью до 1 кг с тройной фальцовкой боковых стенок. При заполнении продуктом эти пакеты принимают прямоугольную форму [3, с. 12].

Пакеты в виде конверта для упаковки галантерейных товаров (трикотажа, сорочек) изготавливаются из бумаги массой от 25 до 80 г/м<sup>2</sup>.

Тонкая оберточная бумага с хорошим внешним видом необходима также для заворачивания штучных товаров и продуктов питания в розничной торговле.

Тонкая мягкая бумага массой 20—40 г/м<sup>2</sup> используется в качестве прокладочной при упаковке в картонную и другую тару художественного и тонкостенного фарфора, хрустальных, стеклянных и ювелирных изделий, а также изделий из лакированной кожи, замши, цветного и белого шевро, модельной обуви и др.

Оберточная бумага из низкогокачественного сырья (табл. 56) применяется для упаковки различных промышленных (непищевых) товаров и технических изделий.

Бумага массой 120—160 г/м<sup>2</sup> используется для упаковки рулонов бумаги и других крупных и громоздких изделий.

Характеристика бумаги для упаковки пищевых продуктов и промышленных товаров

Композиция по волокну, %					Масса 1 м <sup>2</sup> , г	Толщина, мм	Растяжимость, %		Разрывная длина, м		Абсолютное сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	Проклейка, мм	Гладкость одной стороны, с
целлюлоза сульфатная		целлюлоза сульфитная		белая древесная масса			в машинном направлении	в поперечном направлении	в машинном направлении	в поперечном направлении			
небеленая	беленая	небеленая	беленая										
—	—	40	—	60	15	40—42	1,6	3,0	—	—	0,03	0,25	300—350
—	—	100	—	—	20—25	38—46	1,0—1,1	1,0—1,2	5900—6500	2500—2600	0,03—0,09	0,25	450—600
—	—	100	—	—	22	35—40	2,0	1,0	8250	3360	0	Нет	30
—	—	—	100	—	25	60—65	—	—	3500	—	—	—	—
—	—	—	100	—	30	48—51	—	—	5400	2360	0,23	0,25	400—550
100	—	—	—	—	35	60—65	2,0	—	7950	—	0,76	Нет	—
—	—	80	—	20	35	63—65	1,7	2,0	5220	4370	0,43	0,25	170—200
—	—	100	—	—	40	63—65	—	—	7290	4500	0,92	0,25	250—300
100	—	—	—	—	45—50	90—100	2,2—2,7	2,0—3,4	8200—10 300	3600—4700	1,3—1,7	1,0—1,25	30—50
—	—	—	—	—	45—50	60—75	0,5—1,1	1,4—1,8	5100—6 700	2900—3250	1,0—1,4	1,5—2,0	310—550
100	—	—	—	—	40—50	60—80	2,0—3,0	4,0—4,8	8300—10 000	3700—5200	1,0—1,75	Нет	—
—	100	—	—	—	40—45	50—60	2,0—3,0	—	6500—8 100	—	0,6—1,4	0,75—1,0	—
—	—	100	—	—	50	65—70	2,0	2,5	6950	4350	0,96	Нет	200—370
—	—	20	—	80	50	100	2,0	2,0	4970	2940	0,22	0,25	80—180
100	—	—	—	—	60—70	85—110	2,0—2,8	3,6—4,2	8000—10 000	5300—6100	2,0—3,2	1,0—1,5	—
—	100	—	—	—	65	80—85	2,5—2,7	—	8650	—	1,7—1,9	1,25	—
—	—	100	—	—	70—80	100—130	1,1—1,4	2,1—2,4	4000—5 000	1930—2300	0,9—1,2	0,5—1,0	50—60
—	—	70	—	30	80—95	120—140	1,5—2,0	2,0—2,5	3700—4 030	1850—2100	0,80—1,1	1,5	40—70

Характеристика оберточной бумаги из отходов целлюлозного производства и вторичного сырья

Наименование показателей	№ образцов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Композиция по волокну, %:								
сучковая целлюлоза, непровар, отходы тонкого сортирования	60—70	60—100	100	—	—	100	100	60—100
белая древесная масса	40—30	40—0	—	—	—	—	—	40—0
макулатура	—	—	—	100	100	—	—	—
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	45—55	65—70	80	70—80	90—100	90—100	120—130	150—160
Растяжимость, %:								
в машинном направлении	1,1—1,5	1,2—1,4	1,4—2,1	1,5—1,8	1,4—1,7	1,4—1,7	1,3—1,6	1,6—1,7
в поперечном направлении	1,2—2,2	1,6—2,1	2,6—3,6	2,0—2,2	2,4—2,6	2,2—2,7	2,0—2,3	2,3—2,8
Разрывная длина, м:								
в машинном направлении	1700—2160	3100—3500	5200	2900—3550	2700—3700	3000—3900	2580—3440	2680—3830
в поперечном направлении	900—1220	1400—1750	3800	1200—3000	1300—1600	1480—2100	1120—1440	1420—2090
Абсолютное сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	0,33	0,52—1,0	2,74	0,29—0,66	0,62—0,96	0,65—1,32	0,9—1,05	1,45—1,85
Проклейка, мм	0,25—0,5	0,25—1,0	2,0	1,5—2,0	1,75—2,0	1,0—2,0	2,0	2,0

Технические требования, предъявляемые к различным видам оберточно-упаковочной бумаги, определяются ее назначением. Общими требованиями для большинства видов оберточной бумаги являются достаточно высокая механическая прочность и устойчивость к увлажнению. Прочность бумаги должна обеспечивать бесперебойную работу пакетоделательных и расфасовочных автоматов, а также целостность упаковки при транспортировке и хранении товаров.

Для характеристики механической прочности бумаги приняты показатели сопротивления продавливанию и прочности на разрыв. В некоторых случаях дополнительно регламентируется показатель сопротивления раздиранию.

Для высокопрочной упаковочной бумаги весьма желательна повышенная растяжимость, достигаемая путем специальных обработок (микротрепированием, крепированием, сушкой в свободном состоянии и др.), так как она улучшает эксплуатационные свойства бумаги и устойчивость в условиях динамических нагрузок.

Степень проклейки характеризуется штриховым методом или односторонней впитываемостью по методу Кобба.

К бумаге для упаковки пищевых продуктов предъявляются высокие требования санитарно-гигиенического характера. Она не должна оказывать на продукты отрицательного воздействия, не должна придавать им запах, менять вкусовые качества и другие свойства. Поэтому она должна вырабатываться из сырьевых материалов, разрешенных органами здравоохранения для контакта с пищевыми продуктами.

## Высокопрочная оберточно-упаковочная бумага

### *Подготовка массы*

Производство высокопрочной оберточной бумаги совмещается часто с производством мешочной бумаги. Для изготовления этого вида оберточной бумаги используется в основном небеленая сульфатная целлюлоза разной степени провара, преимущественно жесткая хвойная сульфатная целлюлоза, характеризующаяся следующими показателями:

Степень делигнификации . . . . .	30—50
Содержание лигнина, % . . . . .	5—8
Содержание пентозанов, % . . . . .	8—10
Механическая прочность при степени помола 60° ШР и массе отливка 100 г/м <sup>2</sup> :	
разрывная длина, м . . . . .	≥ 10 000
сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup> . . . . .	≥ 7,0
сопротивление раздиранию, гс . . . . .	≥ 120

Возможно также использование в композиции бумаги без ухудшения ее свойств до 20% небеленой сульфатной целлюлозы

из лиственной древесины, особенно березовой, имеющей высокую механическую прочность.

Для получения оберточной бумаги высокой механической прочности требуется 2—3-ступенчатый размол волокнистых полуфабрикатов на аппаратах рафинирующего и расчесывающего действия, при котором волокна не претерпевают значительного укорочения, но хорошо фибриллируются, гидратируются для образования прочного бумажного полотна. Широкое распространение получили конические мельницы с литой ножевой гарнитурой — гидрофайнеры. Они могут применяться на первой и второй ступенях размола.

Чаще всего при двухступенчатой схеме размола целлюлозы гидрофайнеры используют на первой ступени, а на второй ступени применяют конические мельницы Жордана с наборной ножевой гарнитурой. В последнее время вместо конических мельниц, особенно для размола крафт-целлюлозы, в том числе содержащей сучки и непровар, все шире применяют дисковые рафинеры. Они используются на первой и даже на второй ступени размола целлюлозы. Дисковые рафинеры хорошо рафинируют и фибриллируют волокно при сохранении длины, благодаря чему повышаются прочностные свойства бумаги, особенно сопротивление раздиранию, излому и растяжимость при низкой степени помола. Полученная масса хорошо обезвоживается на сетке бумагоделательной машины.

На рис. 68 приведена схема подготовки бумажной массы для высокопрочной оберточной бумаги. Целлюлоза размалывается на первой ступени — в гидрофайнерах МЛ-05 при концентрации 3%, на второй — на конических мельницах МКН. Перед бумагоделательной машиной установлена домальывающая коническая мельница МКН.

Канифольный клей в количестве 0,4—0,5% от волокна и оборотный брак подаются через дозаторы в бассейн неразмолотой целлюлозы. Разбавляется масса оборотной водой до концентрации 0,3—0,4% в смесительном ящике; туда же добавляются квасцы в количестве 3% от массы волокна.

Очистка массы от посторонних включений и узелков осуществляется на вихревых очистителях и узлоловителях закрытого типа.

В последнее время для размола бумажной массы на первой и второй ступенях, а иногда и в качестве домальывающего агрегата применяются дисковые рафинеры.

Принципиальная схема такой системы подготовки массы приведена на рис. 69.

Целлюлоза, предварительно очищенная на центриклинерах от тяжелых посторонних включений, сгущается и аккумулируется в приемном бассейне. Размол массы осуществляется непрерывным способом в две ступени на дисковых рафинерах Сутерленда при концентрации 3,9—4,1% до 24—26° ШР. На второй

ступени размола иногда устанавливают конические мельницы.

Перед бумагоделательной машиной для выравнивания и дополнительного размола массы установлен дисковый рафинер.

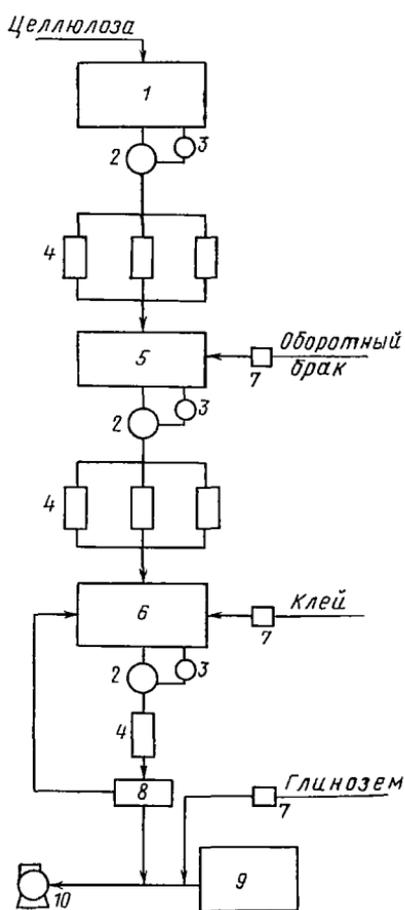
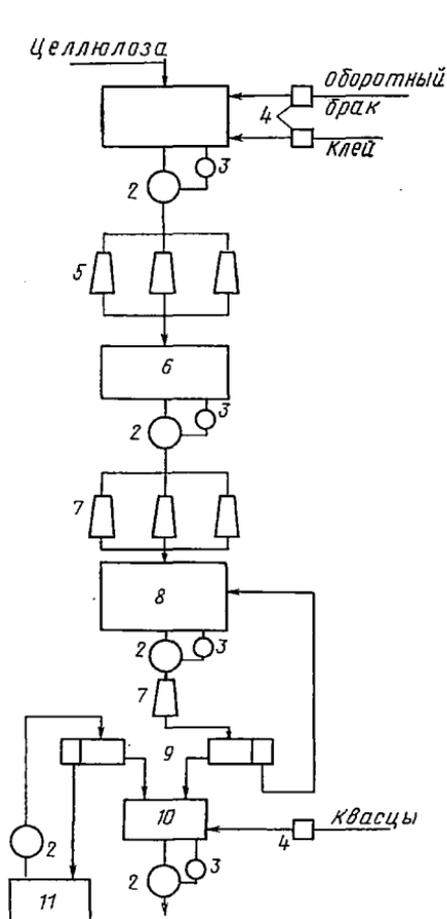


Рис. 68. Схема подготовки бумажной массы для высокопрочной оберточной бумаги:

1 — приемный бассейн; 2 — насосы; 3 — регулятор концентрации; 4 — дозаторы; 5 — гидрофаинеры; 6 — промежуточный бассейн; 7 — конические мельницы Жордана; 8 — машинный бассейн; 9 — переливные бачки; 10 — смесительный ящик; 11 — сборник оборотной воды

Рис. 69. Схема подготовки бумажной массы для высокопрочной оберточной бумаги:

1 — приемный бассейн; 2 — насосы; 3 — регуляторы концентрации; 4 — дисковые рафинеры; 5 — промежуточный бассейн; 6 — машинный бассейн; 7 — дозаторы; 8 — напорный массный бачок; 9 — сборник оборотной воды; 10 — смесительный насос

Оборотный брак, канифольный клей и глинозем подаются в массу через дозаторы: обратный брак — в промежуточный бассейн, канифольный клей — в машинный бассейн, глинозем — в смесительный насос при разбавлении массы оборотной водой. После размола масса очищается на центрискринях. Ниже при-

ведена степень помола массы при выработке бумаги разной массы  $1 \text{ м}^2$ :

Масса $1 \text{ м}^2$ , г . . . . .	60—80	90—110	120—140
Степень помола, °ШР, после размола:			
I ступени . . . . .	18—20	18—20	17—19
II ступени . . . . .	26—30	24—26	20—22
дополнительного . . . . .	45—55	40—45	25—30

Для проклейки бумаги на разных предприятиях используются различные виды клея: канифольно-парафиновый концентрацией 35—40 г/л; бурый клей концентрацией 28—35 г/л; белый клей концентрацией 22—25 г/л; клей лековый концентрацией 30—40 г/л, получаемый из кубового остатка после вакуумной перегонки таллового масла.

### *Изготовление бумаги на бумагоделательной машине*

Оберточно-упаковочную бумагу из сульфатной небеленой целлюлозы вырабатывают на широких быстроходных машинах производительностью до 420 т в сутки при рабочей скорости 400—750 м/мин; рабочая ширина этих машин составляет от 4,2 до 6,3 м. Иногда используют и более тихоходные и узкие машины, работающие на скорости 100—200 м/мин, особенно на небольших старых предприятиях. Например, на одном из предприятий бумагоделательная машина для выработки высокопрочной оберточной бумаги имеет производительность 85—90 т в сутки; обрезная ширина бумаги 4200 мм, рабочая скорость 190—200 м/мин. Машина оборудована ящиком высокого напора с воздушной подушкой и перфорированными валиками для диспергирования волокнистой суспензии. Сеточный стол — горизонтальный, выдвижной, длиной 10 500 мм, шириной 4520 мм, имеет 24 регистровых валика диаметром 130 мм, шесть отсасывающих ящиков, отсасывающий гауч-вал диаметром 760 мм с верхним обрезненным валом, три прямых мокрых пресса, из которых два — с нижними отсасывающими валами. Сушильная часть машины состоит из предварительной части, имеющей в своем составе восемь сушильных цилиндров диаметром 1,5 м, одного лощильного цилиндра диаметром 4200 мм, трех досушивающих цилиндров и одного холодильного. Накат — периферического типа с пневматическим прижимом рулона к цилиндру.

Технологические параметры работы бумагоделательной машины при выработке бумаги массой 80 г/м<sup>2</sup> следующие:

Концентрация массы в напорном ящике, % . . . . .	0,3—0,4
Степень помола массы в напорном ящике, °ШР . . . . .	45—55
Массовый показатель длины волокна, дг . . . . .	95—110
pH подсеточной воды . . . . .	5,5—6,0

Сухость бумаги, %:	
после отсасывающих ящиков . . . . .	10—11
после гауч-вала . . . . .	14—18
после I пресса . . . . .	23—26
после II пресса . . . . .	27—28
после III пресса . . . . .	29—30
перед лощильным цилиндром . . . . .	55—60
после лощильного цилиндра . . . . .	85—88
на накате . . . . .	92—91

Новая бумагоделательная машина для выработки высокопрочной оберточной бумаги имеет производительность 320 т в сутки, обрезная ширина бумаги на накате 6300 мм, рабочая скорость 550 м/мин. Машина оборудована напорным ящиком закрытого типа с воздушной подушкой и перфорированными валиками. Сеточный стол — горизонтальный выдвижной, оборудованный грудным валом диаметром 890 мм, формирующей доской и 19 регистровыми валиками. Десять регистровых валиков облицованы резиной твердостью 0 пунктов по Пуссей-Джонсу, и у пяти из них имеется спиральная нарезка для замедления обезвоживания.

Между регистровыми валиками для устранения провисания сетки и заброса воды центробежной силой на соседний валик установлены опорные планки — 14 двойных и одна оди-нарная.

Для улучшения обезвоживания массы взамен части регистровых валиков установлены два мокрых отсасывающих ящика шириной 700 мм, поверхность которых покрыта робалитом, и три гидрофойла шириной 600 мм, в каждом ящике по шесть пластин с керамической облицовкой.

Машина имеет восемь отсасывающих ящиков шириной 400 мм, гауч-пресс с нижним двухкамерным отсасывающим валом консольного типа диаметром 1300 мм. Машина оборудована пересасывающим устройством для передачи бумажного полотна с сетки в прессовую часть.

Прессовая часть состоит из трех прямых прессов, из которых два с нижними отсасывающими валами с диаметром отверстий 4 мм, облицованными резиной твердостью 35 пунктов по Пуссей-Джонсу; верхние валы — чугунные, обрешиненные. Третий пресс — конструкции «Вента-нип».

