

**В. А. Данилевский**

# **КАРТОННАЯ и БУМАЖНАЯ ТАРА**



**ИЗДАТЕЛЬСТВО  
«ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»  
МОСКВА  
1979**

Данилевский В. А. **Картонная и бумажная тара.**— М.: Лесная промышленность, 1979, 216 с.

В книге излагаются основные свойства бумаги и картона, применяемых в производстве тары. Дается ее классификация, конструкция и характеристика всех видов тары из бумаги, картона и комбинированных материалов на их основе. Описано производство тары из бумажного литья. Приведена технология производства отдельных видов тары с описанием применяемых механизмов, способов укупорки тары и рекомендаций по применению тары для упаковки продукции. Даны методы испытания на прочность готовой продукции.

Книга рассчитана на инженерно-технических работников предприятий, выпускающих и использующих тару из бумаги и картона.

Табл. 44, ил. 115, библиогр.— 99 назв.

Д  $\frac{31414-010}{037(01)-79}$  98-79

## ВВЕДЕНИЕ

Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг., принятыми XXV съездом КПСС, предусматривается дальнейший рост промышленного производства, более быстрое развитие отраслей, определяющих научно-технический прогресс.

Одной из задач является повышение эффективности использования материальных ресурсов. «Всемерно снижать материалоемкость продукции путем более широкого применения прогрессивных конструкторских решений, совершенствования технологических процессов, увеличения выпуска экономичных видов и уменьшения удельных расходов сырья и материалов. . .»<sup>1</sup>. Это имеет непосредственное отношение к тарному хозяйству, где на производство тары затрачиваются значительные материальные ресурсы.

Для обеспечения сохранности выпускаемой продукции применяется большое многообразие видов тары как по конструкции, так и по материалам. Затраты на тару являются одним из важных элементов экономики. Они существенно влияют на ценообразование продукции, достигая в стоимости некоторых товаров более 15%. Увеличение объемов производства промышленной и сельскохозяйственной продукции, повышение ее качества и увеличение эффективности производства требует улучшения качества упаковки продукции, создания наиболее экономичной, легкой и удобной в эксплуатации тары.

Целый ряд продуктов и изделий требуют высокопрочной и удобной упаковки, особенно это относится к пищевым, химическим и другим продуктам. Применение существующих традиционных видов тары — деревянных ящиков и бочек, фанерно-штампованных и металлических бочек — требует большого расхода высококачественной древесины, металла и значительных трудозатрат на их производство. В то же время эта тара не всегда обеспечивает достаточную сохранность продукции, снижает ее качество, ухудшает товарный вид, неудобна в пользовании.

Технический прогресс в тароупаковочном деле неразрывно связан со все более широким применением тары из картона и бумаги, так как такая тара по сравнению с аналогичной, изготовленной из других материалов, имеет существенные преимущества. Она гораздо дешевле, для ее изготовления требуются относительно меньшие затраты исходного сырья и материалов. Картонная и бумажная тара отличается легкостью, гигиеничностью, удобствами в обращении, эстетичностью.

Производство картонной тары ежегодно увеличивается. В 1975 г. на производство картонной тары было израсходовано

<sup>1</sup> Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976 г., 169.

более 3 млн. т. картона и бумаги. По долгосрочному прогнозированию намечается дальнейший рост объемов производства тары из древесноволокнистых материалов. Расширение сферы использования картонной тары и замена существующих видов малоэффективной тары вызывают необходимость повышения ее прочностных показателей, изыскания новых конструктивных решений. Так, замена традиционных видов тары — деревянных ящиков и бочек, фанерно-штампованных барабанов, металлических бочек и барабанов — стала возможной вследствие разработки и производства высокопрочных конструкций картонной тары: ящиков из 5 и 7-слойного картона, картонных барабанов, картонных контейнеров и комбинированных видов тары.

Широкое применение картонной и бумажной тары в большинстве отраслей промышленности, сельском хозяйстве, сферах обслуживания позволяет обеспечить значительное снижение затрат труда на стадиях производства продукции — при упаковке продукции, ее хранении, погрузочно-разгрузочных операциях, доставке ее к потребителю.

Существенным преимуществом картонной и бумажной тары является и то, что значительная часть уже употреблявшейся тары как вторичное сырье может быть использовано в производстве тароупаковочных материалов, что позволяет сократить расход свежего сырья.

Производство картонной и бумажной тары ежегодно увеличивается. Если удельный вес транспортной картонной тары в 1965 г. составлял всего 12%, а деревянной 88%, то в 1976 г. он составил 31,6%, выпуск бумажных мешков увеличился до 1200 млн. штук [22, 82].

Анализ развития производства тары и тарных материалов показывает, что структурные сдвиги в производстве и потреблении тары происходят за счет резкого возрастания производства и потребления картонной и бумажной тары. Об этом свидетельствуют и данные производства тары в развитых странах. В странах с высокоразвитой тарной промышленностью применение бумаги, картона и комбинированных материалов на их основе для упаковки продукции составляет 70—90% от общего потребления всех видов тары [22].

Вместе с тем, несмотря на широкое распространение картонной и бумажной тары во всех сферах производства, в настоящее время имеется очень мало литературы, которая освещала бы эти вопросы.

Целью данной книги является рассмотрение основных видов картонной и бумажной тары, используемых материалов для ее производства, особенностей конструкций и технологии производства, методов испытаний, назначения тары и применения ее для упаковки продукции, экономической эффективности картонной и бумажной тары.

## МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ

Для производства картонной и бумажной тары используются материалы, обладающие достаточной прочностью, необходимой для обеспечения сохранности упаковываемой продукции.

Прочностные свойства картона и бумаги зависят прежде всего от тех полуфабрикатов, которые идут на их изготовление. Основными полуфабрикатами являются целлюлоза, древесная масса и макулатура.

### I. МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТАРНЫХ ВИДОВ КАРТОНА И БУМАГИ

**Белая древесная масса.** Получается путем механического истирания древесины в волокнистую массу. Естественный химический состав древесины при этом не изменяется. Сырьем для белой древесной массы служит в основном еловая древесина. Волокна древесной массы в отличие от волокон целлюлозы характеризуются большей жесткостью. Это свойство придает волокну оставшийся в древесине лигнин. Бумага и картон, содержащие древесную массу, наряду с высокой жесткостью, имеют низкий показатель излома. Поэтому при выработке упаковочных бумаг белая древесная масса используется в определенных количествах наряду с другими полуфабрикатами.

Преимущество способа получения белой древесной массы состоит в высоком выходе, который может достигать 95% в пересчете на исходную древесину, в связи с чем использование древесной массы вместо целлюлозы имеет большое народнохозяйственное значение.

**Бурая древесная масса.** Этот полуфабрикат получают в результате истирания предварительно пропаренной древесины. Бурая древесная масса содержит те же компоненты, что и белая, так как разделение на волокна производится в обоих случаях одним и тем же методом. В результате пропарки древесина становится более рыхлой и легче разделяется на составляющие ее волокна при максимальном сохранении их целостности. Полученный таким образом полуфабрикат характеризуется гораздо более длинным и пластичным волокном, чем белая древесная масса, а выработанные из него материалы отличаются более высокими показателями механической прочности. Вследствие растворения в процессе пропарки содержащихся в волокне инкрустов, особенно смолы, а также фенолов, масса окрашивается в бурый цвет. Пониженная жесткость волокон бурой древесной массы по сравнению с белой древесной массой позволяет выработывать из нее картон, характеризующийся достаточной пластичностью и упругостью, что важно для изготовления картонной тары.

**Химическая древесная масса.** Получается истиранием древесины, предварительно подвергнутой тепловой и химической обработке. Благодаря такой обработке в древесине ослабляются межклеточные связи и при истирании легко разделяют ее на длинные, тонкие и эластичные волокна.

Химическая древесная масса в отличие от белой и бурой производится в основном из лиственных пород древесины. Химическая древесная масса применяется для изготовления упаковочных бумаг и различных видов картона. По своим свойствам химическая древесная масса является промежуточным продуктом между обычной белой древесной массой и небеленой целлюлозой высокого выхода.

**Целлюлоза.** Целлюлоза представляет собой полуфабрикат, получаемый из растительного сырья химическим способом разделения древесины на отдельные волокна путем удаления большей части инкрустирующих веществ. Способы производства целлюлозы основаны на растворении соответствующих химикатами лигнина и других веществ. Целлюлоза, таким образом, состоит в основном из сохранившихся исходную длину волокон, не содержащих лигнина. Волокна обладают повышенной прочностью и эластичностью. Выработают целлюлозу из древесины хвойных и лиственных пород, соломы, тростника. Существует два основных способа производства целлюлозы: сульфатный и сульфитный. Сульфитная целлюлоза представляет собой полуфабрикат, полученный в процессе варки в кислой среде. Для сульфитного способа производства пригодны лишь малосмолистые хвойные породы — ель и пихта, а из лиственных преимущественно тополевые. Сульфитная целлюлоза, благодаря своей белизне, используется для производства различных видов упаковочных бумаг и картонов, где необходимо иметь хорошую печать. В производстве картона этот полуфабрикат идет в основном на покровный слой.

Сульфатная целлюлоза получается в результате варки древесины в присутствии щелочи. Различают два основных способа щелочной варки: натрийный и сульфатный. В противоположность сульфитному способу щелочные пригодны для любого вида сырья, что является существенным их преимуществом.

Щелочной способ варки в сравнении с сульфитным обладает рядом преимуществ. Он позволяет выработать целлюлозу почти из всех пород древесины, в том числе из низкосортной древесины и отходов. Так, сосна, которая из-за высокого содержания смолы при сульфитном способе может быть использована с трудом, служит одним из основных видов сырья для производства сульфатной целлюлозы. В небеленом состоянии сульфатная целлюлоза имеет ярко выраженную коричневую окраску. Сульфатная целлюлоза характеризуется большей прочностью, чем сульфитная, что объясняется более слабым гидролизом древесины во время варки и почти полным сохранением содержания пентозанов. Благодаря высоким прочностным показателям, сульфатная целлюлоза используется для изготовления прочных сортов упаковочных бумаг и прежде всего мешочной бумаги и картона типа крафт-лайнер. Кроме того, сульфитная целлюлоза, как правило, применяется при производстве картона из макулатуры и других полуфабрикатов для образования прочного покровного слоя (картон типа тестлайнер и др.).

Сульфатная целлюлоза является основным полуфабрикатом в производстве упаковочных видов бумаг и картонов, и ее содержание в материале во многом предопределяет его прочностные свойства.