Сушильная часть машины состоит из 55 сушильных цилиндров диаметром 1500 мм, одного холодильного и четырех сукносушильных цилиндров и подразделяется на восемь сушильных групп. Первая группа, включающая 15 сушильных и четыре сукносушильных цилиндра, снабжена сушильным сукном, остальные семь групп — сушильными сетками. После 22-го сушильного цилиндра установлены колпаки скоростной сушки. Сушильные цилиндры оборудованы шаберами с принудительным приводом возвратно-поступательного движения.

Между третьей и четвертой сушильными группами может быть установлено устройство для микрокрепирования бумаги при влажности 55—65%.

Машина имеет двухвальный каландр, накат периферического типа с пневматическим управлением.

## **Бумага для упаковки и расфасовки пищевых продуктов и промышленных товаров**

### *Волокнистые полуфабрикаты*

Для производства оберточно-упаковочной бумаги этой группы, включающей очень большой ассортимент бумаги для упаковки разнообразных товаров, используются самые различные волокнистые полуфабрикаты, полученные из древесного сырья и однолетних растений.

Более высококачественные и прочные, а также тонкие виды бумаги (15—30 г/м<sup>2</sup>) изготавливаются из хвойной целлюлозы, небеленой или различной степени отбели, хорошо очищенной от сора, иногда с добавкой целлюлозы лиственных пород, реже — небольших количеств древесной массы.

Бумага средней прочности с хорошим внешним видом изготавливается из различных видов беленой, полубеленой и небеленой целлюлозы различного выхода, полуцеллюлозы и древесной массы. Перечисленные полуфабрикаты могут сочетаться при изготовлении бумаги в разных соотношениях в зависимости от вида бумаги и ее назначения.

Большое внимание уделяется использованию для производства данного вида бумаги полуфабрикатов повышенного и высокого выхода, а также прочных полуфабрикатов из лиственных пород древесины. Установлено, что целлюлоза с выходом до 75% из хвойных пород древесины, полученная различными модификациями ступенчатых сульфитных варок, может найти широкое применение в производстве оберточно-упаковочной бумаги как в чистом виде, так и в смеси с древесной массой [4, с. 6].

Характеристика небеленой целлюлозы из еловой древесины, полученной двухступенчатым способом сульфитной варки с применением в первой ступени моносulfита натрия, во второй — водного раствора SO<sub>2</sub>, приведена в табл. 57.

Из табл. 57 следует, что целлюлоза, полученная двухступенчатым сульфитным способом, обладает высокой прочностью на разрыв и пониженным сопротивлением раздиранию. Результаты испытания оберточной бумаги, выработанной из этой целлюлозы, приведены в табл. 58.

Применение небеленой целлюлозы повышенного выхода вместо обычной сульфитной небеленой целлюлозы для изготовления оберточно-упаковочной бумаги вполне целесообразно, так

## Характеристика небеленой целлюлозы из еловой древесины

Наименование показателей	Выход целлюлозы по варке, %			
	62	65	69	74
Содержание непровара, %	0,3	0,6	1,2	2,8
Степень делигнификации	35	60	67	94
Содержание лигнина (по Кёнигу), %	6,4	11,0	12,3	17,2
Содержание пентозанов, %	5,8	6,5	5,5	5,4
Белизна (по лейкометру), %	56	54	52	54
Механическая прочность при 60° ШР и массе отливок 100 г/м <sup>2</sup> :				
разрывная длина, м . . . . .	9500	9600	10 800	10 900
сопротивление излому (число двойных перегибов)	3400	3200	2200	1300
сопротивление раздиранию, гс	80	75	65	60
сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	5,5	6,0	6,5	6,3

Таблица 58

## Характеристика оберточной бумаги из сульфитной целлюлозы повышенного выхода

Наименование показателей	Оберточная бумага массой 1 м <sup>2</sup> , г	
	55	100
Композиция по волокну, %:		
целлюлоза с выходом 69%	100	—
целлюлоза с выходом 74%	—	30
белая древесная масса	—	70
Степень помола, °ШР	28	—
Разрывная длина (в среднем по двум направлениям), м	6060	2000
Абсолютное сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	1,4	0,6
Сопротивление излому (в среднем по двум направлениям), число двойных перегибов	400	4
Сопротивление раздиранию (в среднем по двум направлениям), гс	31	43
Зольность, %	Без наполнителя	6,0

как получается бумага достаточно хорошего качества при меньших удельных расходах древесины и энергии на размол (целлюлоза легко размалывается).

В производстве оберточной бумаги находит применение также магний-бисульфитная целлюлоза высокого выхода (ЦВВ) из хвойных и лиственных пород древесины. Из табл. 59 следует, что бисульфитная ЦВВ имеет достаточно высокие показатели механической прочности.

Таблица 59

Характеристика небеленой бисульфитной ЦВВ

Наименование показателей	Бисульфитная целлюлоза высокого выхода	
	из еловой и сосновой древесины	из березовой и осинновой древесины
Выход по варке, %	64,5—67,5	65,0—66,0
Содержание лигнина, %	16,0—17,5	8,5—12,0
Механическая прочность при 60° ШР и массе отливок 100 г/м <sup>2</sup> :		
разрывная длина, м	7000—9000	7000—8000
сопротивление излому (число двойных перегибов)	2000—3000	300—1000
сопротивление раздиранию, гс	100—125	90—100
сопротивление продавливанию, кгс/см <sup>2</sup>	5,0—8,0	4,0—5,0

Опыт работы промышленности по применению бисульфитной ЦВВ показывает, что для получения достаточно равномерно проваренного полуфабриката из смеси различных пород древесины, хорошо разделяющегося на волокна при полумасном размоле, необходимо правильно подобрать оптимальный режим варки и породный состав древесного сырья.

При неправильном подборе режима и состава древесного сырья в массе после варки остается непроваренная, недостаточно размягченная щепка, которая при полумасном размоле не разделяется на волокна, а образует крупную костру, напоминающую по внешнему виду измельченную древесину. Эта костра не разрабатывается даже в процессе массного размола и поэтому резко ухудшает внешний вид бумаги, кроме того, при значительном ее содержании снижается прочность бумаги на излом.

В бисульфитной ЦВВ содержится вредная смола, поэтому при использовании этого полуфабриката требуется применение вспомогательных химических веществ для устранения смоляных затруднений [5, с. 174].

### Подготовка массы

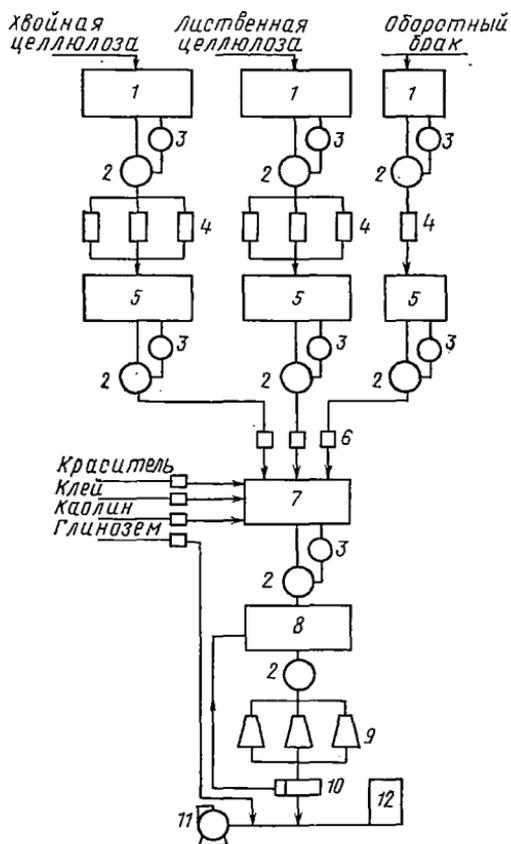
Принципиальная схема подготовки бумажной массы при изготовлении бумаги из двух волокнистых полуфабрикатов (в соотношении, близком 1 : 1), например из обычной целлюлозы или

целлюлозы высокого выхода из хвойных и лиственных пород древесины, приведена на рис. 70.

Целлюлозу, поступающую жидким потоком с целлюлозного завода или после роспуска в гидроразбивателе, аккумулируют в приемных бассейнах 1 неразмолотой целлюлозы. Размол волокнистых полуфабрикатов проводят в две ступени.

На первой ступени все волокнистые компоненты подвергают раздельному размолу на дисковых рафинерах 4 (или гидрофайнерах), затем их смешивают в требуемой пропорции в массном бассейне 7, куда поступают также оборотный брак и химкаты. Подготовленная бумажная масса перекачивается в машинный бассейн 8, откуда насосом подается на вторую ступень размола в конические мельницы 9 и далее на машину. Степень помола массы для различных видов оберточной бумаги из целлюлозы приведена ниже:

Масса 1 м <sup>2</sup> бумаги, г . . . . .	30—40	50—60	70—80
Степень помола, °ШР, после размола:			
I ступени . . . . .	25—27	23—25	21—22
II ступени . . . . .	35—40	30—35	27—33
дополнительного . . . . .	45—50	40—45	35—40



В случае выработки оберточной бумаги из смеси целлюлозы и древесной массы используется чаще небеленая сульфитная или полубеленая целлюлоза. Ввиду того что значительную часть композиции (30—60%) в этом случае составляет коротковолокнистая древесная масса, имеющая сравнительно высокую степень помола, а целлюлоза играет роль силового каркаса, она подвергается незначительному раз-

Рис. 70. Принципиальная схема подготовки бумажной массы из двух видов целлюлозы:

1 — приемные бассейны; 2 — насосы; 3 — регуляторы концентрации; 4 — дисковые рафинеры; 5 — промежуточные бассейны; 6 — магнитные расходомеры; 7 — массный бассейн; 8 — машинный бассейн; 9 — мельницы Жордана; 10 — переливной бак; 11 — смесительный насос; 12 — сборник оборотной воды

молу, до 20—30° ШР. Интенсивность размола целлюлозы увеличивают при повышении ее содержания в композиции бумаги. На рис. 71 приведена схема подготовки массы для бумаги с древесной массой.

Целлюлозная масса (с целлюлозного завода или после роспуска в гидроразбивателях) поступает в бассейн неразмолотой целлюлозы. Отсюда она через регулятор концентрации подается на дисковые рафинеры или гидратирующие конические мельницы, а затем поступает в промежуточный бассейн.

По такой же схеме размалывается и сухой оборотный брак, предварительно подвергнутый обработке в гидроразбивателе. В качестве размалывающих аппаратов для оборотного брака рекомендуют применять энтштиппер, дисковый рафинер или гидрофайнер.

Товарную древесную массу сначала диспергируют в гидроразбивателе, а затем желательно подвергнуть ее рафинирующему размолу на энтштипперах, дисковых или конических рафинерах с целью полного расщепления пучков.

Подготовленные таким образом волокнистые компоненты направляют через регулятор композиции в массный бассейн, куда непрерывно подаются химикаты для проклейки, наполнения и окраски бумаги.

Серноокислый глинозем обычно вводят в массу во всасывающем патрубке смесительного насоса. Бумажную массу дополнительно размалывают на конических мельницах и затем подают в машинный бассейн. Мельницы могут быть установлены и непосредственно перед бумагоделательной машиной. Уловленное волокно с ловушек может быть направлено в промежуточный бассейн оборотного брака.

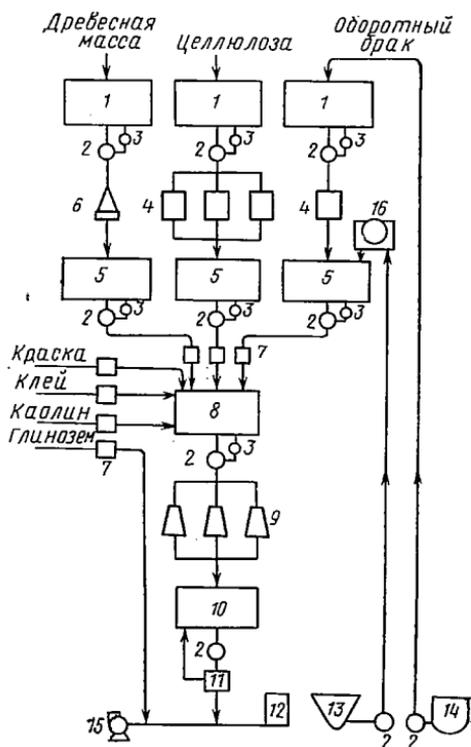


Рис. 71. Схема подготовки массы для бумаги с древесной массой:

1 — приемные бассейны; 2 — насосы; 3 — регуляторы концентрации; 4 — дисковые рафинеры; 5 — промежуточные бассейны; 6 — энтштиппер; 7 — магнитные расходомеры; 8 — массный бассейн; 9 — мельницы Жордана; 10 — машинный бассейн; 11 — переливной бачок; 12 — сборник оборотной воды; 13 — мешалка для брака от гауч-пресса; 14 — гидроразбиватель оборотного брака; 15 — смесительный насос; 16 — сгуститель

На небольших предприятиях применяется упрощенная схема подготовки бумажной массы. Иногда целлюлоза и древесная масса в определенных соотношениях смешиваются в гидроразбивателе и подвергаются совместному одно- или двухступенчатому размолу на конических мельницах. На одном из предприятий при выработке оберточно-упаковочной бумаги массой  $85 \text{ г/м}^2$  для текстильных изделий, в композицию которой входит 70% сульфитной небеленой целлюлозы и 30% белой древесной массы, целлюлоза размалывается при концентрации 2,5—2,8% на последовательно включенных конических мельницах до 28—32° ШР. Размолотая целлюлоза, древесная масса, каолин, канифольный клей, сернокислый глинозем, краситель подаются в восьмикомпонентный составитель композиции, после которого масса поступает в машинный бассейн. Степень помола массы в машинном бассейне 40—48° ШР. Полиакриламид подается перед поступлением массы на бумагоделательную машину. Химикаты применяются в виде растворов и дисперсий концентрацией ( $\text{г/л}$ ): бурый канифольный клей 18—20, сернокислый глинозем 80—90, каолиновая суспензия 180—200, краситель 3—4, полиакриламид — 2.

На другом предприятии при производстве этого же вида бумаги требуемую волокнистую композицию составляют при загрузке товарных полуфабрикатов в гидроразбиватель. Подготовленная волокнистая суспензия концентрацией 2,5—3% аккумулируется в промежуточном бассейне, из которого подается на размол. Размол производится до 30—35° ШР в двух последовательно установленных конических мельницах РК-01.

На 1 т бумаги для упаковки текстильных изделий расходуется ( $\text{кг}$ ): волокна 1013—1020, канифоли 15—17, сернокислого глинозема 34—47, каолина 80—150, полиакриламида 0,25, красителя 0,2—2,0.

### *Изготовление бумаги на бумагоделательной машине*

Тонкую оберточную бумагу массой 25—60  $\text{г/м}^2$  изготавливают в основном на самосъемочных машинах с закрытой сушильной частью. Бумажное полотно автоматически снимается с сетки съемным шерстяным сукном, надетым на верхний вал гауча или пересасывающий вал, проводится через зазор первого пресса и передается большому сушильному цилиндру, работающему без сукна, к которому бумажное полотно прижимается одним или двумя прижимными валами.

Самосъемочные машины для выработки оберточной бумаги односторонней гладкости строятся в настоящее время шириной до 6—7 м на рабочую скорость 400—600 м/мин и часто снабжаются досушивающей частью.

Краткая техническая характеристика современной машины для выработки тонкой оберточной бумаги односторонней глад-

кости: обрезающая ширина бумаги на накате 4200 мм, скорость по приводу 600 м/мин, максимальная рабочая скорость 450 м/мин, производительность при выработке бумаги массой 35 г/м<sup>2</sup> 50 т в сутки.

Машина оборудована напорным ящиком закрытого типа с воздушной подушкой, в котором для диспергирования волокнистой суспензии установлены перфорированные валики диаметром 250 мм с живым сечением отверстий 36% у входа в основную полость напорного ящика и 52% — в потоке массы, ближе к ее выходу на сетку. Постоянный уровень массы в напорном ящике — 245 мм над днищем основной полости.

Для предотвращения пенообразования поверхность массы орошается водяной пылью через головки пеногасителей.

Машина имеет горизонтальный сеточный стол выдвижного типа длиной 13 м, оснащенный формующим ящиком шириной 570 мм, 19 регистровыми валиками, из которых пять желобчатых с кольцевыми канавками в резиновом покрытии, 18 дефлекторами; пятью отсасывающими ящиками шириной 290 мм, из которых два с резиновым покрытием, остальные — с пластинами из карбида кремния; гауч-вал — отсасывающий, диаметром 1000 мм, имеет перфорированную бронзовую рубашку, камеру с одной зоной отсоса; ширина зоны — 180 мм.

Прессовая часть машины состоит из одного прямого пресса с нижним отсасывающим обрезающим валом диаметром 850 мм и верхним обрезающим валом диаметром 800 мм, съемного вала диаметром 700 мм, снимающего полотно бумаги с сетки на самоеежное сукно; двух сукносьемочных отсасывающих прессов, обеспечивающих промывку самоеежного сукна и сукна отсасывающего пресса. Для промывки под высоким давлением (60 кгс/см<sup>2</sup>) отверстий отсасывающих прессовых валов имеются spryski высокого давления, которые установлены в ваннах отсасывающих прессов.

Для сушки и лощения бумаги имеется сушильный лощильный цилиндр диаметром 4250 мм с двумя прижимными отсасывающими валами диаметром 850 мм, подобными нижнему отсасывающему валу первого пресса.

Для сбора воды, оставшейся в отверстиях отсасывающих прижимных валов, и для предохранения бумажного полотна от попадания на него посторонних предметов установлена ванна под каждым валом.

Для очистки лощильного цилиндра с зеркальной поверхностью от пыли имеются два шабера — съемный и очистной. Оба шабера совершают возвратно-поступательное движение вдоль оси цилиндра.

Над сушильным цилиндром установлен колпак скоростной сушки, состоящий из четырех зон обдува полотна, расположенных по ходу движения бумаги. Угол охвата цилиндра колпаком 238°, угол охвата сушильного цилиндра одной зоной 46°.

Машина имеет накат периферического типа с пневматическим прижимом рулона к цилиндру наката. Машина оборудована автоматической контрольно-измерительной и регулирующей аппаратурой.

Масса концентрацией 3% из машинного бассейна подается центробежным насосом в ящик постоянного напора. Избыток массы из ящика возвращается в машинный бассейн. Для предотвращения разбавления массы в машинном бассейне и насыщения ее воздухом за счет перелива на трубопроводе подачи массы в ящике постоянного напора устанавливается регулирующая заслонка, предназначенная для поддержания уровня в ящике ниже верха переливной перегородки.

Масса из ящика постоянного напора самотеком под гидростатическим напором поступает во всасывающую линию центробежного смесительного насоса I степени разбавления, где она разбавляется оборотной регистровой водой до концентрации 0,6% и подается на очистку в вихревые конические очистители. Очищенная масса разбавляется оборотной регистровой водой до концентрации 0,4% в смесительном насосе II степени разбавления, очищается от узелков и пучков волокон в узлоловителе закрытого типа и подается в напорный ящик бумагоделательной машины. Отходы от узлоловителя закрытого типа поступают на плоскую вибрационную сортировку. Очищенная масса направляется на установку для переработки мокрого брака, а отходы сбрасываются в канализацию.

Отходы от первой степени вихревых очистителей после разбавления поступают на вторую степень очистки. Очищенную массу направляют во всасывающую линию смесительного насоса I степени разбавления, а отходы разбавляют оборотной водой в сборнике отходов и подают на III степень вихревых конических очистителей. Очищенная масса после III степени подается на II степень очистки на вихревых очистителях, а отходы сбрасываются в канализацию.

Основные параметры работы машины следующие:

Скорость машины, <i>м/мин</i> . . . . .	300
Концентрация массы в напорном ящике, % . . . . .	0,3—0,5
Сухость полотна бумаги, %:	
после гауч-вала . . . . .	15—18
после пресса . . . . .	22—25
после прижимных валов . . . . .	40—45
на накате . . . . .	92
Линейное давление, <i>кг/см</i> :	
между валами пресса . . . . .	50
между прижимными валами и сушильным цилиндром . . . . .	80
Удельный расход пара на сушку, <i>Гкал/т</i> . . . . .	1,78
Удельный расход свежей воды при использовании осветленной воды, <i>м<sup>3</sup>/т</i> . . . . .	70
Съем бумаги с 1-м <sup>2</sup> площади сеточного стола, <i>кг/ч</i> . . . . .	41,5
Съем воды (средний) с 1 м <sup>2</sup> полезной поверхности сушильного цилиндра, <i>кг/ч</i> . . . . .	70

## Некоторые параметры процесса изготовления оберточной бумаги

Наименование параметров	Предприятия				
	1	2	3	4	5
<b>Основные характеристики бумагоделательной машины</b>					
Рабочая скорость <i>м/мин</i>	—	90—105	200	120—130	65
Обрезная ширина бумаги, <i>мм</i>	2850	2000	4200	2200	2140
<b>Основные характеристики бумаги</b>					
Масса 1 <i>м<sup>2</sup></i> , <i>г</i>	85	85	35—40	50	70
Композиция по волокну, %:					
целлюлоза сульфитная небеленая	70	70	—	75	100
древесная масса	30	30	—	25	—
беленая целлюлоза	—	—	100	—	—
<b>Основные параметры технологического процесса</b>					
Степень помола массы (в машинном бассейне), °ШР	40—48	42—50	40—50	27—30	25—30
Концентрация массы в напорном ящике, %	0,70—0,80	0,70—0,85	0,35—0,45	0,45—0,55	0,50—0,60
Режим тряски сеточного стола:					
амплитуда, <i>мм</i>	—	9—12	—	8—10	—
число колебаний в минуту	—	200—300	—	160—170	—
Сухость полотна бумаги, %:					
после гауч-пресса	20	19	18—20	16—17	16—18
после I пресса	28	25	20—25	26—28	32—36
после II пресса	30	30	—	31—32	—
после III пресса	32	35	—	34—36	—
после IV пресса	—	38	—	—	—
после прижимных валов лоцильного цилиндра	—	—	40—45	—	—

Наименование параметров	Предприятия				
	1	2	3	4	5
Температура сушильных цилиндров, °С	С 1-го по 4-й цилиндр повышается с 70 до 105° С; с 5-го по 8-й 110—115° С; с 9-го по 17-й понижается до 90° С	С 1-го по 12-й цилиндр повышается до 70° С; с 13-го по 21-й 115—120° С; с 21-го понижается до 80° С	100—125	С 1-го по 6-й цилиндр повышается с 50 до 95° С; с 7-го по 12-й 105—120° С; с 13-го понижается до 90° С	100—120

Для изготовления бумаги односторонней гладкости используют и более узкие, менее быстроходные самосъемочные машины, работающие на скоростях 100—150 м/мин.

Для выработки сравнительно тонкой оберточной целлюлозной бумаги массой 20—40 г/м<sup>2</sup> из волокна средней степени помола применяются также длинносеточные машины обычного типа шириной 3—5 м, рабочей скоростью до 500 м/мин, оборудованные вакуум-пересасывающими устройствами, тремя прямыми прессами, первые два из которых отсасывающие, и сравнительно короткой сушильной частью.

Для получения бумаги односторонней гладкости перед последней сушильной группой устанавливают большой гладильный цилиндр с колпаком скоростной сушки. Машины оборудуются каландрами.

Бумага массой более 60 г/м<sup>2</sup>, в том числе содержащая древесную массу, вырабатывается на обычных столовых бумагоделательных машинах. Новые машины строят шириной 4,2 м, с максимальной скоростью 400 м/мин. Они снабжены мощным сеточным столом с семью-восемью отсасывающими ящиками, вакуум-пересасывающим устройством, двухкамерным гауч-валом, прессовой частью, состоящей из двух или трех отсасывающих прессов, мощной сушильной частью с группировкой по пять-шесть цилиндров в одном сукне.

Машины этого типа не имеют трясочного устройства и ровнителя. Часто для выработки этих видов бумаги используют и более узкие менее быстроходные машины. Некоторые параметры работы этих машин при выработке различных видов оберточно-упаковочной бумаги приведены в табл. 60.

Отлив оберточно-упаковочной бумаги производится на сетках № 26 и № 28 полусаржевого переплетения.

## Оберточно-упаковочная бумага из отходов целлюлозного производства и вторичного сырья

Значительная часть оберточной бумаги изготавливается из низкокачественного сырья, в частности из сучковой целлюлозы и других отходов сортирования, поступающих жидким потоком с целлюлозного завода и прошедших предварительную обработку на размалывающих аппаратах, или товарной целлюлозы аналогичного типа. Широко применяется макулатура, содержащая промышленные отходы кабельной, мешочной и других видов бумаги из сульфатной небеленой целлюлозы; все виды оберточно-упаковочной, коробочной и других видов бумаги от распаковки промышленных изделий и продовольственных товаров в торгово-промышленных предприятиях и учреждениях; мешки от распаковки пищевых и сельскохозяйственных продуктов, промышленных изделий и химикатов, изготовленные из непропитанной и обработанной битумом бумаги; разные виды бумаги и бумажные изделия, собираемые у населения.

Макулатура обычно загрязнена печатной краской и чернилами, химикатами, содержит посторонние включения в виде тряпья, веревок, шпагата, металлических включений (проволоку и скрепки) и требует специальной подготовки и очистки.

### *Подготовка массы из сучковой целлюлозы*

При использовании в качестве сырья сучковой массы особое внимание уделяется предварительному размолу сучков и непровара. Сучки и непровар проходят две ступени размола. Грубый размол ведется на цилиндрических мельницах при концентрации около 3% до 9—10° ШР или на гребенчатых мельницах при концентрации 0,7—0,8%; наиболее эффективно применение дисковых рафинеров. Дальнейший размол сучковой массы до 13—14° ШР осуществляется на гидрофайнерах или дисковых рафинерах, после чего масса разбавляется оборотной водой до концентрации 0,3%, проходит сортирование на центробежных сортировках, сгущается на бесшаберных сгустителях, промывается на вакуум-фильтрах и аккумулируется в приемном бассейне, из которого подается на массный размол.

В случае использования листовой оберточной целлюлозы (отходов сортирования небеленой сульфитной или сульфатной целлюлозы) роспуск ее производится в гидроразбивателе, после чего она поступает в приемный бассейн.

Для более тщательной разработки сучковой целлюлозы с целью получения из нее однородной массы с возможно меньшим содержанием крупной костры и других неразработанных включений массный размол целесообразно производить в две ступени. Лучшие результаты могут быть достигнуты при использовании дисковых рафинеров и проведении процесса

размола в первой ступени при концентрации массы 10—20%, а во второй ступени — при концентрации 5—6%. Тщательная разработка целлюлозы в процессе размола позволяет получать из нее более прочную бумагу с несколько лучшим внешним видом.

На практике размол целлюлозы производят часто в одну ступень в гидрофайнерах до 18—24° ШР. Размолотая масса поступает в мешальный бассейн, куда в случае необходимости подают древесную массу и химикаты для проклейки.

### *Подготовка массы из макулатуры*

Переработка смешанной макулатуры без полимерных покрытий и пропитки состоит из следующих основных операций: роспуска, удаления загрязнений, гомогенизации (выравнивания концентрации) и размола. На некоторых предприятиях роспуск макулатуры проводят в гидроразбивателях при концентрации 2—2,5%. Затем массу разбавляют оборотной водой и направляют на очистные аппараты (циклоны → вибрационные сортировки → вихревые очистители) для удаления из нее песка, грязи, металлических включений и неразработанной макулатуры. Отходы после циклона (песок, грязь, металлические включения) выводят из системы. Волокнистые отходы после вибрационных сортировок и вихревых очистителей направляют в ванну гидроразбивателя для дополнительной разбивки.

Очищенную массу сгущают до концентрации 3—3,5% и направляют в мешальный бассейн, куда также подают канифольный клей, оборотный брак с бумагоделательной машины и продольно-резательного станка, суспендированный в гидроразбивателе оборотного брака. Размол массы осуществляют на конических мельницах МКЛ и МКН в две ступени до 25—40° ШР в зависимости от вида бумаги.

Перед подачей на бумагоделательную машину в массу вводят глинозем и дополнительно очищают ее на центриклинерах и узлоловителях. Часто макулатурную массу используют совместно с сульфитной небеленой целлюлозой, например при изготовлении бумаги для упаковки стеклянной посуды, или с сучковой целлюлозой.

За последние годы роль макулатуры как сырья для бумажного производства значительно возросла, причем увеличилась доля макулатуры, содержащей труднодиспергируемые вещества. Наличие в макулатуре бумаги, содержащей битум и другие пропиточные смеси, а также бумаги с полимерными покрытиями и кашированной металлической фольгой, сильно усложняет процессы ее переработки; в связи с этим все большее значение приобретают процессы подготовки, сортирования и очистки макулатуры.

**Подготовка массы из макулатуры, содержащей бумагу с полимерными покрытиями.** Применяют различные схемы подготовки массы из макулатуры с полимерными покрытиями. По схеме, описанной в работе [6, с. 217], роспуск макулатуры производят в непрерывно работающем гидроразбивателе, из которого удаляются посторонние примеси и тяжелые частицы. Из гидроразбивателя масса поступает в бассейн, где выравнивается концентрация, после чего следует очистка при высокой концентрации и предварительная обработка на энтштиппере, при которой от бумаги отделяются синтетические пленки и бумага разбивается на волокна, что облегчает дальнейшее сортирование. Затем масса разбавляется водой до концентрации 1%, сортируется на вертикальных сортировках и гидроциклонах, сгущается до концентрации 4% и подвергается тонкому диспергированию на энтштиппере, а если требуется, — и размолу. Отходы от вертикальных сортировок дополнительно сортируются на вибрационных сортировках, и доброкачественная масса снова подается на вертикальные сортировки.

По другой схеме [6, с. 220; 7, с. 42; 8, с. 34] роспуск макулатуры производят в гидроразбивателе с диаметром отверстий сит 3 мм, вместо 8—10 мм, оборудованном жгутовывателем и системой Flote Purge для удаления целлофана, полимерных пленок и других загрязнений, всплывающих на поверхность массы (рис. 72). Массу, прошедшую через отверстия сита гидроразбивателя, непрерывно отводят. Очистку массы проводят последовательно в гидроциклонах и вертикальных сортировках с диаметром отверстий сит 2 мм, в которых удаляются тяжелые примеси и нераспустившиеся пучки волокон, или на вертикальных сортировках и центриклерах. Отсортированную массу сгущают, подвергают рафинирующему размолу и направляют на бумагоделательную машину.

Отходы от вертикальных сортировок подвергают обработке на энтштиппере и сортированию. Отходы сортирования направляют в сток, массу — обратно в гидроразбиватель.

Верхний слив из гидроразбивателя, прошедший через магнитный сепаратор и поступивший в систему Flote Purge, обрабатывают на аппарате Drubber, состоящем из девяти вращающихся элементов, создающих турбулентность в потоке, благодаря чему уменьшается размер частиц полимерных покрытий и происходит отделение волокна от покрытия. Затем массу сортируют. Отходы сортирования направляют в сток, а доброкачественную массу — обратно в гидроразбиватель. При такой системе подготовки массы повышается эффективность размольно-подготовительного отдела, так как уменьшается расход энергии на диспергирование, поскольку воздействию на энтштиппере подвергается только нераспустившаяся масса. Но общий расход энергии не уменьшается ввиду более длительного пребывания массы в гидроразбивателе.

Массу при подготовке макулатуры можно сортировать в вибрационных сортировках с размером отверстий 5 мм при концентрации 4% и в закрытых вертикальных сортировках с диаметром отверстий 2 мм при концентрации 1%. Для отделения синтетических пленок применяются вертикальные сортировки со шлицами от 0,30 до 0,35 мм. От металлических и других включений, плотность которых значительно больше плотности волокна, масса очищается в циклонах, внутренняя поверхность которых облицована керамикой, или очистителях высокой концентрации.

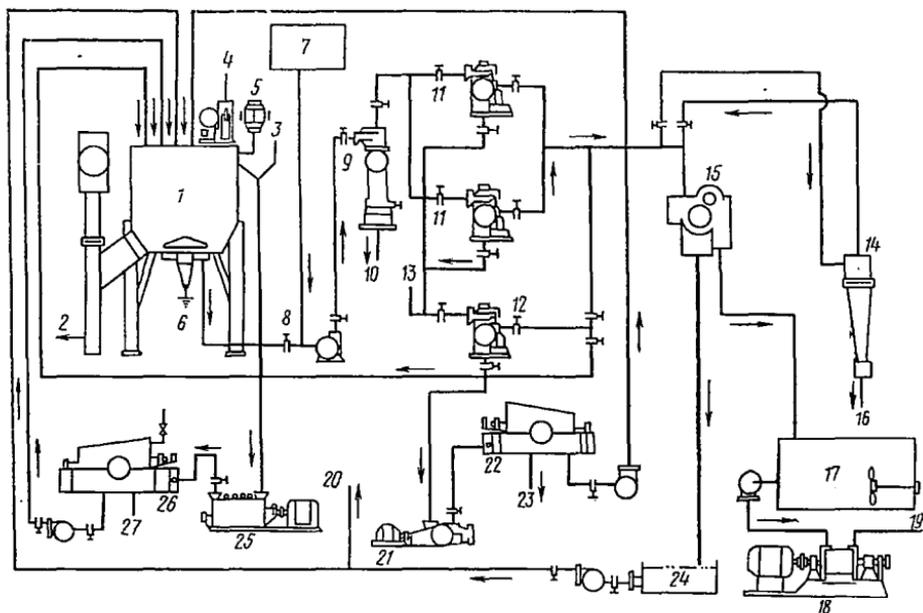


Рис. 72. Схема очистки макулатуры, содержащей бумагу с пленочными покрытиями:

1 — гидроразбиватель; 2 — тяжелые загрязнения; 3 — система Flote Purge для удаления легких загрязнений; 4 — отходы, удаляемые жгутовываскивателем; 5 — шабер для очистки щели; 6 — суспензия макулатурной массы; 7 — бак оборотной воды; 8 — регулировочный вентиль; 9 — циклон; 10 — отходы от циклона; 11 — вертикальные сортировки I ступени; 12 — вертикальная сортировка II ступени; 13 — вода для разбавления; 14 — центрифуги; 15 — сгуститель; 16 — отходы от центрифуг; 17 — машинный бассейн; 18 — рафинер; 19 — на бумагоделательную машину; 20 — оборотная вода на разбавление; 21 — энтштиппер для отходов сортирования; 22 — сортировка для размолотых отходов; 23 — отходы рафинированной массы; 24 — бак оборотной воды; 25 — аппарат Dribber для измельчения мелких отходов; 26 — сортировка для измельчения мелких отходов; 27 — отходы измельченной массы

В комбинированных аппаратах центрифайнер и дюрафайнер совмещены процессы роспуска и сортирования макулатуры. В обоих аппаратах роспуск происходит внутри сетчатого барабана и масса сортируется через сито [6, с. 220].

Для регенерации волокна из бумаги и картона с полимерными покрытиями из полиэтилена, полихлорвинила, поливинилацетата, полипропилена и парафина применяется процесс Polysolv [9, с. 55], заключающийся в растворении покрытия. В качестве

растворителя используется трихлорэтилен, который является невоспламеняющимся растворителем. Схема процесса приведена на рис. 73. Процесс заключается в основном в том, что регенируемый материал подвергается многократной промывке растворителем во вращающемся реакторе, работающем под давлением. После завершения циклов промывки и сушки реактор открывают, и макулатура, очищенная от покрытия, выгружается для дальнейшей обработки. Загрязненный растворитель очищается перегонкой и используется повторно.