**Полуцеллюлоза.** Полуцеллюлоза выработывается из древесины или другого волокнистого материала химико-механическим способом. Варка волокнистого материала производится в кислой или щелочной среде. В результате такой предварительной обработки древесина легко разделяется на волокна в процессе последующей обработки ее механическим путем. Полуцеллюлоза, как и химическая древесная масса, занимает промежуточное место между древесной массой и целлюлозой. Этот полуфабрикат характеризуется меньшим содержанием лигнина, а следовательно, и большей эластичностью волокон по сравнению с древесной массой, и в то же время по сравнению с целлюлозой имеет большой полезный выход (70—80%). Особое преимущество этого способа заключается в возможности использования лиственных пород древесины. Полуцеллюлоза является одним из основных полуфабрикатов при производстве бумаги для гофрирования и тарного картона.

**Бурая соломенная масса.** Производство этого полуфабриката осуществляется химико-механическим способом. Варка соломы производится в мягких щелочных условиях. Бурая соломенная масса окрашена в желтовато-зеленый цвет, обладает высокой жесткостью и незначительной эластичностью. Этот полуфабрикат является ценным сырьем для производства бумаги для гофрирования. Гофрированный картон, изготовленный из этой бумаги, обладает высокой прочностью на сжатие, что весьма важно для картонной тары.

**Тростниковая целлюлоза.** Получается путем переработки тростника химико-механическим способом. Тростниковая целлюлоза обладает повышенной жесткостью, но из-за небольшой длины волокон может использоваться только с добавлением в композицию длинноволокнистого материала. Тростниковая целлюлоза используется при производстве бумаги для гофрирования, коробочного и тарного картона в совокупности с другими полуфабрикатами для придания материалу повышенной жесткости.

**Макулатура.** Макулатура является одним из составных компонентов при выработке упаковочного картона. Макулатура используется для образования основного или внутреннего слоя картона. Облицовочный слой образуется из целлюлозы. В зависимости от сорта и состава макулатура может обладать различными свойствами после ее роспуска на волокно. При использовании макулатуры важна ее предварительная сортировка по видам материала. Наиболее ценной является сульфатная макулатура, т. е. та макулатура, которая содержит в своем составе только бумагу и картон, изготовленные из сульфатной целлюлозы. Изготовленный из этой макулатуры картон обладает высокими прочностными показателями.

Использование макулатуры является одним из больших резервов увеличения выпуска картона для упаковки самой разнообразной продукции. В качестве вторичного сырья для производства тарных видов картона используют следующие марки макулатуры по ГОСТ 10700—75: марка МС-3 содержит все виды бумаг из сульфитной небеленой целлюлозы; марка МС-5 состоит из отходов всех видов картона (кроме электроизоляционного и изделий из него); марка МС-6 — изделия из картона в виде ящиков и картонажных коробок.

## 2. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ

Для производства картонной тары требуются картон, бумага, фанера, жесть металлическая, проволока, склеивающие и уплотняющие вещества, влагозащитные и другие покрытия, нитки, шпагат, металлическая лента.

Картон и бумага в сочетании с другими материалами обеспечивают готовому изделию необходимую механическую прочность, легкость и другие качества.

Выбор картона и бумаги производят исходя из требований к прочностным показателям тары, при которых обеспечивается сохранность упаковываемого продукта, с учетом получения при этом оптимальной и экономичной конструкции тары.

Наилучшими материалами для картонной и бумажной тары являются тарные картоны и бумаги, в состав которых по волокну в основном входит сульфатная целлюлоза. Эти материалы наиболее полно отвечают требованиям, предъявляемым к ним в процессе изготовления и эксплуатации тары.

Для производства картонных ящиков и барабанов применяются следующие виды картона и бумаги: картон для плоских слоев гофрированного картона; картон тарный сплошной склеенный; картон коробочный; бумага для гофрирования.

**Картон для плоских слоев гофрированного картона.** Картон вырабатывается по ГОСТ 7420—69 следующих марок: К-0, К-1, К-2, К-3, К-4. Основные показатели этих марок картона приведены в табл. 1. Марка картона определяется конкретными требованиями к прочностным показателям картонной тары, условиями ее эксплуатации.

1. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРТОНА ДЛЯ ПЛОСКИХ СЛОЕВ  
ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА

Марка картона	Масса 1 м <sup>2</sup> , г	Толщина, мм	Сопротивление продавливанию, МПа	Излом (число двойных перегибов)	Жесткость по разрушению кольца, Н/см	Влажность, %
К-0	125	0,20	0,50	250	10	8
	150	0,25	0,55	250	14	8
	175	0,28	0,65	250	17	8
	200	0,33	0,70	250	20	8
	250	0,40	0,80	250	23	8
	300	0,45	0,90	250	27	8
К-1	200	0,35	0,55	200	17	8
	250	0,40	0,60	200	20	8
	300	0,45	0,70	200	24	8
	350	0,50	0,80	200	28	8
К-2	200	0,43	0,50	100	17	8
	250	0,43	0,50	100	17	8
	300	0,50	0,60	100	20	8
К-3	350	0,55	0,70	100	20	8
	250	0,50	0,45	50	18	8
	300	0,50	0,45	50	18	8
К-4	350	0,60	0,50	50	20	8
	200	0,35	0,25	30	10	8
	300	0,50	0,35	30	18	8
	350	0,60	0,40	30	20	8

Для обеспечения надлежащей прочности склейки ящиков, нанесения печати должен обеспечиваться такой показатель, как впитываемость воды покровным слоем картона, который определяется односторонним смачиванием образца в течение 60 с и составляет для картона 20—22 г/м<sup>2</sup> впитанной воды. Марки картона К-0, К-1 изготавливаются из 100%-ной сульфатной целлюлозы. Для марок К-2 сульфатная целлюлоза используется только на покровный слой картона. Марки К-3, К-4 по составу волокна не нормируются.

Картон тарный сплошной склеенный. Применяется для производства картонных ящиков. Кроме того, он может быть использован для изготовления решеток и перегородок.

2. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРТОНА ТАРНОГО СКЛЕЕННОГО СПЛОШНОГО

Марка картона	Толщина, мм	Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	Сопротивление продавливанию к 1 мм толщины, МПа	Угол надлома, град	Впитываемость воды за 5 мин покровным слоем	Влажность, %
КС	1,4—1,8	0,70	1,00	35	4,5	12
КСВ	2,0—3,0	0,70	1,00	25	3,5	12
КС-1	1,4—1,8	0,65	0,65	35	4,5	12
КСВ-1	2,0—3,0	0,65	0,65	25	3,5	12
КС-2	1,4—1,8	0,60	0,60	20	4,5	12
КСВ-2	2,0—3,0	0,60	0,60	20	3,5	12
КС-3	1,4—1,8	0,60	0,55	20	—	12
	2,0—3,0	0,60	0,55	20	—	12

Картон тарный сплошной склеенный вырабатывается по ГОСТ 9421—60 следующих марок: КС, КС-1, КС-2, КС-3, КСВ, КСВ-1, КСВ-2. Основные показатели картона приведены в табл. 2.

Картон марок КС, КС-1, КС-2 и КС-3 склеивается силикатным клеем. Картон марок КСВ, КСВ-1, КСВ-2 должен склеиваться водостойким клеем. Эти марки картона обладают повышенной влагонепрочностью и должны применяться для изготовления тары, которая эксплуатируется в условиях повышенной влажности (при морских перевозках и др.).

Картон коробочный. В основном предназначен для производства потребительской тары. Вместе с тем отдельные марки этого картона могут применяться для производства картонных барабанов, а также для изготовления прокладок и решеток в картонные ящики, особенно, когда в ящики упаковываются мелкие изделия (тубы, флаконы, электротехнические изделия и др.). Для этих целей используются более низкие марки коробочного картона В, Г и Д по ГОСТ 7933—75. Основные показатели коробочного картона, используемого в производстве транспортной картонной тары, приведены в табл. 3.

### 3. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОРОБОЧНОГО КАРТОНА

Марка картона	Толщина, мм	Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	Предел прочности, МПа	Влажность, %
В	0,5—2,5	0,60—0,70	16—18	8
Г	0,5—3,0	0,60—0,65	14	8
Д	0,9—2,0	0,52—0,55	14	8

Бумага для гофрирования. Основное назначение бумаги для гофрирования — это образование волнистого слоя при изготовлении гофрированного картона. Кроме того, бумага для гофрирования может быть использована при производстве картонных барабанов для навивки корпуса барабана. Бумага для гофрирования вырабатывается по ГОСТ 7377—69 следующих марок: Б-1, Б-2, Б-3. Марка Б-1 состоит из 25% сульфатной небеленой целлюлозы и 75% полуцеллюлозы. Марка Б-2 имеет в своем составе 25% сульфатной целлюлозы и 75% полуфабрикатов высокого выхода (полуцеллюлозы высокого выхода); марка Б-3 имеет 35% сульфатной целлюлозы, остальной состав волокна не нормируется. Основные показатели бумаги для гофрирования приведены в табл. 4.

### 4. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БУМАГИ ДЛЯ ГОФРИРОВАНИЯ

Марки бумаги	Масса, г/м <sup>2</sup>	Толщина, мм	Сопротивление продавливанию, МПа	Сопротивление плоскостному сжатию, МПа	Проклейка по методу сухого индикатора, с/мм	Влажность, %
Б-1	100	0,21	0,20	0,15	250	7
	125	0,25	0,33	0,20	250	7
	150	0,29	0,40	0,25	250	7
Б-2	125	0,25	0,28	0,17	250	7
	150	0,29	0,35	0,20	250	7
Б-3	100	0,23	0,12	0,05	250	7
	125	0,25	0,18	0,11	250	7
	150	0,30	0,22	0,14	250	7

Бумага мешочная. Предназначена для изготовления многослойных бумажных мешков, являющихся одним из наиболее массовых и самых

экономичных видов бумажной тары. Мешочная бумага должна удовлетворять требованиям, отвечающим различным условиям изготовления и эксплуатации бумажных мешков. В настоящее время существуют более 20 видов мешочной бумаги. Мешочная бумага выпускается в рулонах шириной 960—1300 мм. Ширина рулонов устанавливается в зависимости от требуемых размеров мешков и ширины бумагоделательных машин. Диаметр рулонов достигает 1200 мм, масса 400—800 кг.