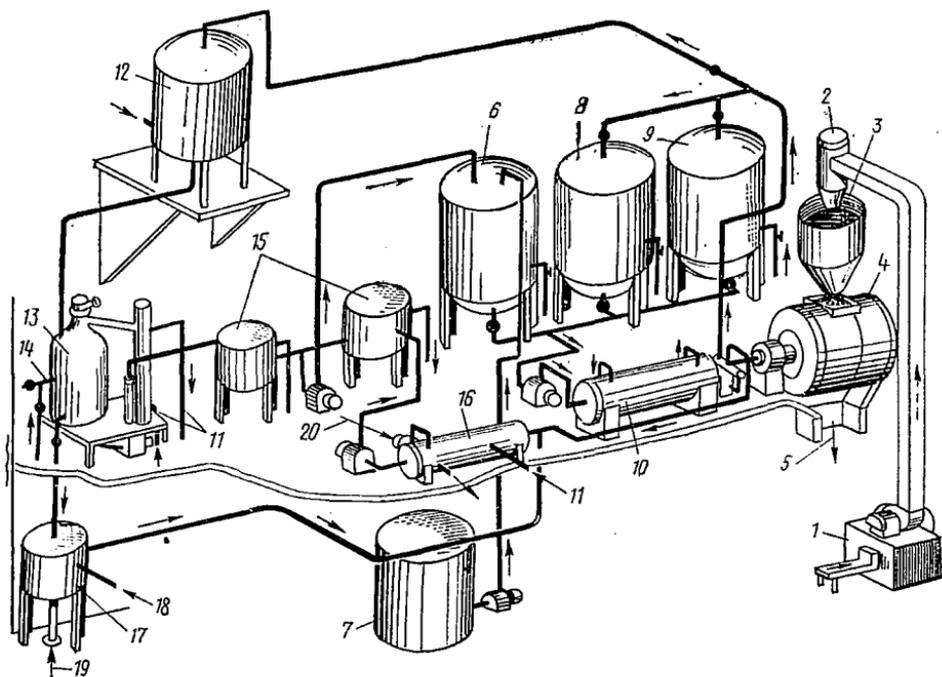


Рис. 73. Схема регенерации волокна по способу Polysolv:

1 — измельчитель макулатуры; 2 — циклон; 3 — бункер; 4 — вращающийся реактор; 5 — очищенная от полимеров макулатура; 6 — бак чистого трихлорэтилена для экстракции; 7 — бак свежего трихлорэтилена; 8 — бак полуочищенного трихлорэтилена; 9 — бак загрязненного трихлорэтилена; 10 — теплообменник для трихлорэтилена; 11 — холодная вода; 12 — бак отработанного трихлорэтилена; 13 — первичный перегонный аппарат; 14 — противопенное средство и пар; 15 — сепараторы для разделения трихлорэтилена и воды; 16 — конденсатор для трихлорэтилена; 17 — аппарат второй ступени очистки; 18 — пар; 19 — выгрузка отходов; 20 — вакуум-насос

Достоинства процесса Polysolv следующие:

1. Волокно регенируется без использования воды, по замкнутой схеме, поэтому исключается загрязнение воды и воздушной атмосферы.

2. Процесс удаления пластмассовых и парафиновых покрытий отличается высокой эффективностью.

3. При обработке растворителем при высокой температуре удаляется не только покрытие, но и типографская краска и

влагостойкие смолы, что облегчает дальнейшее использование волокон.

**Подготовка массы из влагостойкой макулатуры.** Бумага, обработанная мочевино- или меламиноформальдегидной смолой, может быть диспергирована в кислой среде при температуре 60—80° С. Бумага, обработанная полиамидными смолами, диспергируется в щелочной среде при pH 10—11,5 и температуре 38° С и выше [10, с. 164]. На рис. 74 приведена схема переработки влагостойкого брака. В однотрубный варочный аппарат загружают сгущенную до 50% влагостойкую макулатуру. При переработке брака, содержащего формальдегидные смолы, в ап-

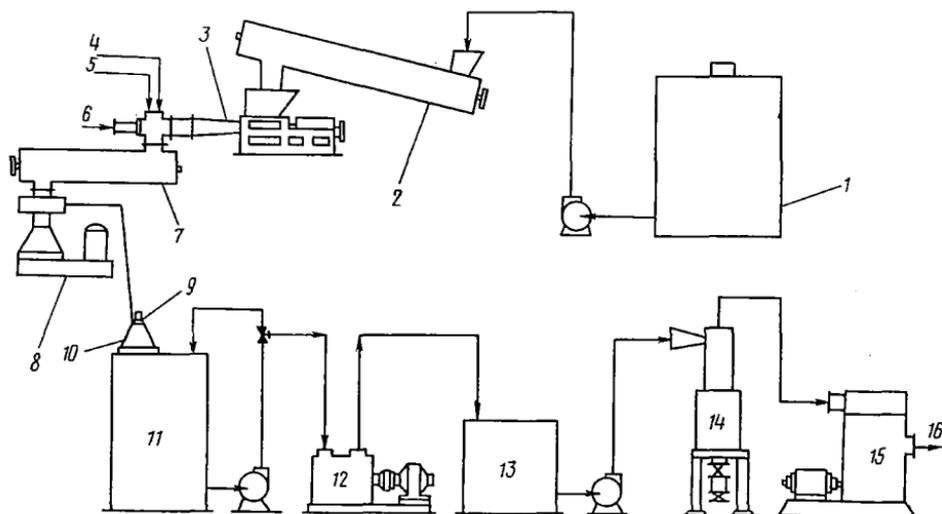


Рис. 74. Схема непрерывной переработки влагостойкой макулатуры:

1 — бассейн измельченной макулатуры; 2 — шнековый сгуститель; 3 — шнековый питатель; 4 — кислота; 5 — пар; 6 — регулирующий клапан; 7 — варочный аппарат; 8 — разгрузочное устройство; 9 — вода; 10 — циклон; 11 — выдувной резервуар; 12 — энтштиппер; 13 — бассейн диспергированной массы; 14 — циклон для очистки; 15 — вертикальная сортировка; 16 — на промывку

парат подают раствор кислоты для создания pH 3,5—4,5 и производят варку при температуре 150° С и давлении 3,5 кгс/см<sup>2</sup>. В этих условиях смола полностью гидролизуется. Масса выдувается в резервуар, проходит аппарат для диспергации (энтштиппер), разбавляется, пропускается через центробежный сепаратор, селективайер и поступает на промывную установку. Система автоматизирована и программирована. При переработке брака, содержащего полиамидные смолы, варку производят в щелочной среде.

Имеется и механический способ роспуска влагостойкой макулатуры в диспергаторе фирмы Esher Wiss при концентрации 25% без добавки химикатов и повышения температуры [6, с. 221].

**Переработка макулатуры, содержащей битум, асфальт, парафины.** При применении в качестве сырья макулатуры, загрязнен-

ной битумом, асфальтом, парафином, необходимо эти вещества либо удалить из массы, либо диспергировать их в ней.

Применяются три основных метода дебитумизации массы [11, с. 275]: химический, термический и термомеханический.

По химическому методу в массу вводят органические растворители, затем размалывают ее на бегунах, нагревая до 40—60° С, после чего разбавляют водой и опускают в поток массы полированный металлический валик, вращающийся в направлении, обратном движению массы; при этом из массы отделяются частицы битума, которые собираются специальными устройствами.

При обработке массы щелочью перед размолом температура размягчения битума повышается до 90° С. При размолу битум измельчается. Затвердевшие частицы битума в виде зерен сравнительно легко отделяются от массы при сортировании.

Известен также способ удаления битума растворением его в органических растворителях [12, с. 109]. Масса обрабатывается растворителем при 60° С и рН 10 в течение 1 ч в бассейне с быстросходной мешалкой.

Химическая обработка при повышенной температуре может проводиться в гидроразбивателях и бегунах. Несмотря на высокую эффективность, химические способы не получили широкого распространения, так как органические растворители вредны для здоровья людей, а полностью устранить попадание их в систему водопользования невозможно.

Термический метод основан на том, что битум размягчается при температуре 80° С, а при температуре 140° С плавится. По этому способу массу концентрацией 3—5% нагревают до температуры 135° С и производят парогазовые сдвиги для удаления масла, в результате чего битум теряет клеящие свойства и не вызывает затруднений в изготовлении бумаги.

Термомеханический метод состоит в нагреве массы при высокой концентрации (30—40%) до 145° С с последующим диспергированием в рафинере при высоком давлении. Недостаток этого метода — высокий расход пара и электроэнергии. Кроме того, нагрев массы выше 150° С приводит к потере прочности, а при механической обработке массы она зажирняется, что ухудшает обезвоживание на бумагоделательной машине.

Термомеханическую обработку макулатуры можно проводить при сочетании низкой температуры нагрева и интенсивного механического воздействия или высокой температуры и слабого механического воздействия. Обработка по второму способу обходится дешевле, но не обеспечивает хорошего диспергирования битума.

По способу Asplund—Defibrator [13, с. 264] макулатуру пускают в гидроразбивателе непрерывного действия, из которого масса поступает в бассейн, затем в систему вихревых очистителей и на вакуум-фильтр, где сгущается до 10—12%. Дальнейшее

сгущение до 30—35% происходит на коническом дисковом прессе при удельном расходе энергии 3 кВт·ч/т. Масса поступает в пресс в месте наибольшего отдаления дисков и при их вращении выходит в месте наибольшего их сближения. Возникающие при этом силы продавливают жидкость из массовой суспензии через сетчатые пластины. Так как эти силы действуют на массу под прямым углом к поверхности дисков, то волокна не повреждаются. Затем масса поступает в бассейн, откуда шнеком-питателем, уплотняющим ее, подается в горизонтальный подогреватель с транспортирующим шнеком. Паром (давление 3,5—4,5 кгс/см<sup>2</sup>) масса нагревается до температуры 150°С, при этом частицы битума, воска, парафина и другие плавятся. Благодаря воздействию пара сжатая масса при входе в подогреватель мгновенно распадается. Масса проходит подогреватель за 3—4 мин, после чего поступает в присоединенный к нему двухдисковый рафинер, в котором размалывается при тех же давлении и температуре, что и в подогревателе, при этом макулатурная масса разделяется на волокна, а неволоконные компоненты в расплавленном состоянии диспергируются и равномерно распределяются в волокнистой суспензии. Из рафинера масса выдувается в циклон, происходит вскипание паров, и вместе с паром из циклона удаляются и другие летучие компоненты. В нижнюю часть циклона подается обратная вода для получения бумажной массы нужной концентрации. Из циклона масса поступает в бассейн, а затем на очистку и на бумагоделательную машину.

Разработан комбинированный метод [12, с. 109], сочетающий нагрев до 95°С с механической обработкой и отличающийся меньшим расходом энергии. В установку входят следующие аппараты: гидроразбиватель, бассейн (концентрация массы 3—6%), очиститель массы высокой концентрации, энтштиппер, фильтр-пресс (сухость выходящей массы 30—35%), растирающий шнек, шнек-пресс с обогревом, диспергатор, бассейн для разбавления массы до концентрации 5%.

Диспергатор работает по принципу энтштиппера и состоит из ротора и статора с зубчатыми венцами и подающего шнека. В шнекпрессе с обогревом поддерживается температура массы 95°С. Эта установка обеспечивает получение из макулатуры однородной массы без сгустков.

Для подготовки массы из смешанной макулатуры, содержащей бумагу с полимерными, парафиновыми, битумными покрытиями, существуют комбинированные установки [14, с. 328].

### *Изготовление бумаги*

Из отходов сортирования целлюлозного производства и макулатуры изготавливается оберточная бумага невысокого качества для упаковки различных изделий и товаров, а также для нужд предприятий, например для упаковки рулонов бумаги. Бумага изготавливается на небольших бумагоделательных машинах

## Технологические данные производства оберточной бумаги из отходов сортирования целлюлозного производства

Технологические параметры, аппараты для размола и очистки массы и основные характеристики бумагоделательной машины	Технологические потоки				
	1	2	3	4	5
Масса 1 м <sup>2</sup> бумаги, г	90; 120	60	70; 90	100; 120	50
Композиция по волокну	Сучковая масса и отходы сортирования сульфитной целлюлозы	Отходы вторичного сортирования сульфитной целлюлозы и скоп с ловушек	Сучковой целлюлозы 60—70%, древесной массы 40—30%	Сучковой сульфитной целлюлозы не менее 80%, древесной массы не более 20%	Сучковой сульфитной целлюлозы не менее 80%, древесной массы не более 20%
Аппарат для массного размола	Конические мельницы	Гидрофайнер	Гидрофайнер	Гидрофайнер	Гидрофайнер
Аппарат для очистки массы перед бумагоделательной машиной	Селектифайеры УЗ	Песочница	Песочница	Песочница	Центриклинеры, узлоловитель
Обрезная ширина бумагоделательной машины, мм	2520	2100	2660	2660	2520
Рабочая скорость, м/мин	150	80—85	—	—	130
Степень помола массы в машинном бассейне, °ШР	≤ 20	23—30	25—40	25—40	35—40
Концентрация массы в напорном ящике, %	0,8—1,1	0,4—0,5	0,6—0,7	0,6—0,7	0,3—0,4
Сухость бумажного полотна, %:					
после гауч-пресса	20	15	18—20	18—20	10—12
после I пресса	24	30	28—30	28—30	25—28
после II пресса	29	—	32—34	32—34	—
после III пресса	32	—	34—36	34—36	—
Температура сушильных цилиндров, °С	—	—	С 1-го по 5-й цилиндр повышается с 70 до 105° С, с 6-го по 12-й 115° С; с 13-го понижается до 100° С		100—105

Технологические данные производства оберточной бумаги из макулатуры

Технологические параметры, аппараты для размола и очистки массы, основные характеристики бумагоделательной машины	Технологические потоки			
	1	2	3	4
Масса 1 м <sup>2</sup> бумаги, г	80; 90; 100; 120	80	30	60; 70; 80
Композиция по волокну	Макулатура разных марок	Макулатура	60% макулатуры, 40% сульфитной небеленой целлюлозы	Сучковая целлюлоза, макулатура
Аппараты для массного размола	Конические мельницы (две ступени) МЛ-0,1, МЛ-02, РК-01, МКМ	Ролл, коническая мельница	Конические мельницы РК-03	Конические мельницы РК-03
Аппараты для очистки массы перед бумагоделательной машиной	Две ступени центрифуг, узлоловитель	Фортрапы, узлоловитель	Циклон, узлоловитель	Циклон, узлоловитель
Обрезная ширина бумагоделательной машины, мм	УВВ-1М 2600	УВВ-1 1500	2000 (янки)	1640
Рабочая скорость, м/мин	180—200	120—130	180—200	115—120
Степень помола массы в машинном бассейне, °ШР	30—35	42	40—45	35—40
Концентрация массы в напорном ящике, %	0,8—1,0	0,8—0,9	0,3—0,4	0,8—0,9
Сухость бумажного полотна, %:				
после гауч-пресса	19—21	22	16	19—20
после I пресса	30	35	36	27—30
после II пресса	36	39	—	33—37
после III пресса	—	—	—	37—40
Температура сушильных цилиндров, °С	Постепенное повышение с 70 до 100—115°С в середине сушильной части и затем постепенное понижение до 80—90°С		105	Постепенное повышение с 70 до 110°С в середине сушильной части и затем постепенное понижение до 90°С

шириной 2—3 м как обычного типа, так и самосъемочных, работающих на скорости 50—200 м/мин.

Технологические данные производства оберточной бумаги разных видов из отходов сортирования приведены в табл. 61.

Отлив бумаги производится на сетках № 22 и 24 обычного переплетения. При необходимости производится проклейка бумаги канифольным клеем.

На некоторых предприятиях вместе с сучковой целлюлозой применяют древесную массу, что благоприятно отражается на внешнем виде бумаги.

Иногда в композицию бумаги добавляют каолин в количестве 5—6% от волокна.

Для снижения смоляных затруднений при переработке массы из отходов сортирования в машинный бассейн добавляют тринатрийфосфат из расчета 150 г на тонну или раствор едкого натра концентрацией 50—70 г/л для поддержания рН подсеточной воды на уровне 7—8.

Технологические данные производства оберточной бумаги из макулатуры приведены в табл. 62.

По опыту работы промышленности расход канифоли при выработке различных видов оберточно-упаковочной бумаги из отходов целлюлозного производства и макулатуры составляет 5—14 кг/т, расход свежей воды 25—106 м<sup>3</sup>/т в зависимости от схемы водопользования, расход глинозема 13—36 кг/т, пара 1,3—2,3 Гкал/т.

## **Глава XII. ОБЕРТОЧНО-УПАКОВОЧНАЯ БУМАГА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

### **Пергамин упаковочный**

Пергамин предназначен для упаковки пищевых продуктов и является высококачественной оберточно-упаковочной бумагой, изготовляемой из беленых и полубеленых волокнистых полуфабрикатов.

Пергамин изготовляется массой 25—40 г/м<sup>2</sup>, белого цвета и окрашенным в различные цвета, из достаточно хорошо разработанной массы и поэтому имеет плотную структуру. Иногда пергамин дополнительно сильно уплотняется на суперкаландрах и подвергается тиснению.

В таком виде, особенно цветной пергамин, является хорошим материалом для декоративного и эстетического оформления упаковок.

В СССР упаковочный пергамин вырабатывается с массой 1 м<sup>2</sup> 40 ± 2 г, разрывной длиной (средней по двум направлениям)

не менее 4500 м, степенью проклейки не менее 1 мм, с машинной гладкостью.

Для изготовления упаковочного пергамина используется сульфатная и сульфитная беленая целлюлоза в различных соотношениях.

Листовая целлюлоза распускается в гидроразбивателе на осветленной воде, поступающей с ловушек.

Из гидроразбивателя масса с концентрацией 1,5—2% поступает на сгуститель, где концентрация ее повышается до 3,3% и более, и насосом через напорный бачок подается для размола на три последовательно включенные конические мельницы: МЛ-02 с литой гарнитурой (толщина ножей 14 мм), РК-03 с наборной гарнитурой (толщина ножей 8 мм), МКН-03 с наборной гарнитурой (толщина ножей 6—8 мм).