Вырабатываются следующие виды мешочной бумаги:

- непропитанная машинной гладкости массой 70, 80, 90 г/м<sup>2</sup> в основном из небеленой, редко из беленой сульфатной целлюлозы;
- основа для дублирования (склеивания) односторонней гладкости массой 45—50 г/м<sup>2</sup>;
- непропитанная микрокрепированная массой 70—120 г/м<sup>2</sup>;
- непропитанная слабокрепированная (крепированная на прессе бумагоделательной машины);
- влагопрочная (с добавкой смол или латексов);
- битумированная (пропитанная битумно-масляной смесью);
- дублированная битумом (два слоя бумаги, склеенных битумом);
- лакированная битумом (нанесение битумного поверхностного слоя);
- покрытая полиэтиленом (полиэтиленовый слой 10—40 мкм);
- покрытая полихлорвинилом (полихлорвиниловый слой 20—40 мкм);
- покрытая дисперсией поливинилиденхлорида;
- покрытая микровоском;
- покрытая смесью на основе микровоска и сополимеров этилена;
- покрытая силиконами;
- армированная синтетическими нитями;
- кашированная алюминиевой фольгой;
- дублированная полимерными пленками, склеенная с полиэтиленовой, сарановой полипропиленовой или другой пленкой;
- двухслойная бумага (наружный слой из беленой, внутренний — из небеленой сульфатной целлюлозы);
- обрезиненная (наружная поверхность бумаги покрыта резиновым слоем).

Основными требованиями, предъявляемыми к мешочной бумаге, являются: высокая прочность на растяжение; сопротивление продавливанию; сопротивление раздиранию.

Прочность бумажных мешков зависит от прочностных свойств бумаги, из которой эти мешки изготовлены, однако до настоящего времени не удалось установить четкой зависимости между прочностью мешков и физико-механическими свойствами бумаги. Это объясняется прежде всего конструктивными особенностями бумажного мешка, свойствами затариваемого продукта, характером распределения нагрузок. Вместе с тем установлено, что отдельные показатели оказывают существенное влияние на прочность бумажных мешков. Так, масса 1 м<sup>2</sup> мешочной бумаги находится в пределах 60—100 г. Увеличение массы бумаги при прочих равных условиях увеличивает разрывное усилие, сопротивление продавливанию и раздиранию, с другой стороны приводит к возрастанию ее жесткости, что отрицательно сказывается на ее эластичности и соответственно приводит к снижению прочности бумажного мешка. Ниже приведены основные виды мешочных бумаг.

Непропитанная мешочная бумага является основным видом бумаги для производства бумажных мешков. Бумага мешочная изготавливается по

ГОСТ 2228—75 марок М-70А, М-78А, М-70Б, М-78Б. Основные показатели мешочной бумаги приведены в табл. 5.

#### 5. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕШОЧНОЙ БУМАГИ

Показатели	Марки бумаги			
	М-70А	М-70Б	М-78А	М-78Б
Масса, г/м <sup>2</sup>	70	70	78	78
Разрывное усилие в поперечном направлении, Н	40	37	43	37
Удлинение при разрыве в поперечном направлении, %	40	38	40	35
Сопротивление раздиранию в машинном направлении, Н	0,88	0,9	0,98	0,98
Воздухопроницаемость, мл/мин	200—600	200—600	200—600	200—600
Впитываемость при одностороннем смачивании за 60 с, г/м <sup>2</sup>	22	22	22	27
Проклейка, мм	2,0	2,0	2,0	2,0
Влажность, %	8—11	8—11	8—11	8—11

Мешочная бумага изготавливается из 100%-ной сульфатной небеленой целлюлозы.

**Слабокрепированная мешочная бумага.** Применение крепированной мешочной бумаги позволяет значительно увеличить прочность бумажных мешков.

Слабокрепированная мешочная бумага обладает повышенным удлинением в машинном направлении (5—15%). Эта бумага может применяться как в непропитанном виде, так и с различными покрытиями, например полиэтиленовым, силиконовым и др. Мешки, изготовленные из слабокрепированной мешочной бумаги, рекомендуются для смешанных перевозок, для перевозок на экспорт и на дальние расстояния.

**Микрокрепированная мешочная бумага.** Микрокрепированная мешочная бумага отличается от обычной крепированной очень мелким крепом, почти незаметным и высоким показателем удлинения в машинном направлении (8—12%). Эта бумага легко подвергается различной обработке — дублированию, покрытию полиэтиленом. Микрокрепированная бумага имеет более высокое удлинение не только в машинном направлении, но и в поперечном, более высокий показатель разрыва, что важно для повышения прочности бумажных мешков. Микрокрепированная мешочная бумага изготавливается из сульфатной небеленой целлюлозы, но может применяться и низкокачественная целлюлоза, при этом за счет микрокрепирования динамическая прочность получаемой бумаги повышается.

**Бумага повышенной растяжимости.** Мешочная бумага повышенной растяжимости может быть получена при сушке мешочной бумаги на воздушной подушке, благодаря чему происходит свободная усадка, что удлиняет бумагу в обоих направлениях. Прочность мешков, изготовленных из такой бумаги, повышается.

В табл. 6 приведены сравнительные данные разных видов мешочных бумаг.

**Бумага битумированная.** Битумированная мешочная бумага представляет собой обычную бумагу массой 80 г/м<sup>2</sup>, пропитанную с одной стороны битумно-масляной смесью. По сравнению с обычной непропитанной бумагой она обладает меньшей проницаемостью. Она применяется для изготовления бумажных мешков, используемых для упаковки минеральных удобрений и гигроскопических продуктов.

## 6. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕШОЧНОЙ БУМАГИ ПОВЫШЕННОЙ РАСТЯЖИМОСТИ

Показатели	Бумага воздушной сушки	Микрокрепированная бумага	Обычная бумага
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	70	71	70
Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	0,60	0,64	0,60
Разрывное усилие, Н:			
в продольном направлении	8,2	7,3	8,6
в поперечном направлении	4,4	4,7	4,1
Удлинение, %:			
в продольном направлении	4,7	8,3	2,9
в поперечном направлении	8,3	6,2	5,8
Сопротивление раздиранью, гс:			
в продольном направлении	0,88	0,78	0,84
в поперечном направлении	100	0,98	0,88
Сопротивление излому:			
в продольном направлении	3300	3300	2700
в поперечном направлении	2600	2000	1700
Сопротивление продавливанию, МПа	0,29	0,28	0,24
Воздухопроницаемость, мл/мин	210	350	290

**Бумага, лакированная битумом.** Лакированная битумом бумага в отличие от битумированной не пропитывается, а имеет тонкую поверхностную пленку из тугоплавкого битума. Защитные свойства лакированной бумаги несколько выше битумированной. Сравнительная характеристика этих видов бумаг приведена в табл. 7. Лакированная бумага применяется для наружных и внутренних слоев бумажных мешков для упаковки минеральных удобрений и других химических продуктов.

## 7. ХАРАКТЕРИСТИКА БУМАГИ БИТУМИРОВАННОЙ И ЛАКИРОВАННОЙ

Показатели	Битумированная бумага	Лакированная бумага
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	90	90
Масса битума, г/м <sup>2</sup>	25	15—25
Толщина, мкм	145—160	—
Разрывное усилие, Н:		
продольное	80—95	90—100
поперечное	34—43	33—40
Удлинение, %:		
продольное	2,0—2,9	1,8—2,2
поперечное	3,8—6,0	3,0—5,9
Сопротивление раздиранью, Н:		
продольное	0,78—1,17	0,88—1,13
поперечное	0,88—1,28	1,08—1,52
Сопротивление продавливанию, МПа	0,22—0,30	0,24—0,41

К недостаткам лакированной бумаги следует отнести ее недостаточную морозостойкость, которая проявляется при температуре ниже —30°С.

**Дублированная бумага.** Дублированная бумага состоит из двух слоев бумаги-основы массой 65 г/м<sup>2</sup>, склеенных между собой битумом. Дублированная бумага имеет повышенную водонепроницаемость и более высокую

прочность на разрыв и используется для внутренних слоев бумажных мешков для упаковки гигроскопических продуктов. Как и лакированная бумага, дублированная бумага не рекомендуется для использования при температурах ниже  $-40^{\circ}\text{C}$ .

**Армированная мешочная бумага.** Армированная мешочная бумага представляет собой бумагу, между двумя слоями которой расположена армированная сетка из перекрещивающихся нитей синтетических или стеклянных волокон. Так как волокна имеют большую растяжимость по сравнению с бумагой, при изготовлении армированной бумаги часто применяют крепированную или микрокрепированную бумагу. В ряде случаев армированная бумага с одной или двух сторон покрывается полиэтиленом.

Для склеивания бумаги и армирующих нитей применяется тугоплавкий битум с повышенной липкостью. Расход битума обычно составляет 40—50% от массы бумаги-основы. Армированная бумага применяется в качестве наружного слоя бумажных мешков, используемых для упаковки кусковых и сыпучих продуктов, в условиях многократных перевалок, значительных динамических нагрузках и повышенной влажности.

Сравнительная характеристика дублированной и армированной мешочной бумаги приведена в табл. 8.

#### 8. ХАРАКТЕРИСТИКА ДУБЛИРОВАННОЙ И АРМИРОВАННОЙ МЕШОЧНОЙ БУМАГИ

Показатели	Дублированная	Армированная гладкая	Армированная крепированная
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	155—190	175	199
Разрывное усилие, Н:			
в продольном направлении	102—130	106	59
в поперечном направлении	44—90	75	53
Удлинение, %:			
в продольном направлении	2,5—3,4	2,1	9,2
в поперечном направлении	2,8—6,3	2,6	3,5
Спротивление раздиранию, Н:			
в продольном направлении	1,66—2,28	1,22	5,32
в поперечном направлении	2,26—2,68	4,62	10,54
Спротивление продавливанию, МПа	0,52—0,66	0,36	0,28
Водопроницаемость, ч	6	6	6

Армированная бумага в производстве бумажных мешков из-за сложности ее изготовления и значительной стоимости находит меньшее применение, чем дублированная. Чаще армированную мешочную бумагу используют для изготовления высокопрочных клеевых лент.

**Бумага мешочная с полиэтиленовым покрытием.** Полиэтиленовая пленка, нанесенная на бумагу, способствует повышению химической устойчивости и прочности бумаги: увеличиваются разрывное усилие, удлинение и сопротивление раздиранию. Влагочность бумаги с полиэтиленовым покрытием возрастает до 10—15%, бумага со стороны покрытия становится водонепроницаемой. Бумага с полиэтиленовым покрытием обладает низкой проницаемостью водяных паров (3—5 г/м<sup>2</sup>), имеет более высокую морозостойкость по сравнению с дублированной или ламинированной бумагой (табл. 9).

Ламинированная полиэтиленом бумага хорошо термосваривается, однако скорость термосваривания невысокая, что не позволяет использовать ее при производстве бумажных мешков. Недостатками ламинированной бумаги является плохое восприятие печати и слабое склеивание. Для повышения адгезии и придания ей печатных свойств бумага подвергается ионизации. Мешочная бумага с полиэтиленовым покрытием используется при изготовле-

9. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБЫЧНОЙ МЕШОЧНОЙ БУМАГИ С БУМАГОЙ С ПОЛИЭТИЛЕНОВЫМ ПОКРЫТИЕМ [62]

Показатели	Бумага мешочная	Бумага с покрытием толщиной, мкм		
		25	40	60
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	80	104	120	136
Толщина, мкм	170	185	196	217
Разрывное усилие, Н:				
в продольном направлении	90	95	99	107
в поперечном направлении	40	41	45	46
Удлинение, %:				
в продольном направлении	2,2	2,3	2,3	2,5
в поперечном направлении	3,5	4,0	5,7	6,8
Спротивление раздиранью, Н:				
в продольном направлении	1,10	1,58	1,96	2,18
в поперечном направлении	1,20	1,85	2,05	2,35
Спротивление продавливанию, МПа	0,33	0,34	0,34	0,34
Проницаемость за 24 ч, г/м <sup>2</sup>	300	7,1	3,8	3,0
Влагопрочность, %	6	9,8	—	17,5

нии мешков для упаковки минеральных удобрений, ядохимикатов, различных гигроскопических продуктов, в том числе и пищевых продуктов.

**Влагопрочная мешочная бумага.** Сохранение прочности бумаги при ее увлажнении имеет большое значение для повышения и эксплуатационных качеств бумажных мешков.

Влагопрочная мешочная бумага вырабатывается из сульфатной небеленой целлюлозы с добавкой небольшого количества веществ, которые придают готовой бумаге необходимые свойства. К таким веществам относятся карбамидные смолы, латексы, полиамидэпихлоргидридные смолы и др. Влагопрочность характеризуется отношением разрывного усилия влажной бумаги к разрывному усилию воздушносухой бумаги и выражается в процентах. Влагопрочная бумага вырабатывается массой 65—110 г/м<sup>2</sup> (табл. 10).

Влагопрочная бумага, полученная при применении разных химикатов, обладает различными свойствами при одной и той же влагопрочности.

Так, бумага, содержащая карбамидную смолу, обладает повышенной жесткостью и невысоким показателем по числу двойных перегибов. При длительном пребывании во влажной среде ее влагопрочность также заметно снижается из-за разложения смолы. Бумага с добавкой каучукового латекса значительно эластичнее и более устойчива по отношению к влаге. Необходимо также учитывать, что влагопрочная бумага теряет свои свойства под воздействием температуры и окружающей среды. Влагопрочная мешочная бумага используется для производства бумажных мешков для сыпучих продуктов, минеральных удобрений, бытовых отходов и другой продукции, транспортируемой в условиях повышенной влажности.

**Бумага с силиконовым покрытием.** Мешочная бумага с силиконовым покрытием обладает антилипкими свойствами. Покрытие наносится на бумагу с одной стороны. Прочность антилипкой бумаги соответствует прочности бумаги-основы. В качестве бумаги-основы применяется обычная мешочная бумага массой 70—80 г/м<sup>2</sup>.

Антилипкая бумага используется для изготовления бумажных мешков при упаковке веществ, обладающих адгезивными свойствами, таких как синтетический каучук, расплавленный битум, каучуконол и другие материалы. Благодаря покровному слою бумаги, обращенному внутрь мешка, бумага обладает отталкивающими свойствами, и при опораживании мешка слой бумаги, обращенный к продукту, легко отделяется от него.

10. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЛАГОПРОЧНОЙ  
МЕШОЧНОЙ БУМАГИ

Наименование показателей	Добавка в массу		
	Мочевино-Формальдегидная смола	Латекс СКС-65ГП	Латекс Л-4
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	65—74	74—82	74—82
Разрывное усилие бумаги в сухом состоянии, Н:			
в машинном направлении	70—100	70—100	70—100
в поперечном направлении	32—50	37—55	37—50
Разрывное усилие бумаги во влажном состоянии, Н:			
в машинном направлении	16	7—10	22—35
в поперечном направлении	8	4—5	10—15
Влагопрочность, %	18—22	10	34
Удлинение, %:			
в машинном направлении	2,0—3,5	2—3	1,8—2,8
в поперечном направлении	3,5—6,5	3,5—5,0	3,0—4,6
Спротивление раздиранью, Н:			
в машинном направлении	0,98—1,28	0,98—1,28	0,98—1,58
в поперечном направлении	1,08—1,56	1,02—1,62	1,08—1,98
Спротивление продавливанию, МПа	0,24—0,27	0,28—0,34	0,23—0,34
Воздухопроницаемость, мл/мин	200—600	200—800	200—800

**Мешочная бумага с микровосковым покрытием.** Мешочная бумага с микровосковым покрытием имеет более высокие прочностные показатели и обладает повышенными защитными свойствами. По сравнению с бумагой, ламинированной полиэтиленом, бумага, покрытая восковым сплавом, при одинаковом расходе материала лучше воспринимает печать, медленнее стареет на свету, обладает повышенными прочностными показателями.

Мешочная бумага с микровосковым покрытием используется для изготовления бумажных мешков для улаковки гигроскопических продуктов. Основные показатели бумаги, обработанной восковыми сплавами даны в табл. 11.

11. ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БУМАГИ, ОБРАБОТАННОЙ  
ВОСКОВЫМ СПЛАВОМ

Наименование показателей	Бумага-основа	Бумага с покрытием	Бумага с пропиткой
Разрывной груз, Н:			
в машинном направлении	110	114	113
в поперечном направлении	44	46	45
Удлинение, %:			
в машинном направлении	2,06	2,46	1,91
в поперечном направлении	2,94	3,85	2,72
Спротивление раздиранью, Н:			
в машинном направлении	0,96	0,99	0,97
в поперечном направлении	1,23	1,29	1,20
Спротивление продавливанию, МПа	0,314	0,343	0,341

**Обрезиненная мешочная бумага.** Обрезиненная мешочная бумага состоит из бумаги-основы массой 80 г/м<sup>2</sup> и резинобитумного покрытия с одной или двух сторон. Резинобитумное покрытие защищает волокна бумаги от действия

влаги, кислот и газообразной агрессивной среды, которые образуются при упаковке и хранении химикатов. Преимуществом обрешиненной бумаги является также то, что в процессе хранения в ней химикатов ее прочность снижается незначительно по сравнению с другими видами мешочных бумаг. Показатели обрешиненной мешочной бумаги приведены в табл. 12.

## 12. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРЕШИНЕННОЙ МЕШОЧНОЙ БУМАГИ

Наименование показателей	Бумага-основа	Обрешиненная бумага
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	80	350—400
Разрывной груз, Н:		
в машинном направлении	110	105—115
в поперечном направлении	44	44—46
Удлинение, %:		
в машинном направлении	2,2	2,5
в поперечном направлении	2,9	2,6
Спротивление раздиранию, Н:		
в машинном направлении	1,02	2,10
в поперечном направлении	1,31	2,25
Спротивление продавливанию, МПа	0,314	0,36
Воздухопроницаемость, мл/мин	200—600	0
Паропроницаемость за 24 ч, г/м <sup>2</sup>	300	18

Обрешиненная мешочная бумага применяется для производства бумажных мешков под агрессивные и гигроскопические химикаты, такие как хлорамин, хлорная известь, коллоидная сера, медный купорос, суперфосфат и др.

**Вспомогательные материалы.** Лента клеевая на бумажной основе. Для склеивания картонных ящиков при упаковке продукции используется в основном бумажная клеевая лента марки В, Г по ГОСТ 18251—72. Клеевая лента изготавливается из бумаги-основы по ГОСТ 10459—72, состоящей из 100%-ной сульфатной целлюлозы. Бумага-основа должна отвечать основным требованиям, приведенным в табл. 13.

## 13. ХАРАКТЕРИСТИКА БУМАГИ-ОСНОВЫ ДЛЯ КЛЕЕВОЙ ЛЕНТЫ

Показатели	Марка бумаги-основы	
	В	Г
Масса, г/м <sup>2</sup>	80	90
Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	0,60	0,75
Разрушающее усилие в продольном направлении, Н	80	35
Проклейка, мм	1,75	1,5
Влажность, %	6	6

Ширина применяемой ленты марки В от 40 до 100 мм, марки Г—40 мм.

Для клевого покрытия ленты используется костный клей по ГОСТ 2067—71. Лента выпускается в бобинах наружным диаметром 250—350 мм.

Бумага оберточная. Оберточная бумага используется для упаковки готовых изделий, например яичных прокладок из бумажного литья,

а также для производства картонных барабанов, для ремонта картонной тары при ее повторном использовании. В производстве картонной и бумажной тары в основном используются оберточные бумаги марок А и Б массой 70—120 г/м<sup>2</sup> по ГОСТ 8273—75. Эти марки бумаги изготавливаются из 100%-ной сульфатной небеленой целлюлозы и обладают достаточно высокими прочностными показателями.

**Шпагат упаковочный.** Для обвязки заготовок картонной и бумажной тары в ряде случаев используется шпагат из лубяных волокон. Шпагат изготавливается по ГОСТ 17308—71. Для обвязки в основном применяется 6-ниточный шпагат. Этот шпагат обладает высокой прочностью, разрывная нагрузка для шпагата диаметром 3 мм составляет 740—850 Н. Шпагат поставляется в бобинах.

**Нити.** Для сшивки бумажных мешков применяются хлопчатобумажные нити № 20/5, № 20/6, № 5/3. Для сшивки влагопрочных мешков применяются синтетические нити из смеси хлорина и хлопка или из лавсана с хлопком. Различные нити из синтетических материалов применяются для армирования мешочной бумаги и для создания армированных бумажных лент для склейки картонной тары. Для этих целей используются нити из стекловолна, нейлона, полихлорвинила.

Некоторые сравнительные данные применяемых для армирования клеевых лент нитей приведены в табл. 14.

#### 14. ХАРАКТЕРИСТИКА НИТЕЙ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ КЛЕЕВЫХ ЛЕНТ

Материал нитей	Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	Сопротивление растяжению, МПа	Удлинение, %
Стекловолокно	2,5	300—1400	2
Хлопок	1,5	350—750	7—10
Натуральный шелк	1,25	400—550	13—31
Полиамидное волокно	1,14	450—600	26—32

**Проволока.** Для сшивания картонных ящиков применяется проволока. Проволока имеет круглое или плоское сечение. Круглая проволока для сшивки на проволокошпивных машинах применяется диаметром 0,7—1 мм по ГОСТ 3282—74. Плоская проволока для проволокошпивных автоматов применяется с размерами 2,5×0,5 мм. Проволока для повышения ее стойкости может иметь антикоррозионное покрытие (цинкование, омеднение).

Прочностные свойства проволоки должны отвечать следующим требованиям: сопротивление разрыву 800—850 МПа; относительное удлинение 1%.

Для обвязки кип заготовок ящиков применяется круглая проволока диаметром 2 мм по ГОСТ 3282—74. Проволока поставляется в бухтах.