После размола на конических мельницах масса имеет степень помола не менее 38° ШР и поступает в бассейн размолотой массы, а из него — в мешальный бассейн. В мешальный бассейн подается белый канифольный клей концентрацией 18—19 г/л в количестве 1,5—2% от волокна, размолотый оборотный брак и скоп с флотационной ловушки. После перемешивания массы в бассейн добавляют раствор глинозема. Проклеенная масса перекачивается в машинный бассейн. Перед подачей на бумагоделательную машину масса дополнительно размалывается при концентрации 2,8—3,5% на конической мельнице МКН-03 до степени помола не менее 50° ШР. Очищают массу на вихревых очистителях и узлоловителе закрытого типа марки У-01МП.

Вырабатывают бумагу на бумагоделательной машине обрезной шириной 2520 мм при скорости 170—180 м/мин. Машина оборудована напорным ящиком открытого типа с наклонной линейкой и перфорированным валиком. Сеточный стол машины оснащен регистровыми валиками, отсасывающими ящиками и отсасывающим гауч-валом секционного типа.

Прессовая часть машины состоит из одного отсасывающего пресса (первый) и двух обычных прямых. Сушильная часть имеет восемь сушильных групп, в том числе четыре группы по два цилиндра и четыре группы по одному цилиндру. Накат машины — периферический.

Бумага отливается на сетке № 32 при скорости машины 170—175 м/мин. Концентрация массы в напорном ящике составляет 0,42—0,52%. Вакуум в отсасывающих ящиках постепенно повышается от первого к последнему. Сухость бумажного полотна после гауч-пресса составляет 14%, после I пресса 26%, после II пресса 28%, после III пресса 30%. Температура поверхности сушильных цилиндров постепенно повышается (от первого до последнего цилиндра) от 45 до 110—120° С.

При выработке упаковочного пергамина нормируется расход канифоли 16 кг/т; глинозема 50 кг/т; соды кальцинированной 2,1 кг/т; пара 2,17 кал/т; электроэнергии 880 кВт·ч.

Итальянская фирма Саичи предлагает использовать в производстве бумаги типа пергаминна полубеленую моносультитную полуцеллюлозу из березовой древесины. Отбеливать полуцеллюлозу рекомендуется перекисью водорода до белизны 70—72%; причем размельченную при сухости 40% полуцеллюлозу можно отбеливать распыленными химикатами. При степени помола 30° ШР и массе отливки 80 г/м<sup>2</sup> полубеленая полуцеллюлоза имеет разрывную длину 5650 м. Основными характеристиками полуцеллюлозы для пергаминна фирма считает показатель пористости и кривую размола в ролле Валлея.

Для березовой полуцеллюлозы в предложениях фирмы приводятся следующие данные:

Степень помола, °ШР . . . . .	18	30	50	60	70	75	80
Пористость по Герлею, с . . . . .	6	50	600	2000	12 000	35 000	Непроницаем
Продолжительность размола, мин . . . . .	0	9	16	19	21	23	25

Как следует из этих данных, за 25 мин размола полуцеллюлозы достигается степень разработки массы, позволяющая получить бумагу малопористой плотной структуры.

Фирмой рекомендуется следующая композиция по волокну в зависимости от массы 1 м<sup>2</sup> пергаминна:

Масса 1 м <sup>2</sup> пергаминна, г . . . . .	40	60	80	100
Содержание полубеленой моносультитной полуцеллюлозы, % . . . . .	65—70	70	80	100
Содержание бисульфитной еловой целлюлозы, % . . . . .	35—30	30	20	—

## Бумага для упаковки фруктов

Для предохранения от повреждения и образования гнили при длительных перевозках и хранении фрукты — цитрусовые плоды, персики и яблоки заворачивают в специальную тонкую оберточно-прокладочную бумагу. Длительную сохранность фруктов обеспечивает бумага, обработанная специальными химическими веществами.

Хорошие результаты по повышению устойчивости цитрусовых плодов к образованию гнили дает обработка фруктовой бумаги дифенилом (3,1—6,2 мг дифенила на 100 см<sup>2</sup> бумаги) и о-фенилфенолом. Но эти вещества вредны и только очень немногие страны в настоящее время пользуются этими веществами для обработки бумаги с целью сохранения фруктов. В Англию, например, допускается импорт цитрусовых плодов, упакованных в бумагу, содержащую не свыше 100 частей дифенила и не свыше 70 частей о-фенилфенола на миллион частей продукта [15, с. 340]. В Южной Африке допускается содержание 0,543 г дифенила на

1 м<sup>2</sup> бумаги (SABS 596—1956). В качестве предохраняющего средства при упаковке фруктов в некоторых странах используется тиомочевина, но и ее применение из-за вредности ограничено.

Фруктовую оберточную бумагу для повышения ее водостойкости иногда обрабатывают очищенным парафиновым маслом. Масло, содержащееся в бумаге, замедляет порчу фруктов. Широко применяются в мировой практике для пропитки фруктовой оберточной бумаги низковязкие минеральные масла (вязкость около 70 с по Сейболту при температуре 38°С) [16, с. 487]. Масло должно удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям по содержанию окисляемых веществ, серных соединений и кислотности. На бумагу масло наносят с помощью валика или спрысков, а также способом пропитки. Содержание масла в бумаге для упаковки citrusовых плодов обычно составляет 5—9%, в бумаге для упаковки яблок и других фруктов 12—18%. Такое высокое содержание масла в бумаге достигается путем пропитки. Для предупреждения развития гнили и синей плесени иногда в масло для пропитки фруктовой бумаги добавляют дифенил.

Д. М. Фляте были получены хорошие результаты по сохранности citrusовых плодов (лимонов, апельсинов, мандаринов) при упаковке их в бумагу, пропитанную борным вазелином (10% от массы бумаги). Борная кислота обладает хорошими антисептическими свойствами, а вазелин предохраняет фрукты от высыхания и попадания наружной влаги.

В СССР для консервации фруктов, преимущественно яблок, применяется оберточная фруктовая бумага, пропитанная парфюмерным маслом в количестве 4—6 г/м<sup>2</sup> [17]. Парфюмерное масло для пропитки фруктовой бумаги не должно содержать воды, водорастворимых кислот и щелочей и механических примесей, не должно иметь запаха и вкуса. Нормированы и физико-химические показатели масла:

Вязкость кинематическая при 50°С, сСт . . . . .	16—24
Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более . . . . .	0,05
Зольность, %, не более . . . . .	0,005
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже . . . . .	160
Прозрачность при температуре 5°С . . . . .	Прозрачно
Цвет по КН-51 со стеклом № 2, мм, не менее . . . . .	270

Для упаковки фруктов выпускаются следующие виды бумаги в зависимости от назначения:

непропитанная — для заправки citrusовых плодов; пропитанная парфюмерным маслом и непропитанная — для заправки семечковых плодов; бумага для выстилиания тары.

Бумага может быть односторонней или машинной гладкости, цвета естественного волокна или окрашенной в различные цвета

водонерастворимыми красителями. Технические требования к бумаге приведены в табл. 63.

Таблица 63

Технические требования к бумаге для упаковки фруктов

Наименование показателей	Бумага для заправки цитрусовых плодов	Бумага для заправки семечковых плодов		Бумага для выстилания тары
		пропитанная	непропитанная	
Состав по волокну, %: целлюлоза сульфитная небеленая	100	100	50	50
белая древесная масса	—	—	50	50
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	20±2 25±2	35 <sup>+3</sup> <sub>-4</sub>	30±2; 35±2; 40±2	45±3
Сопротивление разрыву в среднем по двум направлениям, кгс	0,6—0,75	≥0,9	0,9—1,2	≥1,2
Масса парфюмерного масла, % от воздушно-сухой бумаги	—	15—18	—	—
Проклейка, мм	≥0,5	—	≥0,5	≥0,5

Сырьем для производства фруктовой бумаги являются сульфитная небеленая целлюлоза и белая древесная масса. В случае необходимости можно использовать вместо древесной массы макулатуру из отходов писче-печатных видов бумаги без печати и линовки. По специальным заказам бумага изготавливается иногда из беленой целлюлозы.

Обычная композиция бумаги по волокну: сульфитная небеленая целлюлоза 60%, белая древесная масса 35%, скоп с флотационной ловушки 5%.

Подготовка бумажной массы осуществляется непрерывным способом по схеме, приведенной на рис. 75. Сульфитная небеленая целлюлоза из бассейна неразмолотой целлюлозы через регулятор концентрации насосом подается на размол. Канифольно-парафиновый клей в количестве 1% от абс. сухого волокна добавляют в волокнистую суспензию перед коническими мельницами.

Размол массы производят на конических мельницах МКЛ-01 и МКН-03 при концентрации 3,2—3,4% до 18—22° ШР. После размола целлюлозу направляют в бассейн размолотой целлюлозы, куда дозируют каолиновую суспензию из расчета 15% каолина и раствор алюмокальневых квасцов из расчета 4,5% квасцов от абс. сухого волокна. Из бассейна размолотой целлюлозы

массу подают в регулятор композиции, куда поступают также древесная масса и скоп с флотационной ловушки.

Из регулятора композиции масса поступает в вертикальный лопастной бассейн, куда в случае необходимости дозируется

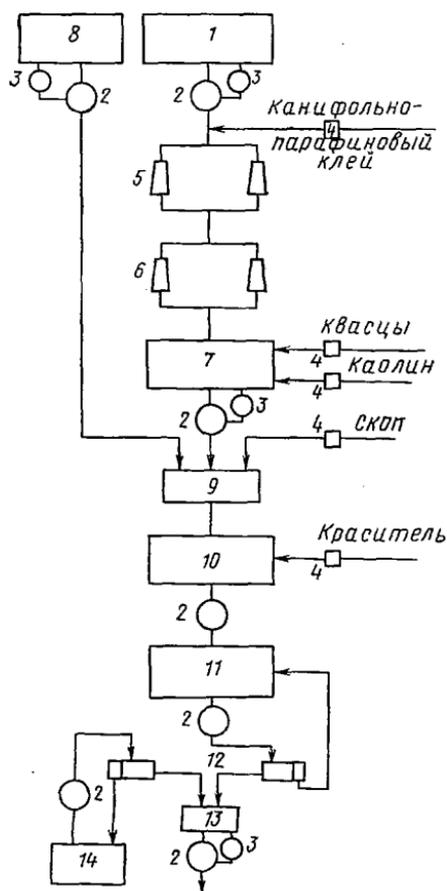


Рис. 75. Схема подготовки массы бумаги для упаковки фруктов:

1 — бассейн неразмолотой целлюлозы; 2 — насосы; 3 — регуляторы концентрации; 4 — дозаторы; 5 — гидрофайнеры; 6 — мельницы Жордана; 7 — бассейн размолотой массы; 8 — бассейн древесной массы; 9 — регуляторы композиции; 10 — вертикальный лопастной бассейн; 11 — машинный бассейн; 12 — переливные бачки; 13 — смесительный ящик; 14 — сборник оборотной воды

краситель, а затем — в машинный бассейн. Степень помола массы в машинном бассейне 40—45° ШР. Разбавление массы оборотной водой до концентрации 0,45—0,55% производят в смесительном ящике. Количество массы, поступающей в смесительный ящик из бачка постоянного напора, регулируют вручную задвижкой. Перелив из бачка постоянного напора возвращают в машинный бассейн.

Очистку массы от тяжелых примесей и узелков осуществляют на одноходовой песочнице и узлоловителе с вибрирующей ванной, имеющем ширину шлицев 0,6 мм. Для повышения удерживаемости каолина иногда используют полиакриламид в количестве 0,2 кг на тонну бумаги, который добавляют в виде 0,1%-ного водного раствора.

Для повышения эффективности действия полиакриламида лучше вводить его в массопровод, подводящий массу к напорному ящику.

Отливают бумагу преимущественно на самосъемочных бумагоделательных машинах. Ниже приведена характеристика одной из самосъемных машин производительностью 16,5—17 т в сутки, обрезной шириной 2800 мм.

Машина оборудована напорным ящиком открытого типа с линейками. Сеточный стол оснащен регистровыми валиками, отсасывающими ящиками, гауч-прессом и трясочным устройством. Машина имеет один мокрый пресс и один прижимной лоцильный валик диаметром 600 мм.

Сушильная часть состоит из двух сушильных цилиндров и одного сукносушильного. Диаметр большого лощильного цилиндра с колпаком скоростной сушки — 3200 мм, диаметр досушивающего цилиндра — 2500 мм. Накат барабанный, периферический.

Приведем некоторые параметры технологического процесса при выработке бумаги на бумагоделательной машине.

Скорость бумагоделательной машины, <i>м/мин</i> . . . . .	100—115
Концентрация массы в напорном ящике, %	0,45—0,55
pH подсеточной воды . . . . .	4,5—5,5
Сухость бумажного полотна, %:	
после регистровой части . . . . .	3,7—4,8
после отсасывающих ящиков . . . . .	10,0—13,0
после гауч-вала . . . . .	13,5—17,0
после мокрого пресса . . . . .	30,0—32,0
после лощильного пресса . . . . .	47,0—49,0
Давление пара, поступающего в сушильные цилиндры, <i>кгс/см<sup>2</sup></i> . . . . .	1,5—2,0
Температура поверхности лощильного ци- линдра, °С . . . . .	110—115
Температура досушивающего цилиндра, °С	115—120
Температура по зонам колпака скоростной сушки, °С	I—110; II—110; III—103; IV—106; V—110; IV—103
Конечная сухость бумажного полотна на накате, % . . . . .	93,0—93,5

При изготовлении бумаги для выстилания тары допускается замена сульфитной небеленой целлюлозы сульфатной. На некоторых предприятиях роспуск товарной целлюлозы и макулатуры соответствующих видов, а также их размол производятся совместно, что нельзя признать целесообразным, так как в этом случае не создаются оптимальные условия обработки каждого волокнистого материала.

Удельный съем при производстве фруктовой бумаги (40 г/м<sup>2</sup>) с 1 м<sup>2</sup> сеточного стола составляет 53 кг/ч; съем воды с 1 м<sup>2</sup> полезной сушильной поверхности 37 кг/ч. На производство 1 т бумаги расходуется 2,3 Гкал пара и 445 кВт·ч электроэнергии.

Обработка бумаги пропиточными составами, в частности парфюмерным маслом, может производиться на увлажнительных станках или специальных пропиточных машинах.

### Бумага для изготовления спичечных коробок и упаковки их в пачки

Для изготовления и оформления спичечных коробок выпускаются два вида бумаги: бумага массой 1 м<sup>2</sup> 40 г синего или фиолетового цвета для оклейки спичечных коробок и бумага 60 г/м<sup>2</sup> преимущественно желтого или белого цвета для печатания этикеток (табл. 64).

## Технические требования к бумаге для изготовления спичечных коробок

Наименование показателей	Бумага для печатания спичечных этикеток	Бумага для оклейки спичечных коробок
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	60±5	40 <sup>+3</sup> <sub>-2</sub>
Разрывная длина, м, не менее:		
в машинном направлении	—	3500
средняя по двум направлениям	2000	—
Проклейка, мк	0,5—1,0	0,5—1,0
Зольность, %, не менее	4,0	3,5
Угол скручивания при одностороннем смачивании водой, град, не более	20	24
Гладкость лощеной стороны, с, не менее	50	40
Влажность, %	5,0—8,0	5,0—8,0

Бумага должна хорошо приклеиваться к древесному шпону, быть устойчивой к увлажнению: не размокать и не скручиваться при нанесении на ее поверхность клея. Механическая прочность бумаги должна обеспечивать безобрывную работу коробкоклеивающих автоматов. На этикеточную бумагу наносятся двух- и четырехкрасочные рисунки литографским способом, поэтому она должна иметь соответствующие печатные свойства.

Бумага для оклейки коробок изготавливается из жесткой сульфитной небеленой целлюлозы и белой древесной массы в соотношении 1 : 1. Этикеточная бумага изготавливается из беленой целлюлозы или с добавкой не более 20% белой древесной массы. Добавка древесной массы улучшает кроющую способность бумаги, ее печатные свойства и равномерность структуры, а также способствует уменьшению склонности к скручиванию при нанесении на одну из сторон бумаги клеевого состава. Каких-либо специфических требований к полуфабрикатам для производства этого вида бумаги не предъявляется.

Выработка бумаги производится в основном на реконструированных технологических потоках небольшой мощности. Целлюлозу, зачастую совместно с древесной массой, размалывают в роллах с металлической ножевой гарнитурой. Наиболее целесообразно размол производить непрерывным способом по схемам, включающим размольные аппараты гидратирующего действия (дисковые рафинеры или гидрофайнеры), так как равномерность структуры бумаги может быть достигнута благодаря использованию древесной массы. Кроме того, при достижении в процессе размола более высокой степени развития прочностных свойств целлюлозы возможно повышение содержания в композиции бумаги более экономичного полуфабриката древесной массы без ущерба для качества бумаги.

Размол массы производят до 35—45° ШР. Канифольная проклейка бумаги осуществляется обычным способом. Для уменьшения склонности бумаги к скручиванию в композицию вводится небольшое количество каолина из расчета получения зольности бумаги 3,5—4,0%.

При выработке этикеточной бумаги желтого цвета для крашения массы используется прямой краситель хризифенин в количестве примерно 0,15% от абс. сухого волокна; при крашении бумаги для оклейки спичечных коробок применяется краситель основной фиолетовый.

Проклейка, наполнение и крашение бумаги при периодической схеме подготовки массы осуществляются в роллах. При непрерывной схеме проклеивающие материалы, красители и наполнители вводятся непрерывно через дозаторы с соблюдением установленной оптимальной последовательности их добавки и интервалов для надлежащего перемешивания.

Основной фиолетовый краситель при изготовлении бумаги для оклейки коробок следует вводить после добавки глинозема. Растворы прямых красителей неустойчивы в присутствии сернокислого алюминия и чувствительны к изменению рН ниже 6, поэтому их рекомендуется вводить в массу до добавки глинозема.

Размолотая проклеенная масса поступает в бассейн готовой массы, откуда перекачивается в машинный бассейн. Разбавляется бумажная масса регистровой водой до концентрации 0,6—0,8% в смесительном насосе, очищается от посторонних включений и узелков на центрикллинерах и в узлоловителе закрытого типа. Иногда для очистки массы от тяжелых примесей применяются песочницы.

Бумагу для оклейки спичечных коробок вырабатывают на самосъемочных машинах, работающих на скорости 60—75 м/мин. Бумагоделательная машина необрезной шириной 2100 мм оборудована системой напускного устройства из форматной каретки с неподвижными оградительными линейками, грудным валом диаметром 300 мм, 23 регистровыми валиками диаметром 80 мм, тремя отсасывающими ящиками, из которых два сифонного типа и один работает от вакуум-насоса, однокамерным отсасывающим гауч-валом. Прессовая часть состоит из одного прямого пресса с верхним гранитным валом диаметром 500 мм, нижним чугунным, облицованным резиной твердостью 0,056 по ТШМ-2, и двух прижимных валов к первому сушильному цилиндру. Прижимные валы диаметром 500 и 600 мм облицованы резиной твердостью 0,056 по ТШМ-2.

Сушильная часть состоит из трех сушильных цилиндров: одного лощильного цилиндра диаметром 4500 мм и двух досушивающих диаметром 2000 и 1500 мм. Общая поверхность бумаго-сушильных цилиндров 62 м<sup>2</sup>; полезная поверхность 37,6 м<sup>2</sup>. Машинный каландр — трехвальный, увлажнитель — спрыскового типа, накат — фрикционный.

## Некоторые параметры работы бумагоделательной машины:

Концентрация массы в напорном ящике, % . . . . .	0,6—0,8
pH массы в напорном ящике . . . . .	6—6,5
Скорость бумагоделательной машины, м/мин . . . . .	70—75
Режим тряски сеточного стола:	
амплитуда колебаний, мм . . . . .	6—10
число колебаний в минуту . . . . .	150—200
Разрежение в отсасывающих ящиках постепенно увеличивается по ходу сетки и в последнем отсасывающем ящике достигает 200 мм рт. ст.	
Сухость бумажного полотна, %:	
после гауч-пресса . . . . .	17—21
после I пресса . . . . .	35—40
Температура сушильных цилиндров, °С:	
первого . . . . .	100—105
второго . . . . .	100—110
третьего . . . . .	95—100
Влажность бумаги на накате, % . . . . .	5—8

Регистровую воду и воду от отсасывающих ящиков используют для разбавления массы перед смесительным насосом. Избыток воды переливается в подсеточную ванну, куда поступают также отсечки и срывы бумажного полотна с гауч-вала. Из подсеточной ванны машины вода насосом перекачивается в бак оборотной воды, откуда часть воды поступает на роспуск волокна в гидроразбиватель и роллы, а избыток направляют на фильтры Кинцле для улавливания волокна.

К бумаге для упаковки спичечных коробок предъявляются следующие требования:

Масса 1 м <sup>2</sup> , г . . . . .	60±3	Проклейка, мм, не менее . . . . .	0,75
Разрывная длина, м, не менее:		Гладкость лощеной стороны, с,	
в машинном направлении		не менее . . . . .	35
для бобинной бумаги . . . . .	3500	Влажность, % . . . . .	7±2
средняя для двух направле-			
ний для листовой бумаги	2600		

Бумага для упаковки спичечных коробок изготавливается по технологии, аналогичной технологии бумаги для оклейки коробок. Согласно установленным требованиям, бумага должна иметь темно-зеленый цвет. Для окраски бумаги применяются красители прямой черный в количестве 0,7—1,0% и прямой зеленый в количестве 0,6—0,8% от волокна.

Красители растворяются в воде с температурой 70—75°С и вводятся в массу в виде растворов концентрацией 10 г/л. Хотя содержание наполнителя в бумаге не регламентируется, в композицию ее вводится иногда каолин в количестве 12—15%.

### Алигнин упаковочный

Алигнин упаковочный представляет собой тонкую крепированную бумагу и предназначен для упаковки хрупких, легко бьющихся изделий. Выпускается в виде листов шириной 600—700 мм и длиной 600—1800 мм. Алигнин упаковочный изготов-

ляют из сульфитной небеленой целлюлозы средней жесткости или мягкой и белой древесной массы. Содержание целлюлозы в композиции алигнина составляет не более 80%, древесной массы — не менее 20%. Допускается использование в композиции алигнина до 50% макулатуры в виде промышленных отходов белой бумаги без печати и с легкой печатью при соответствующем снижении содержания целлюлозы и древесной массы.

Сульфитную небеленую целлюлозу размалывают в конических мельницах или других размалывающих аппаратах до 28—32° ШР и аккумуляруют в мешальном бассейне. Из мешального бассейна размолотую массу подают в регулятор композиции, куда поступает также древесная масса. Из регулятора композиции масса направляется в композиционный бассейн, в который через дозатор добавляется раствор сернокислого глинозема в количестве около 2% глинозема к массе волокна, а также диспергированный оборотный брак.

Из композиционного бассейна масса насосом через регулятор концентрации подается в машинный бассейн. Готовая масса имеет концентрацию 2—2,5%, степень помола массы 30—36° ШР.

Очищают массу на узлоловителе закрытого типа, отливают бумагу на плоскосеточных самосъемочных бумагоделательных машинах. Характеристика одной из машин следующая. Обрезная ширина бумаги на накате 1800—2100 мм, скорость 60 м/мин, производительность 6,5—7,5 т в сутки. Машина оборудована напорным ящиком с каплеобразными перегородками. Сеточный стол машины оснащен восемью регистровыми валиками и четырьмя планками типа линейек, гауч-прессом обычной конструкции. Машина имеет один обычный мокрый пресс, сушильный цилиндр диаметром 3000 мм с прижимным обрезиненным валиком диаметром 340 мм и крепирующим шабером, досушивающий цилиндр диаметром 1500 мм и накат с двумя несущими валами.

Режим формования упаковочного алигнина:

Масса 1 м <sup>2</sup> бумаги-основы, г . . . . .	20±3
Концентрация массы в напорном ящике, % . . . . .	0,25—0,40
pH массы в напорном ящике . . . . .	5,0—6,0
Температура сушильного цилиндра, °С . . . . .	100—105
Сухость бумажного полотна в момент крепирования, % . . . . .	65—80
Степень крепирования, % . . . . .	10—15
Температура поверхности досушивающего цилиндра, °С . . . . .	90—95
Влажность на накате, % . . . . .	7±2
Удельный съем бумаги с 1 м <sup>2</sup> сеточного стола, кг/ч . . . . .	26,4
Удельный съем воды с 1 м <sup>2</sup> полезной сушильной поверхности, кг/ч . . . . .	48,0
Удельный расход пара, Гкал/т . . . . .	2,3
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т . . . . .	779
Расход свежей воды, м <sup>3</sup> /т . . . . .	105

Полотно алигнина разрезается вдоль на три полосы шириной по 600—700 мм при помощи водяного sprыска, установленного в сеточной части перед гауч-прессом.

Снятый с наката рулон алигинна разрезают на листы указанных выше размеров и упаковывают в пачки по 10 кг в два слоя бумаги с массой 1 м<sup>2</sup> не менее 100 г под пневматическим прессом и перевязывают шпагатом в двух направлениях.

Упаковочный алигинн может изготавливаться и на современных самосъемочных машинах, предназначенных для выработки тонких крепированных санитарно-гигиенических видов бумаги с массой 1 м<sup>2</sup> 8—20 г. Эти машины строятся рабочей шириной от 2,5 до 6 м на рабочую скорость от 600 до 1200 м/мин, производительностью 50—100 т бумаги в сутки. Особенности конструкции и работы этих машин изложены в книге С. Н. Иванова «Технология бумаги» [18, с. 614].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### К первому разделу

1. Frisch K. Les matieres plastiques et leur importance pour l'industrie du carton ondulé: concurrence ou stimulation—“Emballages”, 1971, 281, n.°3, pp. 180—185.
2. Молчанов Ю. М. Физические и механические свойства полиэтилена, полипропилена и полиизобутилена. Рига, 1966, 440 с.
3. Шифрина В. С., Самосатский Н. Н. Полиэтилен, получение и свойства. Изд. 3-е. Л., 1961, 176 с.
4. Тенфорд Ч. Физическая химия полимеров. М., 1965, 472 с.
5. Крессер Т. Полипропилен. Перевод с англ. М., 1963, 232 с.
6. Полипропилен. Перевод со словацкого. Под редакцией В. И. Полиновского и И. К. Ярцева. Л., 1967, 315 с.
7. Такахаши Гисаку. Пленки из полимеров. Л., 1971, 150 с.
8. Гордон Г. Я. Хлористый винилиден и его сополимеры. М., 1957, 123 с.
9. Патент США № 3006902, кл. 260—80, 5, 31.10.61.
10. Патент США № 3317449, кл. 260—29, 6, 2.05.67.
11. Патент США № 3014004, кл. 260—29, 6, 19.12.61.
12. Патент ФРГ № 1228170, кл. 75с 5/06, 3.11.66.
13. Smith R., Peterson H. Copolymères à base de chlorure de polyvinylidene.—“Bulletin Officiel de La Propriété Industrielle”, 1971, 2, n° 6—8, p. 19 (Заявка Франции № 2040327, кл. C08 f, 28.04.70).
14. Smith R., Peterson H. Copolymère à base de chlorure de vinylidene.—“Bulletin officiel de La Propriété Industrielle”, 1971, 2, n° 6—8, p. 19 (Заявка Франции № 2040326, кл. C08 i, 28.04.70).
15. Пленки из латексов сополимеров винилиденхлорида с винилхлоридом.—«Пластические массы», 1969, № 7, с. 52—54. Авт.: Э. П. Донцова, А. Г. Снежко, С. В. Светозарский, Д. М. Яновский, В. Е. Гуль.
16. Вавер Н. Г., Знаменский Н. Н., Ермолина А. В. Пластификация сополимера винилхлорида и винилиденхлорида.—«Пластические массы», 1971, № 12, с. 42—43.
17. Барг Э. И. Технология синтетических пластических масс. Л., 1954, 656 с.
18. Волобуева Т. В., Сушкова Н. Д. Мешочная бумага с полиэтиленовым и полихлорвиниловым покрытиями.—«Бумажная промышленность», 1964, № 6, с. 16—17.
19. Нобль Р. Дж. Латекс в технике. Перевод с англ. Л., 1962, 896 с.
20. Патент США № 3428582, кл. 260—8, 18.02.69.
21. Haas L. Growth in Lightweight Coated Paper.—“Pulp and Paper International”, 1969, 11, No 4, pp. 61—63.

22. Патент США № 2985545, кл. 117—43, 23.05.61.
23. Sefton A. Wachsmassen mit hohem Abdichtungsvermögen.—“Auszüge aus den Offenlegungsschriften”, 1970, Nr 9, s. 79 (Заявка ФРГ № 1546298, кл. 55f-11/01, 26.02.70).
24. Патент США № 3505259, кл. 260—28, 5. C08f-45/52, 7.04.70.
25. Патент Японии № 16647, кл. 39D, 122, 13.07.68.
26. Патент США № 2403464, кл. 8—115, 5, 22.07.62.
27. Патент Японии № 13765, кл. 39D, 211, 19.07.69.
28. Патент ФРГ № 1934595, кл. C09d, 19.05.70.
29. Souček M. Použití karboxymethylcellulose v Papírenském Průmyslu.—“Papír a Celuloza”, 1959, č 9, str. 206—210.
30. Prachar M. Možnosti využití polyvinylalkoholy v papírenském průmyslu.—“Papír a Celuloza”, 1969, č. 2, str. 51—54.
31. Патент Японии № 7370, кл. 39D, 14.10.65.
32. Патент Великобритании 1122077, кл. D2B, 3.08.68.
33. Тиннус К. Пластификаторы. М.—Л., 1964, 915 с.
34. Шнелл Г. Химия и физика поликарбонатов. М., 1967, 229 с.
35. Гютербок Г. Полиизобутилен и сополимеры изобутилена. Л., 1962, 364 с.
36. Патент США № 2491525, кл. 260—215, 5; 24.05.44.
37. Booth G. High Speed Extrusion coating is a complex operation, p. I.—“Paper Trade Journal”, 1970, 154, № 4, pp. 62—67.
38. Booth G. High speed extrusion coating is a complex operation, p. II.—“Paper Trade Journal”, 1970, 154, № 5, pp. 31—35.
39. Elliott Hershel A. Coextrusion coating.—“Tappi”, 1969, 52, No 10, pp. 1841—1844.
40. Smith J. E. Trends in the manufacture of paper pouch packaging.—“Paper Trade Journal”, 1969, 153, No 4, pp. 46—48.
41. Dr. Otmar Toppel. Die Extrusionsbeschichtung.—“Der Papiermacher”, 1968, Nr. 5. ss. 74—78.
42. Arbit H. -A. Coextrusions, markets, materials, machinery.—“Paper, Film and Foil Converter”, 1970, No 7, pp. 32—39.
43. Klass C. Coated paper.—“Paper Trade Journal”, 1967, 151, No 5, pp. 59—62.
44. Dyck A. New 60-inch polyethylene extruder on stream at thilmany.—“The Paper Industry”, 1963, 45, No 8, pp. 429—432.
45. Swanson J., Becher J. The adhesion of polyethylene on paper.—“Tappi”, 1966, No 5, pp. 198—202.
46. Leman F., Errat R. Melt index and its significance in extrusion coating.—“Tappi”, 1959, 42, No 8, pp. 181A—183A.
47. Haftkraft und Heißsiegelfähigkeit von Polyethylen-extrusionen auf Papieren, Zellglas und aluminiumfolien.—“Allgemeine Papier Rundschau”, 1958, Nr. 4, ss. 159—162.
48. Errat R. Extrusionsbeschichtungen mit Polyolefinen.—“Neue Verpack”, 1963, 16, Nr. 10, ss. 1230—1244.
49. Vainoo F., Aaetio E. Polyteenin ja pohjar ainan väliseen adheesioon vaikuttavista tekijöistä pursorinpäällystyksessä.—“Paperi ja puu”, 1968, 50, No 4, pp. 243—253.
50. Lb. Kozłowski. O wiazaniu polietylen — celuloza w papierze powlekanym.—“Przegląd Papierniczy”, 1966, 9, str. 297—298.
51. Патент США № 3.132.246, кл. 250—49, 5.05.64.
52. Патент США № 3.448.000, кл. 161—250, 3.06.69.
53. Gregory B., Henkel R. Adhesion promotion in extrusion coating.—“Brit. Plast”, 1970, 43, No 8, pp. 72—75.
54. Патент США № 3.046.155, кл. 117—76, 24.07.62.
55. Патент США № 3.142.609, кл. 117—76, 7.11.64.
56. Young J. R. The adhesion of polythene in extrusion coating.—“Paper Packs”, 1966, Dec., pp. 26—37.

57. Goslin J., Sweency H. The interaction of processing variables base materials and resins in polyethylene extrusion coating.—“Tappi”, 1960, 43, No 5, pp. 434—447.

58. Патент ФРГ № 1269878, кл. 55f 11<sub>01</sub>, 6.06.68.

59. Патент США, № 3.480.464, кл. 117—71, 25.11.69.

60. Goring D., Suranyi G. Improved bonding of cellulose and other polymers by surface treatment with a gas.—“Pulp and Paper Magazine of Canada”, 1969, 70, No 20, pp. 103—110.

61. Pariat Maurice. Le procede Limmer d'enduction des papiers-cartons.—“Rev. Europ. papiers et cartons”, 1964, 27, n° 20, pp. 52—55.

62. Laszloni H., Geza A. Papir es karton extruzios bevonasa polietilenel.—“Papiripar”, 1970, n° 3, pp. 4, 96.

63. Трухтенкова Н. Е., Волобуева Т. В., Пархоменко-Черняева И. А. Бумага для упаковки продуктов питания. М., 1969, 31 с.

64. Трухтенкова Н. Е., Волобуева Т. В., Астахова Г. А. Новые виды бумаги с полиэтиленовым покрытием для упаковки продуктов питания. Эффективность применения этих видов бумаги.—«Сборник трудов ВНИИБ», 1970, вып. 57, с. 135—143.

65. Пилиповский В. И., Ярцев И. К. Полипропилен. Пер. со словацкого. Л., 1967, 311 с.

66. Bramer Paul T. Amorphous polypropylene as a hot melt laminating adhesive.—“Paper Trade Journal”, 1969, 153, No 14, pp. 36—39.

67. Сушкова Н. Д., Воронкова И. С., Пархоменко-Черняева И. А. Способ приготовления антилипкой бумаги.—Авторское свидетельство № 214310, кл. 55f, 11<sub>01</sub>, 20.03.68.—«Биолетень изобретений и открытий», 1968, № 11.

68. Williamson D. V. S. Polymers for hot melt coatings.—“Paper Packs”, 1967, No 4, pp. 30—36.

69. Gregory Bh., Benerji R. I copolimeri EVA: unaversatile famiglia di regine.—“Poliplasti e plastic rinforz”, 1970, 18, n° 147, pp. 24—29.

70. Vanderhoff J., Bradford E. Mecanism of Film Formation of Latices.—“Tappi”, 1963, No 4, pp. 215—221.

71. Klass Charles P. American Bags coater sets new barrier property precedents.—“Paper Trade Journal”, 1967, 151, No 12, pp. 46—48.

72. Воюцкий С. С., Штарк Б. В. Физико-химия процессов образования пленок из дисперсий высокополимеров. М., 1954, 176 с.