**Восковые сплавы.** Восковые сплавы являются многокомпонентными системами, где основными компонентами являются твердые углеводороды, получаемые при нефтепереработке (парафин, церезин, петролатум), а дополнительными — полимерные и другие добавки, используемые в качестве модификаторов. Как правило, в восковых композициях, необходимых для покрытия тары и тарных материалов, применяются парафин и церезин. Они формируют микрокристаллическую структуру и придают основные свойства покрытию. В качестве добавок в восковой сплав добавляется канифоль или эфир канифоли, которые повышают адгезию покрытия и снижают показатель пенетрации сплава; бутилкаучук, полиизобутилен, сивилен вводят для пластификации покрытия, повышения его эластичности. Увеличение этих веществ в сплаве придает составу клеящие свойства; полиэтилен высокого и низкого давления повышает температуру размягчения сплава и твердость покрытия.

Лента стальная упаковочная. Лента подразделяется по составу материала на: мягкую—М; полунагартованную—ПН; нагартованную—Н; по точности изготовления: нормальной точности по толщине и ширине—НТ; повышенной точности по толщине—Т; повышенной точности по ширине—Ш.

Лента применяется для обвязки самих ящиков и ящиков в заполненном виде с целью повышенной прочности упаковки. При применении ручных обвязочных машин применяются ленты нормальной точности, мягкие или полунагартованные. Для обвязки на автоматических или полуавтоматических машинах применяются ленты повышенной точности по толщине, нагартованные.

Лента поставляется в рулонах с нанесением на нее защитной смазки и оберчивается водонепроницаемой бумагой, а затем упаковочным материалом (мешковиной, рогожей, тарной тканью, крепированной бумагой и др.).

Основные показатели упаковочной стальной ленты приведены в табл. 15.

15. ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ УПАКОВОЧНОЙ СТАЛЬНОЙ ЛЕНТЫ

Марка ленты	Временное сопротивление разрыву, МПа	Относительное удлинение, %
М	250	17
ПН	350	7
Н	600	—

Упаковочная стальная лента изготавливается следующей толщины: 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,7; 0,8; мм, ширина ленты может быть от 15 до 50 мм.

Фанера клееная. Толщиной от 4 до 10 мм марок ФОФ, ФК, ФБР, выпускаемая по ГОСТ 3916—69, применяется для изготовления доньев и крышек картонных барабанов. В листах фанеры не допускается наличия отверстий, сквозных трещин, глубоких порезов, вздутий, короблений. Фанера также применяется при производстве комбинированных ящиков из картона, головки в которых выполнены из фанеры.

Древесноволокнистая плита, выпускаемая по ГОСТ 4598—74, толщиной от 3 до 6 мм, имеет объемную массу не менее 850 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при изгибе 40 МПа и величину набухания после 24 ч пребывания в воде не более 20%. Древесностружечная плита по ГОСТ 10632—63 используется в производстве барабанов для доньев и крышек. Древесноволокнистая плита также используется при производстве комбинированных картонных ящиков и картонных поддонов.

Сталь тонколистовая толщиной 0,4—0,5 мм по ГОСТ 7118—74 или декапированная сталь такой же толщины по ГОСТ 16523—70, применяют для изготовления концевых обручей, крышек, фиксаторов и в некоторых случаях для доньев картонных барабанов.

Из декапированной или оцинкованной тонколистовой стали толщиной 0,8—1,0 мм изготавливаются стяжные кольца с замками.

В картонных барабанах, предназначенных для упаковки пищевых продуктов, используют хромированную лакированную сталь марки ЖХР толщиной 0,4—0,5 мм, поставляемую в рулонах.

Склеивающие материалы. Склею картона и бумаги при производстве картонной и бумажной тары производят различными клеями. За рубежом, например, широко используется крахмальный клей. В отечественной промышленности чаще используется жидкое натриевое стекло (силикатный клей) по ГОСТ 13078—67.

Крахмальные клеи используются для производства бумажных мешков. Широкое применение в последнее время находят клеи на поливинилацетатной основе. Для изготовления клеевой ленты используется костный клей. Изготовление влагопрочной тары производится с применением различных синтетических клеев, битумно-полиизобутиленовых, термоплавких и других видов

клеев. Применение клея определяется видом тары, применяемых материалов, технологией изготовления.

Уплотняющие материалы. Металлические крышки барабанов с целью обеспечения герметичности упаковки снабжаются эластичной уплотнительной прокладкой, выполненной из эмульсионного поливинилхлорида марки ПВХ-62 по ГОСТ 14039—68 и дибутилфталата по ГОСТ 2102—67. С этой же целью используют хлорпарафин.

За рубежом уплотнительную прокладку для крышек барабанов изготовляют из натурального или синтетического каучука.

Краски. Для нанесения печати на картонные ящики, бумажные мешки применяются водно-спиртовые анилиновые, пигментированные масляные, эмульсионные, специальные краски для трафаретной печати. Для печатания этикеток применяются типографские краски.

Материалы для защитных покрытий. В качестве влагозащитных покрытий для картонной тары используют при необходимости различные лаки, смолы, восковые и другие составы. Например, лак ХСЛ по ГОСТ 7313—75, восковой состав из парафина, низкомолекулярного полиэтилена высокого и низкого давления, церезина 80, церезина фильтратного и других добавок.

Металлические детали картонных барабанов, если они изготовлены из металла без защитного покрытия, могут быть подвергнуты цинкованию, оксидированию или же покрываются теми же составами, что и весь корпус барабана.

Для защитных пленочных вкладышей для картонной и бумажной тары используют нестабилизированную полиэтиленовую пленку толщиной 0,08—0,12 мм по ГОСТ 10354—63 в виде рукава или полотна. С этой же целью может быть использована пленка из других полимерных материалов, комбинированные пленки.

Для оксидирования металлических деталей картонных барабанов применяют каустическую соду (едкий натрий) ГОСТ 2263—71, сорт Б, нитрат натрия ГОСТ 19906—74, машинное масло ГОСТ 20799—75.

## Глава II

### КЛАССИФИКАЦИЯ КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ

#### 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ТАРЫ

Тара служит основным средством для обеспечения сохранности производимой продукции в процессе ее транспортирования, хранения и потребления.

В настоящее время применяются следующие классификационные группировки тары.

По признаку функционального назначения: транспортная и потребительская тара. Транспортная тара образует самостоятельную транспортную единицу или часть укрупненной транспортной единицы. Потребительская тара поступает к потребителю с продукцией и не представляет собой самостоятельной транспортной единицы. Необходимо отметить, что четкого разграничения между двумя этими функциональными группировками тары не существует. В ряде случаев потребительская тара

одновременно служит и транспортной тарой и наоборот — транспортная тара выполняет функции потребительской тары.

По оборачиваемости тара может быть разовой (однократного использования), возвратной (повторно используемой) и многооборотной (предназначена для многократного использования). Картонная и бумажная тара относятся в основном к таре разовой и частично возвратной.

По степени жесткости тара бывает жесткой и мягкой. К жесткой таре относятся картонные барабаны и картонные ящики, тара из бумажного литья. К мягкой таре относятся бумажные мешки.

По конструктивным особенностям — неразборная, разборная, складная, разборно-складная. К неразборной таре относятся картонные барабаны, отдельные конструкции картонных ящиков и лотков; к складной — большинство конструкций картонных ящиков и лотков; к разборно-складной относятся конструкции картонной тары, состоящие из складных картонных ящиков и различных дополнительных деталей в виде решеток, перегородок, вкладышей, обечаек и других дополнительных деталей.

Одним из главных классификационных признаков является группировка тары по основному материалу, из которого она изготовлена.

Таким образом, все виды тары можно разбить на следующие основные группы: из картона и бумаги; из полимерных материалов; из древесины; из металла; из стекла; из ткани; из комбинированных материалов.

В зависимости от конструктивного оформления перечисленные виды могут быть тарой транспортной или потребительской. В настоящей книге рассматривается только транспортная картонная и бумажная тара.

Классификация картонной и бумажной тары производится по конструктивному признаку и виду материала и включает в себя следующие основные группы: ящики из гофрированного картона, ящики из сплошного склеенного картона, лотки картонные, барабаны картонные, мешки бумажные, тара из бумажного литья, поддоны картонные, контейнеры картонные, прокладки, амортизаторы, перегородки.

Тара из гофрированного картона разделяется на следующие основные функциональные группы: ящики, лотки, барабаны, поддоны, контейнеры, прокладки, обечайки, вкладыши, перегородки и др.

**Ящики картонные.** По виду применяемого материала разделяются на две группы: ящики из гофрированного и из сплошного склеенного картона. Наиболее распространенной и перспективной является группа ящиков из гофрированного картона.

Ящики картонные являются наиболее массовой продукцией и по конструкциям составляют самую большую разновидность.

Ящики из гофрированного картона можно разграничить на следующие основные конструкционные группы: складные с четырехклапанным дном и крышкой; складные с четырехклапанным дном и съемной клапанной крышкой (телескопического типа); футлярного типа; со сплошным дном и съемной крышкой; оберточного типа; комбинированные.

**Картонные лотки.** По конструкциям разделяются на следующие группы: складные из одной заготовки; складные из двух и более заготовок; нескладные; комбинированные.

**Барабаны из гофрированного картона.** Предназначены для перевозки предметов цилиндрической формы (рулоны пленки, индикаторная бумага, специальный провод и др.) и имеют боковую стенку в виде многогранника.

По конструкции барабаны картонные разделяются на две группы: из одной заготовки с клапанным дном и крышкой; из многогранной обечайки и торцевыми крышками из картона; комбинированные.

**Барабаны картонные навивные.** Предназначаются для упаковки широкой номенклатуры продукции. По своим конструктивным особенностям картонные барабаны разделяются на два основных вида: картонные с картонным дном и крышкой; картонные, усиленные металлическим обручем с различной конструкцией дна и крышки.

По конструкциям картонные барабаны можно разбить на следующие группы: картонные с крышкой и дном из бумажного литья; картонные со штампованным дном и крышкой, пришитыми к корпусу; картонные со сборным дном и крышкой, одеваемыми внахлобучку; картонные с закатным дном и крышкой; картонные с закатным дном и съемной лепестковой крышкой; картонные с закатным дном и съемной крышкой с затяжным кольцом; картонные со стяжными крышками; картонные с закатным металлическим дном и крышкой.

**Мешки бумажные.** Применяются для широкой номенклатуры сыпучей продукции. Кроме того, в мешки бумажные упаковываются и штучные изделия (газеты, изоляционные изделия, стиральный порошок, бутылки). В зависимости от способа изготовления и конструкции мешки бумажные разделяются на следующие основные виды: открытые сшитые; склеенные с прямым отрубом трубки; склеенные со ступенчатым отрубом трубки; закрытые сшитые; склеенные с прямым отрубом трубки; склеенные со ступенчатым отрубом трубки.