73. Chirokas E. Precoats for polyvinylidene chloride barrier coatings.—“Tappi”, 1967, 50, No 9, pp. 59A—62A.

74. Nolden S. Kunststoff-beschichtungen mit Luftmesser.—“Allgemeine Papier-Rundschau”, 1969, Nr. 37/38, s. 1292—1293.

75. Канторович З. Е., Рыбина Т. И. Тара и автоматы для расфасовки сыпучих продуктов.—«Рефер. информ. Тара и упаковка», 1966, № 3, с. 6.

76. Ketzler E. Selbstbedienung und Lebensmittelverpackung.—“Verpackungs. Wirtschaft”, 1970, 18, Nr. 1, ss. 10—13.

77. Бабицкий С. Л. Изготовление бумажной и картонной тары сыпучих продуктов и упаковки. М., 1967, 16 с.

78. New Abfüll und Verschließ verfahren.—“Verpackungs Wirtschaft”, 1969, 17, Nr. 1, ss. 10—11.

79. Куркин В. П. Фасовка и упаковка продовольственных товаров в торговле. М., 1970, 102 с.

80. Фляте Д. М. Свойства бумаги. М., 1970, 456 с.

81. Фляте Д. М. Бумага для автоматов пищевой промышленности.—«Бумажная промышленность», 1956, № 4, с. 22—25.

82. Васильев В. Ф. Изготовление двухслойной бумаги на столовых бумагоделательных машинах.—«Бумажная промышленность», 1952, № 11, с. 22—23.

83. Трухтенкова Н. Е., Килипенко А. В. Бумагообразующие свойства целлюлозы двухступенчатой сульфитной варки.—«Бумажная промышленность», 1968, № 2, с. 3—7.

84. Килипенко А. В., Иванова Н. А. О бумагообразующих свойствах сульфитной целлюлозы, полученной с использованием отработанного ще-

лока.— В кн.: Исследования в области производства полуфабрикатов и очистки промышленных стоков (Сборник трудов ВНИИБ, вып. 61). М., 1972, с. 14—22.

85. Килипенко А. В. О влиянии отбелики перекисью водорода на бумагообразующие свойства целлюлозы.— «Сборник трудов ВНИИБ», 1970, вып. 57, с. 87—94.

86. *Regenerierung von Altpapier*. — „Allgemeine Papier-Rundschau“, 1970, Nr. 18, s. 644—645.

87. Иванов С. Н. Технология бумаги. М., 1970, 696 с.

88. *Gutzeit J. Instrumentierung einer bütenlosen Stoffaufbereitung*.— “Wochenblatt für Papierfabrikation”, 1971, 99, Nr. 20, ss. 848—852.

89. Эйдли И. Я. Бумагоделательные и отделочные машины. М., 1970, 624 с.

90. Schmidt S. Neue Theorien und Verfahren für die Blattbildung auf den Langsieb.— “Das Papier”, 1963, 17, Nr. 7, ss. 334—343.

91. Ульберг Р. Ф. Реконструкция односеточных бумагоделательных машин для выработки двухслойных бумаг.— «Бумажная промышленность», 1962, № 8, с. 7.

92. Баранов Н. А., Добровольский Д. С. Технология и оборудование бумажного производства. М., 1966, 440 с.

93. Падрик Э. А. Выработка двухслойной бумаги на односеточной бумагоделательной машине.— «Бумажная промышленность», 1954, № 6, с. 25—26.

94. *Tenescu S. Sa fabrication et ses emplois en papeterie*.— “Papier, Carton et Cellulose”, 1957, 6, Nr. 4, pp. 109—114.

95. Патент США, № 3.348.904, кл. 8—119, МПК Д21h, 24.10.67.

96. Шарков В. И. Гидролиз древесины. Л., 1936, 383 с.

97. Буевской А. В. Демполимеризованная целлюлоза и ее гидролиз.— «Журн. прикладной химии», 1940, 4, 13, № 11, с. 1649—1659.

98. *Bucher H. Zu den Vorgängen bei der Pergamentierung von Zellstoff mit Schwefelsäure*.— “Das Papier”, 1957, Nr. 7—8, ss. 125—133.

99. Шарков В. И. Гидролизное производство. Т. 3. М., 1950, 552 с.

100. Иванов А. С., Шарков В. И. Механизм образования пергамента из целлюлозы под действием концентрированной серной кислоты.— «Бумажная промышленность», 1971, № 1, с. 14—16.

101. Солечник Н. Я., Русина Н. А. О пергаментровании бумаги.— «Труды ЛТИ ЦБП», 1958, вып. 5, с. 157—163.

102. Абкин Л. Изменение клетчатки в процессе пергаментации неклееной бумаги серной кислотой.— «Бумажная промышленность», 1931, № 4, с. 21—28.

103. *Skalicky C., Vondrakova M. Prispevek ke Stidiu strukturnych zmen celulosity, zpusobenych kyselinou sirovou za podminek pergamentace*.— “Sbornik vyzkumnych prace z oboru celulosity a papiru”, 1958, N 3, str. 97—116.

104. *Ruti N., Skogman R. Beitrag zur Kenntnis des Pergamentierprozesses mit Schwefelsäure*.— “Papperi ja Puu”, 1963, 45, Nr. 4-a, ss. 181—190.

105. *Weiss E., Clobanu D. Posibilităti de folosire a diferitelor sorturi de celuloză la obtinerea pergamentului-vegetal*.— “Celuloza si Hârtie”, 1965, 12, str. 585—591.

106. Трухтенкова Н. Е., Петухова А. А. Способ обработки волокнистого материала. Авторское свидетельство № 214309.— «Бюллетень изобретений и открытий», 1968, № 11.

107. Петухова А. А., Трухтенкова Н. Е. Пергаментация целлюлозы из осевой и березовой древесины.— «Бумажная промышленность», 1968, № 6, с. 5—7.

108. Способ обработки волокнистого материала. Авторское свидетельство № 321577.— «Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки», 1971, № 35. Авт.: Н. Е. Трухтенкова, А. А. Петухова, Э. И. Гуйго, Л. С. Малков.

109. *Verfahren und Vorrichtung zum ein- oder beidseitigen Pergamentieren von Pergamentroh papier*.— “Wochenblatt für Papierfabrikation”, 1963, Nr. 9, ss. 432—433. Aut.: K. Agahd, M. Bauer, V. Dietrich, A. Hildenbrand, W. Abele.

110. Кузнецова А. П., Петухова А. А. Окислительно-щелочное облагораживание древесной целлюлозы для крабового пергаментна.— «Сборник трудов ВНИИБ», 1971, вып. 59, с. 101—104.

111. New lease of life for Greaker/Vestfos.—“The World's Paper Trade Review”, 1969, 171, No 19, pp. 1092—1098.

112. Super-Perga — a cheaper paper for wrapping butter and other fat products.—“Converting Industry”, 1969, No 3, pp. 2—3.

113. Impregnated papers resist oil, wax and grease penetration.—“Packaging News”, 1964, 11, No 12, pp. 33—34.

114. Brown Ray. Fluorochemicals and packaging.—“Paper Industry”, 1963, 45, No 4, pp. 205—208.

115. Патент Франции № 1.472.077. МПК D21h, 30.1.67.

116. Патент США № 3.462.295, кл. 117—43, 19.08.69.

117. Jorgensen W. The chemistry of pulp fibres.—“A report made at Symposium, Cambridge”, 1957, No 9, pp. 23—27.

118. Перекальский Н. П., Филатенков В. Ф. Влияние гемцеллюлоз на процесс размола волокон и свойства бумаги.— «Труды ЛТИ ЦБП», 1958, вып. 5, с. 122—130.

119. Wurz O., Swoboda O. Zellstoff-Pektine.—“Der Papier Fabrikant”, 1939, 37, Nr. 15, ss. 125—127.

120. Saarnio I. Beating Properties and Polyuronide Content of Sulphite Pulp.—“Paperi ja Puu”, 1953, 35, No. 5, pp. 217—219.

121. Jayme G., Lochmüller-Kerler E. Über die Wechselbeziehungen zwischen Hemizellulosegehalt und Festigkeit von Zellstoffen aus Buchenholz.—“Holz als Roh- und Werkstoff”, 1942, Nr. 11, 377—381.

122. Protekta J. Badania nad wymienn warunków rozwarzania nazdolność pergaminowania mas celulozowych niebelonych.—“Przegląd Papierniczy”, 1959, No 2, s. 33—37.

123. Исследование способности к пергаментации при размоле сульфитной целлюлозы, полученной в различных технологических условиях.— В кн.: Совершенствование производства бумаги и картона. (Сборник трудов ВНИИБ, вып. 63). М., 1973, с. 93—102. Авт.: Н. Е. Трухтенкова, О. П. Гугинна, Е. Д. Перминов, Л. М. Королева, А. А. Петухова.

124. Уэйман М. Щелочная экстракция.— В кн.: Отбелка целлюлозы. Монография ТАППИ № 27. Под ред. У. Г. Рэпсона, перевод с англ. М., 1968, с. 50—60.

125. Giertz H. W. The influence of drying on fibre properties.—“Svensk Papperstidning”, 1963, Nr. 17, 641—645.

126. Gayme G., Tengel D. Über die Veränderung des Feinbausfluchter Zellstoffe bei der Trocknung.—“Das Papier”, 1963, Nr. 10A, ss. 550—555.

127. St. Regis' North Star is biggest, fastest glassine/greaseproof machine.—“Pulp and Paper”, 1969, 43, No 13, pp. 65—67.

128. Kurth K. Planung und Aufbau einer neuen Stoffaufbereitung für Pergaminpapiere.—“Deutsche Papierwirtschaft”, Jahrgang, 1963, ss. 42—49.

129. Купцов Е. В. Восковой слав для склеивания алюминиевой фольги с бумагой.— «Сборник трудов ВНИЭКИТУ», 1971, вып. 7, с. 121—129.

130. Черняк С. Н., Карасевич В. И., Коваленко П. А. Производство фольги. М., 1968, 383 с.

131. Foils Improve Glassine Quality and Output at Nicolet.—“Paper Trade Journal”, 1970, 154, No 45, pp. 54—55.

132. Schuman W. Erfahrungen mit der Hi-I-Pressе bei einseitigglaten Zellulose- und Pergamentersatzpapieren.—“Wochenblatt für Papierfabrikation”, 1970, Nr. 6, ss. 243—244.

133. Schmidt S. Was gibt es Neues auf dem Gebiet der Naßpressenpartie.—“Wochenblatt für Papierfabrikation”, 1970, Nr. 20, ss. 915—920.

134. Применение полимерных материалов в консервной промышленности. М., 1971, 230 с. Авт.: В. Г. Поповский, Я. Г. Муравин, Т. Б. Дюльгер, Я. И. Каменщик.

## Ко второму разделу

1. Бахвалов Г. Т. Защита металлов от коррозии, М., 1964, 286 с.
2. Улиг Г. Коррозия металлов. М., 1968, 306 с.
3. Тодт Ф. Коррозия и защита от коррозии. Коррозия металлов в промышленности. М., 1967, 709 с.
4. Кейси Д. П. Свойства бумаги и ее переработка. Т. 2. Перев. с англ. М., 1960, 650 с.
5. Новый вид упаковочной антикоррозионной бумаги для защиты черных металлов.—«Сборник трудов УкрНИИБ», 1962, вып. 6, с. 61—73. Авт.: З. Л. Зосим, С. А. Гинцберг, Г. Я. Бунин, И. Н. Ковальчук, А. П. Иванов.
6. Дербенцев Ф. Ф., Хунис Э. Ф., Зимина И. А. Армированная бумага для упаковки листовой стали.—«Сборник трудов УкрНИИБ», 1966, вып. 7, с. 102—109.
7. Rowe H. W., Kress O. Investigation of Antitarnish.—“Paper Trade Journal”, 1940, No 2, pp. 33—36.
8. Marchlewska-Szrajer. Korrosionssichere Papiere.—“Zellstoff und Papier”, 1958, Nr. 7, ss. 199—205.
9. Участкина З. В. Антикоррозионная бумага.—«Материалы ЦНИИБ», 1936, вып. 21, с. 112—117.
10. ГОСТ 16711—71. Бумага-основа для парафинирования.
11. Грант Ю. Лабораторный справочник по производству целлюлозы и бумаги. М., 1965, 420 с.
12. ГОСТ 12523—67. Целлюлоза. Бумага и картон. Метод определения величины рН водной вытяжки.
13. Schikorr G., Volz K. Über die Prüfung von Papier auf rostbegünstigende Eigenschaften.—“Das Papier”, 1954, 8, Nr. 19/20, ss. 431—434.
14. Stephanson E. Observations on pH and So-Called — Acid Free Papers.—“Norsk Skogindustri”, 1951, Nr. 8, 232—240.
15. Wallenberg E., Järnhäll B. The Electrolyte Content in Paper and other Packaging Materials as a Cause of Corrosion in Packaged Iron Articles.—“Svensk Papperstidning”, 1955, 58, No 15, 542—550.
16. Испытание бумаги и картона. М., 1966, 410 с. Авт.: С. А. Пузырев, М. Д. Иншаков, Е. Я. Балмасов, Н. Ф. Зотова-Спановская.
17. Бабко А. К., Пятницкий И. В. Количественный анализ. М., 1968, 500 с.
18. ГОСТ 13525.17—70. Бумага и картон. Метод определения хлор-ионов и сульфат-ионов в водной вытяжке.
19. Русаков А. А., Купцов Е. В. Защитные восковые покрытия.—«Сборник трудов ВНИЭКИТУ», 1969, вып. 6, с. 186—202.
20. Raimondo J. Sur les recherches a l'ecole francaise de papeterie.—“La Papeterie”, 1968, n° 9, pp. 866—887.
21. Schwab O. Über das Eindringen von Wachs schmelzen in Pappe und Karton.—“Allegemeine Papier-Rundschau”, 1963, Nr. 21, ss. 1200—1202.
22. Иванов С. Н. Технология бумаги. Изд. 2-е. М., 1970, 695 с.
23. ГОСТ 11236—65. Сукна технические прессовые для бумагоделательных машин.
24. ГОСТ 9569—65. Бумага парафинированная.
25. Нагордский Ю. Р. Использование парафинов и церезинов для облагораживания упаковочной бумаги.—«Рефер. иноформ. Тара и упаковка», 1964, № 3, с. 6—9.
26. Коган З. А. Применение микрокристаллических восков для облагораживания бумаги и картона. М., 1967, 31 с.
27. Шох В. Нанесение покрытий на бумагу и картон. М., 1962, 223 с.
28. Чуйко В. К. Бумага с покрытием. М., 1967, 103 с.
29. ГОСТ 16960—71. Парафины нефтяные.
30. Butterworth J. F. Petroleum Waxes and the Paper Industry.—“Tappi”, 1960, 43, No 6, pp. 24A—38A.
31. Нагордский Ю. Р. Исследование влияния парафинов и церезинов на защитные свойства упаковочной бумаги. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., 1964, 22 с. (ВНИИБ).

32. Palenik K. Modyfikowanie polietylenem i poliizobutylenem parafiny do powlekania papieru.—"Pezeglad Papierniezy", 1962, 18, No 4, str. 108—112.
33. Pariat M. Utilisation des cires derivées du petrole pour la fabrication des emballages en papiers et cartons.—"Revue papiers et cartons", 1962, 25, n° 9, pp. 11—16; n° 10, pp. 9—15.
34. Бумаги с микрокристаллическим воском. Документация 1713. ЧССР, 1965, 22 с.
35. ГОСТ 13525.15—69. Бумага. Метод определения паропроницаемости.
36. ГОСТ 4096—62. Петролатум. Технические требования.
37. ГОСТ 1707—51. Масла индустриальные (веретенные и машинные). Технические условия.
38. ГОСТ 2488—47. Церезин. Технические условия.
39. Крейцер Г. Д. Асфальты, битумы и лаки. Изд. 3-е. М., 1952, 400 с.
40. ГОСТ 515—56. Бумага упаковочная битумная и дегтевая.
41. Хаимов Г. Я. Применение и транспортирование нефтяных битумов. М., 1968, 181 с.
42. ГОСТ 1544—52. Битумы нефтяные дорожные.
43. ГОСТ 9840—61. Бумага-основа для упаковочной водонепроницаемой двухслойной бумаги.
44. ГОСТ 8828—61. Бумага упаковочная водонепроницаемая двухслойная.
45. ГОСТ 9841—61. Бумага. Метод определения водонепроницаемости.
46. ГОСТ 10415—63. Бумага упаковочная биостойкая.
47. ГОСТ 5272—68. Коррозия металлов. Термины.
48. Томашов Н. Д. Теория коррозии и защиты металлов. М., 1969, 590 с.
49. Тодт Ф. Коррозия и защита от коррозии. Коррозия металлов и сплавов. Методы защиты от коррозии. М.—Л., 1966, 848 с.
50. Розенфельд И. Л. Замедление коррозии металлов.—«Журнал прикладной химии», 1966, т. 34, № 9, с. 2056—2059.
51. Williams A. E. Impregnated paper as an anti-corrosive —"World's paper Trade Review", 1953, 140, No 4, pp. 262—265.
52. Зосим З. Л., Хунис Э. Ф., Лозинский В. А. Биостойкая антикоррозионная бумага.—«Рефер. информ. Целлюлоза, бумага и картон», 1972, № 18, с. 10—11.
53. Козлова М. М., Луцик С. Н. Новая машина для производства антикоррозионной бумаги.—«Рефер. информ. Целлюлоза, бумага и картон», 1972, № 19, с. 4—5.
54. Paper s inhibitoren.—"Obaly", 1966, No 1, pp. 5—6.
55. Mumm H. W., Grimes W. S. Protective papers for corrosion control of metals.—"Tappi", 1962, 45, No 8, pp. A129—A131.
56. Day F. T. Rustop — ein neuen Rostschutz-Kraftpapier.—"Tara", 1969, 21, Nr 245, s. 1120—1121.
57. Левин С. З., Динер И. С., Кусинский В. Н. Синтез нитрита дициклогексаметилена — ингибитора атмосферной коррозии металлов.—«Химическая промышленность», 1962, № 8, с. 566—571.
58. Рябов А. К., Зосим З. Л. Ингибированная антикоррозионная бумага.—«Сборник трудов УкрНИИБ», 1971, вып. 10, с. 116—126.
59. ГОСТ 16295—70. Бумага упаковочная антикоррозионная (ингибированная).
60. Инструкция на консервацию и упаковку запасных частей с применением летучих ингибиторов (из опыта работы ЧТЗ). Л., 1958, 16 с.
61. Шехтер Ю. Н. Защита металлов от коррозии (ингибиторы, масла, смазки). М.—Л., 1964, 120 с.
62. Weinert D. Dampfphaseninhibitorpapiere für Korrosionsschutzzwecke.—"Die Verpackung", 1969, 10, Nr 6, ss. 201—203.
63. Алдыбеева А., Левин С. Ингибиторы коррозии металлов. Л., 1968, 264 с.
64. Брегман Дж. И. Ингибиторы коррозии. М.—Л., 1966, 312 с.
65. Полтева М. Н., Розенфельд И. Л., Персианцева В. П. Давление насыщенного пара некоторых бензоатов и нитробензоатов аминов.—В кн.: Коррозия и защита металлов». М., 1970, с. 140—143.

66. Розенфельд И. Л. Замедлители коррозии в нейтральных средах. М., 1953, 247 с.
67. Рачковская И. А., Егорова В. И. Технико-экономические показатели производства и потребления ингибированной бумаги.— «Научно-техническая информация. Целлюлозно-бумажная, гидролизная и лесохимическая промышленность», 1961, сб. 9, с. 76—78.
68. Лукинова А. И. Экономическая эффективность использования ингибированной бумаги марки В на машиностроительных заводах.— «Сборник трудов УкрНИИБ», 1969, вып. 12, с. 54—57.
69. ГОСТ 4665—62. Бумага светонепроницаемая для кинофотоматериалов.
70. Патент Великобритании № 1141806, кл. G2c (G03c), 5.02.69.
71. Бершадский М. И., Зайденберг Я. З. Изучение влияния упаковочных материалов на старение фотобумаги.— «Рефер. информ. Тара и упаковка», 1960, № 8, с. 8—9.
72. Бершадский М. И. Влияние упаковочных материалов на старение фотобумаги.— «Рефер. информ. Тара и упаковка», 1967, № 7, с. 12—13.
73. Drogin J. How carbon black is used in variety of paper products.— «Paper Trade Journal», 1963, 147, No 13, pp 24—27.
74. Патент ГДР № 74426, кл. 55c, 3/01 (D21d), 5.7.70.
75. Loia A. J. Tapes solve packaging problems.— «Modern Packaging», 1968, 41, No 7A, pp. 334—336.
76. Schmidt K. Querfadenverstärkte Klebebänder.— «Verpackung», 1964, 5, Nr 6, ss. 26—27.
77. Двухсторонняя термосвариваемая клеевая лента на бумажной основе.— «Рефер. информ. Химическая переработка древесины», 1967, № 34, с. 3.
78. Андреев В. И., Литвинчева З. Д., Егорова-Парфенова Г. С. Клеевые и липкие ленты на бумажной основе.— «Сборник трудов ЦНИИБ», 1966, вып. 1, с. 122—126.
79. Тонкая клеевая лента на бумажной основе.— «Рефер. информ. Химическая переработка древесины», 1967, № 27, с. 4.
80. Placzek L. Gummierte Papiere.— «Allgemeine Papier Rundschau», 1970, No 18, s. 664.
81. Патент Франции № 1369271, кл. C09j, 29.06.64.
82. Патент Японии № 14017, кл. 24j 91, 3.08.63.
83. Андреев В. И., Литвинчева З. Д., Егорова-Парфенова Г. С. Клеевые и липкие ленты на бумажной основе.— «Сборник трудов ЦНИИБ», 1968, вып. 3, с. 88—92.
84. Klimeš S. Lepicí pasky a jejich výroba.— «Papier a celuloza», 1961, n° 7, str. 156—158.
85. Самоклеякая бумажная лента с двухсторонним покрытием.— «Рефер. информ. Тара и упаковка», 1972, № 2, с. 12.
86. Instant adhesive in roll form.— «Packaging», 1966, 37, Nr 431, s. 56.
87. Использование новых видов клейких лент для упаковки.— «Рефер. информ. Тара и упаковка», 1966, № 4, с. 12.
88. Андреев В. И., Комаров Б. И. Клеевые и липкие ленты на бумажной основе.— «Сборник трудов ЦНИИБ», 1970, вып. 5, с. 170—176.
89. Micca G. V., Grandis E. Effects of Various Percentages of Monosulphite Straw Pulp Packing Papers.— «Tappi», 1960, 43, No 11, pp. 168A—179A.
90. Фляте Д. М. Свойства бумаги. М., 1970, 456 с.
91. Фарбер С. Р. Микрокрепирование бумаги. Минск, 1964, 48 с.
92. ГОСТ 10459—63. Бумага-основа для клеевой ленты.
93. Worbs C. Papiere mit erhöhter Dehnung.— «Wochenblatt für Papierfabrikation», 1967, Nr 22, ss. 861—869.
94. Иваницкий Ю. П. Растягивающаяся бумага.— «Научно-техническая информация. Целлюлозно-бумажная, гидролизная и лесохимическая промышленность», 1961, № 4, с. 79—90.
95. Иваницкий Ю. П. Изготовление растягивающейся бумаги на шведском предприятии.— «Научно-техническая информация. Целлюлозно-бумажная, гидролизная и лесохимическая промышленность», 1961, № 5, с. 77—78.

96. Van Derveer P. D. First details of west Virginiaa clupak paper operation revealed.—“Paper Trade Journal”, 1959, 143, No 26, pp. 30—34.
97. Strawinski A. Suczarka do papieru typu Flänt.—“Przeglad Papieruicyzy”, 1969, 12, str. 400—403.
98. Полякова Т. Б. Производство клеевой ленты.—«Рефер. информ. Целлюлоза, бумага, картон», 1970, № 3, с. 3.
99. Патент США № 3202539, кл. 117—122, 24.08.65.
100. Hertsch Helmut. Richtiges Anfeuchten von Klebestreifen.—“Wochenblatt für Papierfabrikation”, 1969, 97, Nr 3, s. 86—88.
101. Гайс Б. Получение и применение сульфатной целлюлозы из березовой древесины.— В кн.: Производство целлюлозы и полуцеллюлозы из лиственной древесины. М., 1959, с. 42—48.

### К третьему разделу

1. Kraft paper FF master shipper passes rugged transport storage test.—“Quick Frozen Foods”, 1966, 28, No 12, p. 50.
2. Kraft paper “carton”, plasticcarton combines, pace new developments.—“Quick Frozen Foods”, 1962, 24, No 12, p. 112.
3. Монтицкий Р. И., Василишина М. С., Евстафьева Р. Г. Упаковочные материалы для расфасовки продовольственных товаров. М., 1963, 84 с.
4. Трухтенкова Н. Е., Килипенко А. В. Бумагообразующие свойства целлюлозы двухступенчатой сульфитной варки.—«Бумажная промышленность», 1968, № 2, с. 3—6.
5. Кацнельсон А. Д., Штофенмахер Н. А. О применении бисульфитной полуцеллюлозы для производства тарного картона.—«Сборник трудов ВНИИБ», 1970, вып. 57, с. 167—175.
6. Mickley G. Behandlung von Altpapier zur Wiedergewinnung als Rohstoff für die Papierherstellung.—“Wochenblatt für Papierfabrikation”, 1968, 96, Nr 7, ss. 217—218, ss. 220—222.
7. Evans J. C. W. An unusual waste paper cleaning and stock preparation system.—“Paper Trade Journal”, 1966, 150, No 3, p. 42—43.
8. Herbert W., Kohlhepp D. H. Improve board machine profits through better stock preparation.—“Paper Trade Journal”, 1966, 150, No 29, pp. 30—34.
9. Johnson A. E. What the Polysolv process is and how it works.—“Paper Trade Journal”, 1969, 153, No 40, p. 55.
10. Root E. M. New technology in board mill stock preparation.—“Tappi”, 1964, 47, No 10, pp. 160—167.
11. Weiss H. G. Die Technik der dispergierung von Bitumen in Altpapier.—“Wochenblatt für Papierfabrikation”, 1968, 96, Nr 8, ss. 275—278, 280.
12. Aufbereitung schwierig aufzulösender Altpapier.—“Allgemeine Papier-Rundschau”, 1968, Nr 5, ss. 106—110.
13. Nilson B., Vardheim S. Das Asplund-Defibrator-Verfahren zur Altpapier-aufbereitung.—“Wochenblatt für Papierfabrikation”, 1966, 94, Nr 8, ss. 261—266.
14. Maurer R. Aufbereitung von gemischtem, unsortiertem Altpapier.—“Wochenblatt für Papierfabrikation”, 1969, 97, Nr 9, ss. 327—330.
15. Грант Ю. Лабораторный справочник по производству целлюлозы и бумаги. М., 1965, 421 с.
16. Кейси Д. П. Свойства бумаги и ее переработка. Т. 2, кн. 1. Перев. с англ. М., 1960, 650 с.
17. Способ консервации фруктов, преимущественно яблок. Авторское свидетельство № 153217.—«Бюллетень изобретений и товарных знаков», 1963, № 4. Авт.: С. А. Шкарин, В. Н. Гиренко, Ф. Н. Гаворенков, Е. Я. Печко, В. И. Ягубчиков.
18. Иванов С. Н. Технология бумаги. Изд. 2-е. М., 1970, 695 с.

Предисловие . . . . .	3
-----------------------	---

## РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

БУМАГА ДЛЯ УПАКОВКИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ . . . . .	5
---	---

<i>Глава I. Бумага с полимерными покрытиями (Н. Е. Трухтенкова, И. А. Пархоменко-Черняева, Т. В. Волобуева)</i> . . . . .	5
Полимерные материалы для покрытия бумаги . . . . .	5
Полиэтилен . . . . .	5
Полипропилен . . . . .	7
Сополнмеры винилиденхлорида . . . . .	9
Поливинилхлорид . . . . .	13
Кремнийорганические полимеры . . . . .	14
Сополнмеры этилена с винилацетатом . . . . .	16
Эфиры целлюлозы . . . . .	17
Альгинат натрия . . . . .	21
Поливинилловый спирт . . . . .	22
Гидрохлорид каучука . . . . .	23
Поллуретаны . . . . .	24
Другие полимеры . . . . .	25
Вспомогательные материалы для покровных составов . . . . .	25
Технология бумаги с покрытием расплавами полимеров . . . . .	27
Нанесение покрытий экструдерно-ламинаторным методом . . . . .	27
Адгезия полимера с бумагой при экструзионных покрытиях . . . . .	32
Нанесение покрытий методом каширования . . . . .	34
Бумага с полиэтиленовым покрытием . . . . .	35
Бумага с полипропиленовым покрытием . . . . .	53
Бумага с покрытием расплавами восков, модифицированных сополимерами этилена . . . . .	54
Бумага с соэкструдированным покрытием . . . . .	55
Технология бумаги с покрытиями из дисперсий и растворов полимеров . . . . .	56
Технология покрытия . . . . .	56
Процесс формования покрытия из водных дисперсий полимеров . . . . .	63
Процесс формования покрытия из раствора полимера в органических растворителях . . . . .	65
Бумага, покрытая сополимерами винилиденхлорида . . . . .	65
Бумага с силиконовым покрытием . . . . .	70
Бумага с антимикробными покрытиями . . . . .	72
<i>Глава II. Бумага для изготовления пачек (А. В. Кулишенко, Н. Е. Трухтенкова)</i> . . . . .	73
Виды бумаги и свойства . . . . .	73
Волокнистые полуфабрикаты . . . . .	79
Подготовка массы . . . . .	83
Изготовление бумаги на бумагоделательной машине . . . . .	88
<i>Глава III. Пергамент растительный (А. А. Петухова, Н. Е. Трухтенкова)</i> . . . . .	100
О механизме пергаментирования бумаги серной кислотой . . . . .	100
Требования к волокнистому сырью для производства пергамента . . . . .	106
Технология сернокислотного растительного пергамента . . . . .	108
Технология бумаги-основы . . . . .	108
Технология пергаментирования . . . . .	111
Технология крабового пергамента . . . . .	116
Жиростойкая упаковочная бумага —заменитель растительного пергамента . . . . .	119

	Стр.
<i>Глава IV. Подпергамент (Н. Е. Трухтенкова, М. Л. Королева)</i> . . . . .	122
Общие сведения . . . . .	122
Свойства целлюлозы для подпергамента . . . . .	123
Технология подпергамента . . . . .	129
Подготовка массы . . . . .	130
Изготовление подпергамента на бумагоделательной машине . . . . .	132
<i>Глава V. Бумага для стаканов (Н. Е. Трухтенкова)</i> . . . . .	136
Общие сведения . . . . .	136
Требования к волокистому сырью . . . . .	138
Технологические особенности производства бумаги для стаканов . . . . .	139
<i>Глава VI. Бумага, кашированная алюминиевой фольгой (Н. Е. Трухтенкова)</i> . . . . .	143
Общие сведения . . . . .	143
Свойства алюминиевой фольги . . . . .	144
Клей для каширования бумаги с фольгой . . . . .	145
Оборудование для каширования бумаги фольгой . . . . .	147
Упаковочный материал пергамент-фольга . . . . .	149
Материал бумага-фольга для упаковки чая . . . . .	159
Трехслойный комплексный материал бумага-фольга-полиэтилен . . . . .	151

## РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ БУМАГИ ДЛЯ УПАКОВКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТОВАРОВ И ИЗДЕЛИЙ

154

<i>Глава VII. Бумага для упаковки металлов и металлонзделей (А. С. Смолин, Н. Е. Трухтенкова)</i> . . . . .	154
Общие сведения . . . . .	154
Основные виды и свойства антикоррозийной бумаги . . . . .	156
Технология парафинированной бумаги . . . . .	160
Свойства парафинированной бумаги . . . . .	160
Технология бумаги-основы для парафинирования . . . . .	165
Характеристика парафинирующих составов . . . . .	170
Технология парафинирования . . . . .	177
Технология битумированной бумаги . . . . .	183
Виды и свойства бумаги . . . . .	183
Технология бумаги, дублированной битумом . . . . .	184
Технология ингибированной бумаги . . . . .	188
Основы ингибирования . . . . .	188
Характеристика бумаги-основы . . . . .	190
Ингибирующие составы . . . . .	195
Процесс ингибирования и свойства ингибированной бумаги . . . . .	198
Методы определения антикоррозионных свойств бумаги . . . . .	204
Техника безопасности . . . . .	206
<i>Глава VIII. Бумага для упаковки кинофотоматериалов (А. В. Клипенко, Н. Е. Трухтенкова)</i> . . . . .	207
Светонепроницаемая бумага . . . . .	207
Бумага для наружной упаковки фотобумаги . . . . .	216
<i>Глава IX. Упаковочные клеевые ленты на основе бумаги (Н. Е. Трухтенкова, А. В. Клипенко)</i> . . . . .	217
Виды и свойства клеевой ленты . . . . .	217
Технология бумаги-основы . . . . .	221
Технология клеевой ленты . . . . .	227
<i>Глава X. Шпагатная бумага (Н. Е. Трухтенкова, А. В. Клипенко)</i> . . . . .	231
Назначение и свойства бумаги . . . . .	231
Технология бумаги . . . . .	232

## РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

ОБЕРТОЧНО-УПАКОВОЧНАЯ БУМАГА (Н. Е. Трухтенкова, Д. Л. Ко- пецкая) . . . . .	235
Глава XI. Оберточно-упаковочная бумага общего назначения . . . . .	235
Виды и свойства бумаги . . . . .	235
Высокопрочная оберточно-упаковочная бумага . . . . .	240
Подготовка массы . . . . .	240
Изготовление бумаги на бумагоделательной машине . . . . .	243
Бумага для упаковки и расфасовки пищевых продуктов и промыш- ленных товаров . . . . .	245
Волокнистые полуфабрикаты . . . . .	245
Подготовка массы . . . . .	247
Изготовление бумаги на бумагоделательной машине . . . . .	250
Оберточно-упаковочная бумага из отходов целлюлозного производ- ства и вторичного сырья . . . . .	255
Подготовка массы из сучковой целлюлозы . . . . .	255
Подготовка массы из макулатуры . . . . .	256
Изготовление бумаги . . . . .	262
Глава XII. Оберточно-упаковочная бумага специального назначения . . . . .	265
Пергамин упаковочный . . . . .	265
Бумага для упаковки фруктов . . . . .	267
Бумага для изготовления спичечных коробок и упаковки их в пачки . . . . .	271
Алигнин упаковочный . . . . .	274
Список литературы . . . . .	276

Трухтенкова Нина Ефимовна, Килипенко Анна  
Васильевна, Пархоменко-Черняева Инна  
Александровна, Смолня Александр Семенович,  
Копецкая Диана Леонидовна,  
Петухова Александра Афанасьевна,  
Волобуева Тамара Владимировна,  
Королева Лариса Михайловна

## ТЕХНОЛОГИЯ УПАКОВОЧНОЙ БУМАГИ

---

Редактор издательства *Е. Д. Хиврич*  
Художественный редактор *Н. И. Плотников*  
Технический редактор *Г. Л. Карлова*  
Корректор *В. И. Смирнова*  
Переплет художника *В. И. Воробьева*

Сдано в набор 23/VIII 1973 г.

Подписано к печати 9/1 1974 г.; Т-01420.

Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типогр. № 2. Усл. печ. л. 18,0.

Уч.-изд. л. 19,42. Тираж 1500 экз. Издат. № 168/72.

Цена 2 р. 17 к. Зак. 536.

Тематический план 1973 г. № 126.

---

Издательство «Лесная промышленность»

Москва, Центр, ул. Кирова, 40а

Ленинградская типография № 8 «Союзполиграфпрома»  
при Государственном комитете Совета Министров СССР  
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.  
190000, Ленинград, Прачечный пер., 6

8005

04

18554

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
СЛЕПНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