Особенности построения горловины — открытая или закрытая с клапаном, определяют выбор оборудования предприятий-изготовителей, а также оборудование и технологические процессы упаковочных цехов, предприятий-потребителей и соответственно технологические процессы изготовления мешков и загрузки их продукцией.

Особенности заделки дна и горловины — на клею или сшитые, определяют эксплуатационные качества мешков, технологию и оборудование предприятий-изготовителей.

Особенности отруба трубки при изготовлении мешка — прямой или ступенчатый, определяют прочностные показатели мешков, технологию и оборудование предприятий-изготовителей.

Следующим основным признаком, определяющим физико-химические свойства и назначение мешков, является техническая характеристика бумаги, из которой они изготовлены.

В государственных стандартах, в технической и исследовательской документации характеристика бумаги различных комбинаций слоев дана в применении к характеристике мешков в обобщающем виде. По видам применяемых материалов мешки разграничивают на следующие основные группы: непропитанные, влагонепроницаемые (битумированные и влагопрочные); с пленочными покрытиями; с пленочными вкладышами; обрезиненные; крепированные; армированные; специальные.

По слоистости материалов мешки разделяются на: двух-, трех-, четырех-, пяти-, шестислойные.

Кроме этого, бумажные мешки могут иметь и другие отличительные признаки — это способ заделки горловины мешка, конструкция клапанов в закрытых бумажных мешках, наличие перфорации и др.

**Тара из бумажного литья.** Тара из бумажного литья хотя и не находит широкого распространения и используется в основном в виде прокладок, имеет большую разновидность: прокладки для упаковки штучных предметов; лотки для упаковки пищевых полуфабрикатов и продуктов; лотки для упаковки ягод, овощей; ящики из бумажного литья; бутылки из бумажного литья; крышки для картонных барабанов; бумажно-литые барабаны, ведра.

**Поддоны картонные.** Предназначены для пакетирования тарно-штучных грузов, образования грузового пакета, перемещения, транспортировки и хранения грузов в пакетированном виде.

По конструкциям поддоны картонные делятся на две группы: картонные и комбинированные.

**Контейнеры картонные.** Предназначены для перевозки различных изделий, имеющих первичную упаковку, и позволяют создать укрупненную грузовую единицу.

По конструкции контейнеры картонные разделяют на следующие виды: картонные, состоящие из картонного ящика и обычного деревянного поддона; сборные, состоящие из отдельных картонных заготовок, собираемых на поддоне; контейнеры со съемной стенкой; картонные складные с собираемыми опорами; со съемной крышкой.

**Прокладки, амортизаторы.** Прокладки, амортизаторы, перегородки и другие детали являются вспомогательными элементами для упаковки изделий в картонную тару и служат для

повышения ее прочности, обеспечения сохранности упаковываемого изделия и улучшения качества упаковки. По своему назначению, конструктивным особенностям эта группа имеет большую разновидность. Укрупненно можно эти изделия разграничить на следующие виды: прокладки, амортизаторы складные, амортизаторы неразборные, решетки разборные, вкладыши, перегородки.

## 2. КОНСТРУКЦИЯ КАРТОННОЙ ТАРЫ

При выборе вида картонной или бумажной тары для упаковки продукции необходимо руководствоваться следующими основными требованиями:

1. Тара должна быть прочной и гарантировать сохранность упаковываемой продукции.

2. Материалы для изготовления тары должны полностью соответствовать своему назначению.

3. Стоимость тары должна составлять небольшой удельный вес по отношению к стоимости упаковываемой продукции.

4. Конструкция тары должна быть удобной в использовании.

5. Расход материала на тару должен быть минимальным.

6. Тара должна быть унифицированной, отвечать требованиям установочных стандартов.

7. Производство тары должно осуществляться на современном высокомеханизированном оборудовании.

8. Конструкция тары должна позволять производить упаковку продукции механизированным способом.

Материал, применяемый для производства картонной тары, и технология ее производства позволяют создавать самые различные конструкции тары, в зависимости от требований к упаковке конкретной продукции. Ниже приведены основные конструкции картонной тары.

**Складные четырехклапанные ящики.** Являются самой распространенной и массовой конструкцией картонной тары. Преимуществом ящиков этого типа является простота конструкции, технологичность в изготовлении, удобство при упаковке продукции. Ящики поставляются потребителям в сложенном виде, склеенные или сшитые по соединительному клапану. Складные четырехклапанные ящики имеют, в зависимости от конструкции клапанов, следующие разновидности (рис. 1).

Картонный ящик с 4-клапанным дном и крышкой с равновеликими клапанами (рис. 1, а). Этот вид ящика наиболее широко используется для упаковки различной продукции.

Ящик с 4-клапанным дном и крышкой с разновеликими клапанами (рис. 1, б). Эта конструкция применяется, когда необходимо, чтобы клапаны внутренние и наружные при закрывании ящика стыковались, при этом повышается жесткость конструкции ящика.

Ящики с частично или полностью перекрывающимися клапанами (рис. 1, в, г, д, е) применяются при требованиях прочной упорки ящика и повышения прочности дна и крышки ящика при упаковке тяжелых изделий.

Ящики с 4-клапанным дном и открытой горловиной (рис. 1, ж). Этот ящик применяется в качестве промежуточной или демонстрационной тары, когда необходимо удобство доступа к содержимому в ящике.

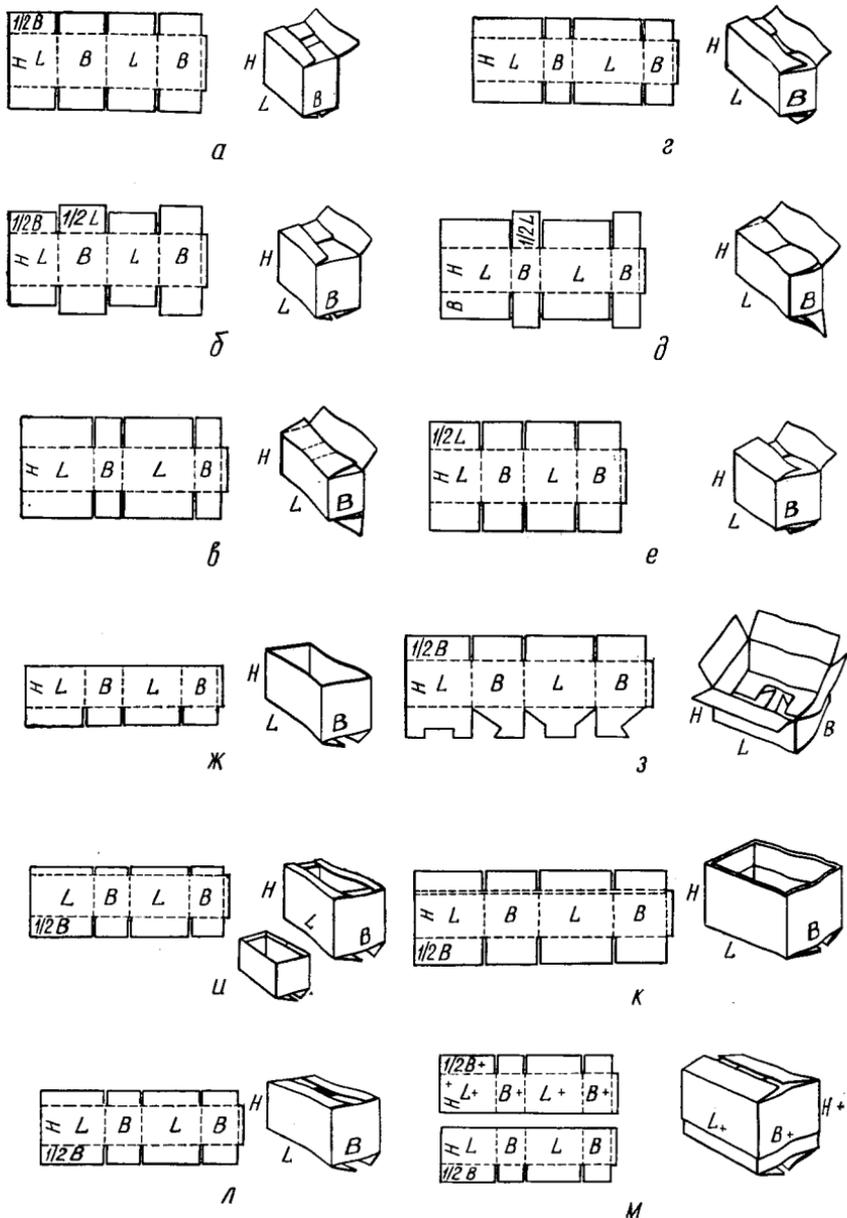


РИС. 1. Ящики 4-клапанные:

а — с равновеликими; б — с разновеликими; в — с перекрывающимися; г — с частично перекрывающимися клапанами; д — с внутренними клапанами встык и наружными перекрывающимися; е — с внутренними клапанами встык и частично перекрывающимися наружными; ж, з — с открытой горловиной; и, к — с усиленной горловиной; л — с частично открытой горловиной; м — телескопического типа

Ящики с 4-клапанным складным дном и 4-клапанной горловиной (рис. 1, з). Этот вид тары находит широкое применение для упаковки различных мягких изделий. Складное самозапирающееся дно создает удобства для сборки ящика без применения склейки или других способов скрепления дна.

Ящики с 4-клапанным дном и полуоткрытой горловиной (рис. 1, е, к). Этот вид ящиков применяется в основном для овощей и фруктов, когда необходимо обеспечить приток свежего воздуха. В зависимости от размера верхних клапанов может быть получен различный размер открытой горловины. Соединение верхних клапанов таких ящиков производится в основном шивной скобами.

Ящики с 4-клапанным дном и усиленной горловиной (рис. 1, и). Развертки этого ящика аналогичны вышеприведенной конструкции. При сборке ящика верхние клапана загибаются внутрь ящика и приклеиваются к его боковым стенкам, образуя таким образом усиленную горловину, при этом верхняя кромка ящика получается за счет перегиба картона с гладкими краями.

Ящики 4-клапанного телескопического типа (рис. 1, м) состоят из двух ящиков с открытой горловиной и в собранном виде одеваются один на другой. Применяются для упаковки фруктов, текстильных изделий и пр. Эти ящики обладают высокой прочностью на сжатие.

Ящики с 4-клапанным дном и складной 6-клапанной крышкой (рис. 2, а) применяются для упаковки изделий, которые необходимо отделить друг от друга прокладками, например при упаковке стеклянных изделий, фарфора.

Ящики с 4-клапанным дном и 3-клапанной складной крышкой (рис. 2, б). Эта конструкция применяется для упаковки небольших изделий.

Ящики с 4-клапанным складным дном и 3-клапанной складной крышкой (рис. 2, д). Применяются как потребительская упаковка для различных товаров.

Ящики с 3-клапанным складным дном и крышкой (рис. 2, в, г). В зависимости от расположения, закрывающие клапаны могут закрываться к одной стенке или к противоположным стенкам.

**Ящики нескладные.** Собираются из одной или из двух заготовок, состоят из корпуса ящика и крышки. Имеются следующие разновидности конструкций.

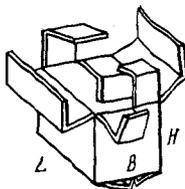
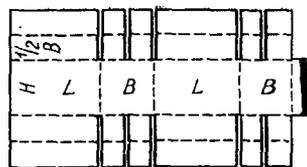
В ящиках с равновеликими сшитыми корпусом и крышкой (рис. 3, а, б) в зависимости от формы высечки клапаны могут крепиться к торцовым или боковым стенкам, при закрывании образуется двойная стенка, которая значительно повышает прочность ящика. При нанесении на боковые стенки линий рилевки крышка и корпус ящика в собранном виде могут складываться после освобождения от продукции.

Ящики с равновеликими склеенными корпусом и крышкой (рис. 3, в) в отличие от вышеприведенной конструкции имеют гладкие стенки, что создает удобства при закрывании крышки. Стенки ящика соединяются при помощи прочной ленты, как правило, армированной.

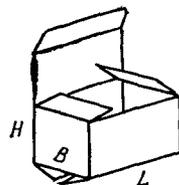
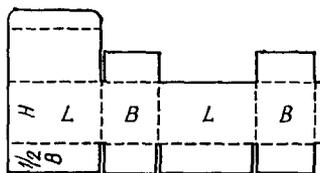
На рис. 3, г изображен ящик со шивным корпусом и крышкой; на рис. 3, д, е — со шивной обечайкой и двумя крышками; на рис. 3, ж — со складным корпусом и шивной крышкой. В этом ящике корпус представляет собой обычный 4-клапанный ящик с открытой горловиной, на которой после заполнения продуктом одевается шивная крышка.

Ящик складной с двумя полукрышками (рис. 3, з) состоит из обычного 4-клапанного ящика и двух сшитых крышек. В зависимости от размера крышек последние могут полностью перекрывать боковые стенки ящика, образуя таким образом двойную стенку.

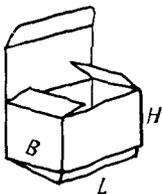
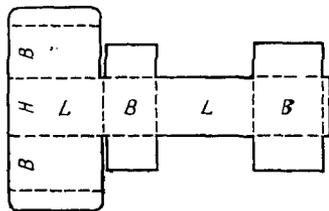
Ящик с усиленной горловиной и низом (рис. 4, а). Конструкция этого ящика представляет собой обечайку с короткими клапанами, которые отгибаются наружу. Дно и крышка ящика имеют клапаны удвоенной ширины по отношению к клапанам обечайки. При сборке ящика эти клапаны охватывают обечайку с наружной стороны и подгибаются под клапаны обечайки,



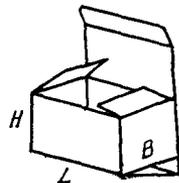
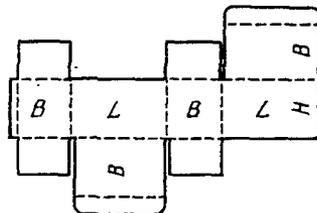
a



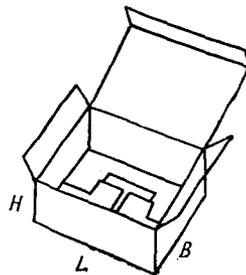
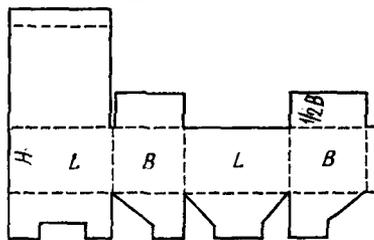
б



в



г



д

РИС. 2. Ящики 3 и 6-клапанные:

а — с 6-клапанной горловиной; б — с 3-клапанной крышкой; в, г — с 3-клапанным дном и крышкой; д — с 3-клапанной крышкой и складным дном

образуя таким образом прочный кант вокруг горловины и дна ящика. В большинстве случаев этот кант обвязывается металлической или полимерной лентой, что позволяет образовать прочное соединение с обечайкой.

Ящики из равновеликих корпуса и крышки собирают при помощи замков (рис. 4, б). Эта конструкция ящика выполняется из тонкого сплошного склеенного или из гофрированного картона с гофром Е и применяется для упаковки небольших легких изделий.

Ящики с 4-клапанными торцовыми клапанами и двойной боковой стенкой (рис. 5, а) используются для упаковки небольших предметов, в основном прямоугольной вытянутой формы, имеющих высоту в несколько раз меньше длины и ширины предмета. Соединительный клапан заготовки по своим размерам равен боковой стенке, а боковые наружные клапаны перекрывают друг друга.

Ящик с 4-клапанными торцовыми стенками и стыкующимся верхом (рис. 5, б) отличается от предыдущей конструкции тем, что упаковка предмета в такой ящик производится, как правило, после сборки основания ящика, а закрывание может осуществляться путем вставки клапанов двух верхних половинок с внутренней стороны торцовых стенок, при этом не требуется склейки бокового шва.

**Ящики оберточного типа.** Эта разновидность ящиков применяется для упаковки плоских предметов или изделий, формируемых в плоский пакет. В последнее время эта упаковка находит применение для упаковки консервных банок на автоматических упаковочных машинах типа «Пак-мастер». Ящики оберточного типа имеют несколько разновидностей, в зависимости от конфигурации развертки и количества деталей ящика.

Ящики из одной заготовки со стыкующимися наружными клапанами (рис. 6, а).

Ящики из одной заготовки со стыкующимися верхними и наружными клапанами (рис. 6, б).

Ящики из двух прямоугольных заготовок (рис. 6, в) отличаются простотой и могут быть выполнены на самом несложном оборудовании — релевно-резательной машине.

Ящики из трех прямоугольных заготовок (рис. 6, г) при формировании к его основной заготовке на участке, образующем дно ящика, приклеиваются или пришиваются симметрично боковине, образуя таким образом конструкцию оберточного ящика первого или второго типа.

Ящики со сплошным дном и открывающейся крышкой (рис. 7, а, г, д) могут быть сформированы из одной заготовки. Сборка производится путем склейки или сшивки клапанов или закрепления их при помощи фиксаторов.

Ящики со шитым корпусом и откидной крышкой (рис. 7, в) могут иметь устройство для plombирования при закрывании крышки.

У ящиков со шитым корпусом и откидной сшитой крышкой (рис. 7, б) крышка одевается сверху, охватывая своими боковыми сторонами стенки корпуса.

Ящики со сборным корпусом и откидной крышкой (рис. 7, е) собирают путем скрепления клапанов при помощи замковых соединений, высеченных на клапанах ящика. Закрывают заправкой клапанов крышки внутрь прорезей корпуса ящика, параллельно его стенкам.

Ящики пенального типа (рис. 8) состоят из сшитого или склеенного корпуса и обечайки.

Ящики со шитым корпусом в виде обечайки и вставным дном-крышкой образуются из прямоугольной прорилеванной заготовки, одним концом прикрепленной к стенке, проходящей внутри корпуса, второй конец является откидной крышкой (рис. 9, а). Корпус может иметь дополнительные боковые клапаны, на которые при закрывании опираются дно и крышка ящика

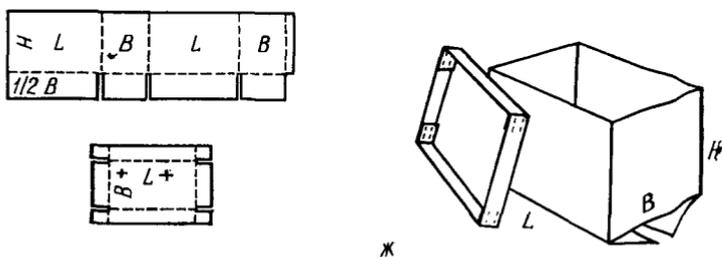
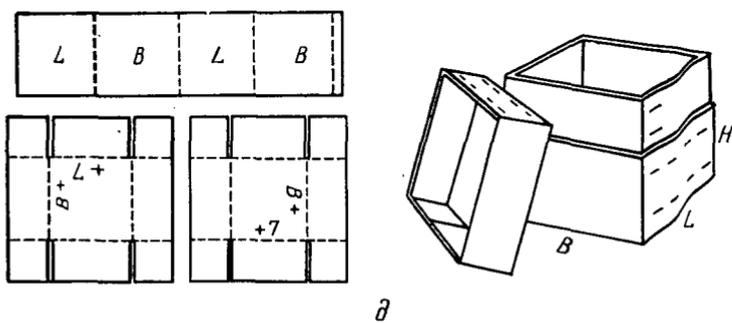
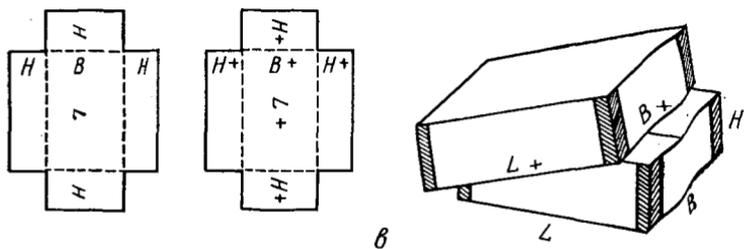
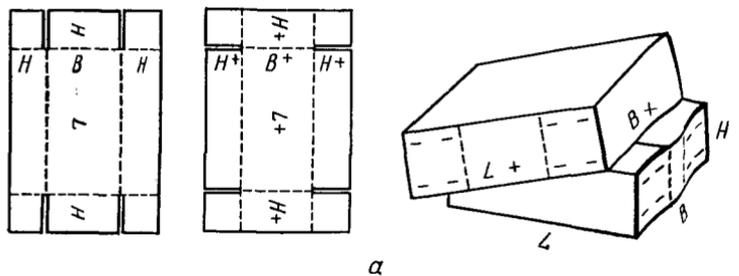
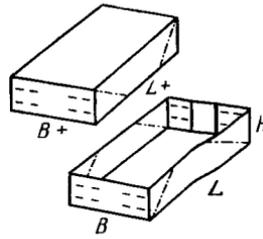
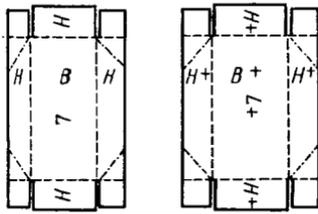
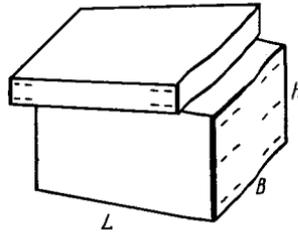
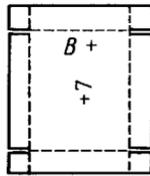
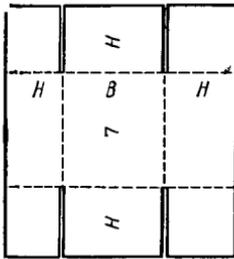


РИС. 3. Ящики нескладные:

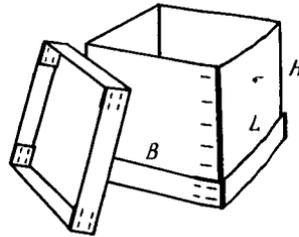
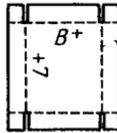
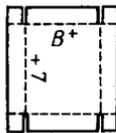
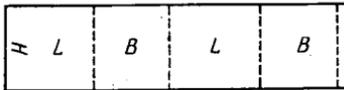
а, б — сшитые; в — склеенные; г — сшитый с крышкой; д, е — с двумя крышками; ж —



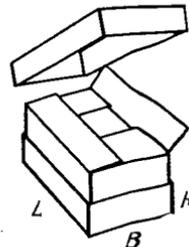
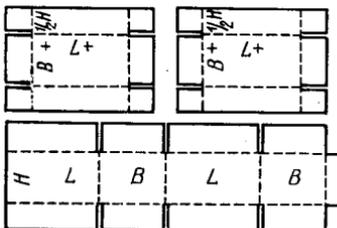
б



в



в



з

с крышкой и 4-клапаным корпусом; з — 4-клапанный ящик с двумя полукрышками

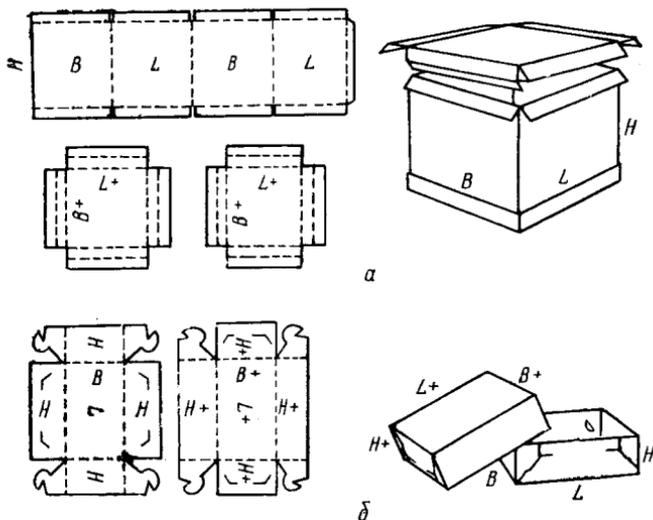


РИС. 4. Ящики складные:

*а* — с усиленной горловиной; *б* — собираемые при помощи замковых соединений

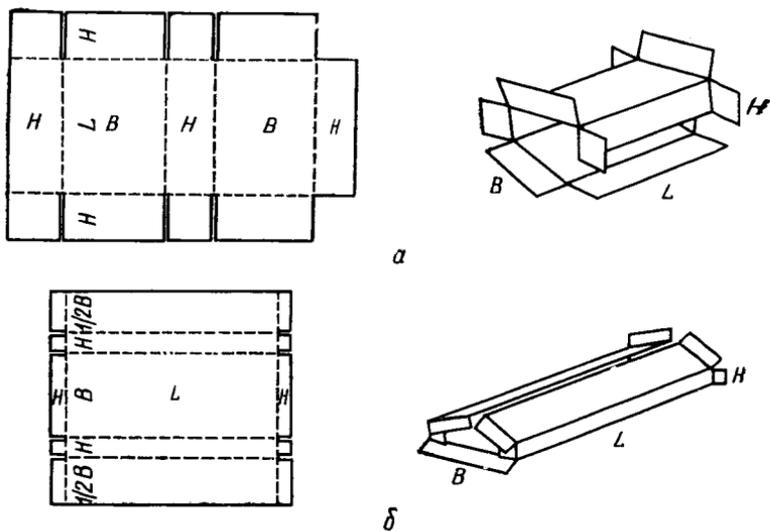
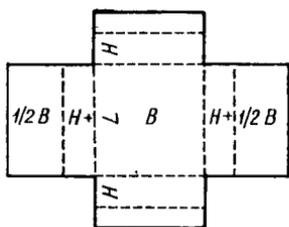
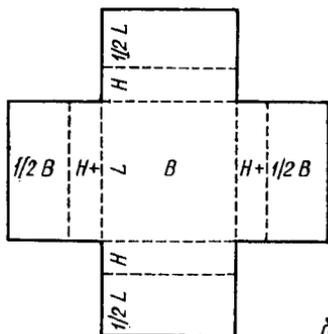
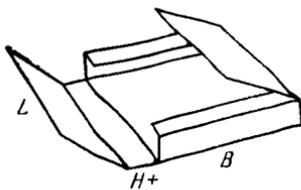


РИС. 5. Ящики с торцовыми клапанами:

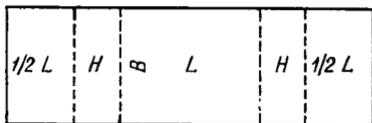
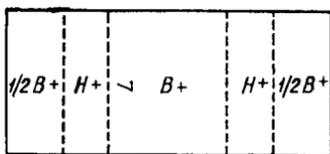
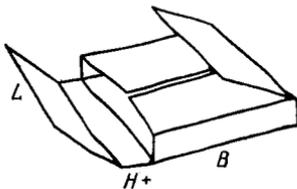
*а* — с двойной боковой стенкой; *б* — с верхней стороной встык



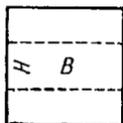
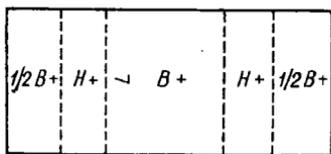
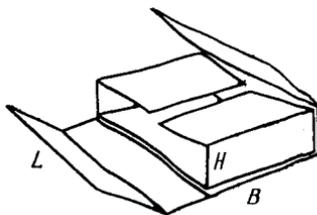
*a*



*б*



*в*



*г*

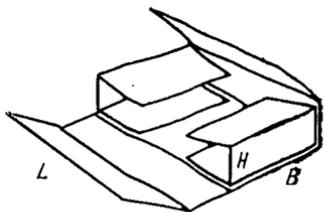


РИС. 6. Ящики оберточного типа:

*a* — со стыкующимися верхними клапанами; *б* — со стыкующимися верхними и нижними клапанами; *в* — из двух заготовок; *г* — из трех заготовок

(рис. 9, б). Конструкция может иметь также клапан на стенке корпуса, к которой прилегает клапан крышки (рис. 9, в). При закрывании такого ящика клапаны корпуса загибаются и закрепляются поверх дна и крышки, образуя прочную упаковку.

Ящики с отдельно вставленными головками изготавливаются в основном из сплошного склеенного картона. Корпус и головка могут быть выполнены из разных материалов. Имеются следующие конструкции ящиков такого типа: с прямой откидной крышкой (рис. 10, а) и головками, вшитыми с внутренней стороны корпуса, с откидной крышкой с клапаном и головками, вшитыми с внутренней стороны корпуса (рис. 10, б).

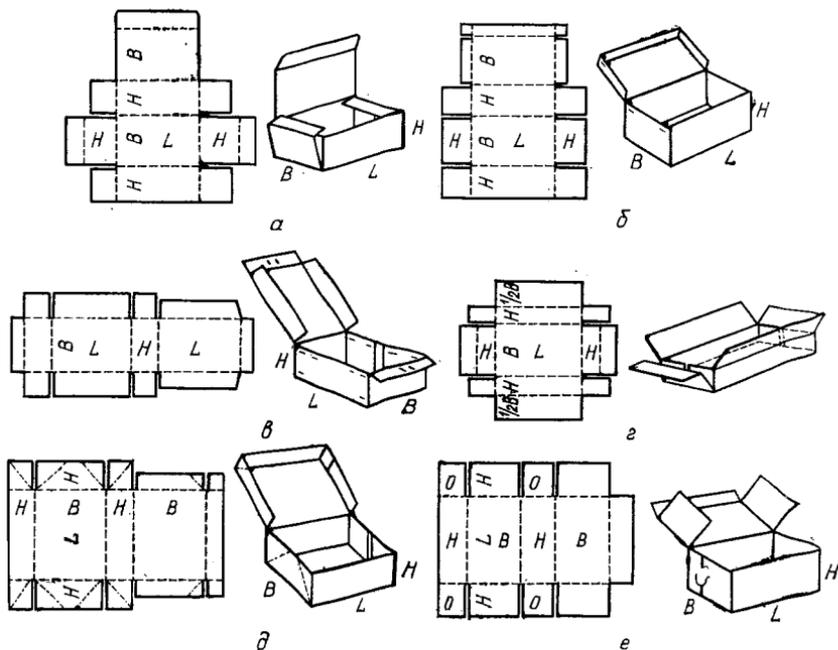


РИС. 7. Ящики с откидной крышкой

Указанные конструкции ящиков могут иметь заготовки головок и корпуса различной формы: прямые заготовки головок и прямоугольную заготовку корпуса и наоборот.

У ящика с полукрывающейся крышкой (рис. 10, в) обечайка, образующая корпус, выполнена таким образом, что крышка ящика складывается из двух концевых ее сторон, при этом одну из них пришивают к клапанам головки, закрывая часть ящика, а вторую можно отгибать для укладки продукции; эта сторона при закрывании прикрывает верхние клапаны головок и частично перекрывает пришитую часть обечайки.

У ящика с утопленными головками коробочного типа (рис. 10, г) клапаны головки при шивке отгибаются наружу, а плоскость головки утоплевается внутрь ящика на ширину клапана. При такой конструкции удобнее производить пришивку головки на обычной швейной машине, торец ящика получается более жесткий. Имеется аналогичная конструкция ящика (рис. 10, д) с усиленной головкой, образуемой путем двойного загиба клапана головки, который окантовывает торец обечайки с двух сторон, усиливая таким образом торцевую часть ящика. Вторая головка имеет аналогичную конструкцию и пришивается к торцу ящика после заполнения.

РИС. 8. Ящик пенального типа

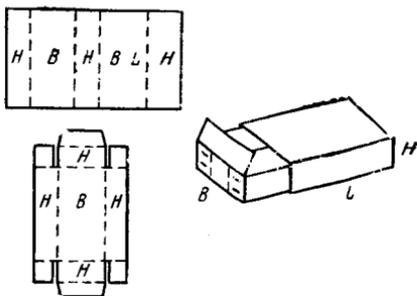
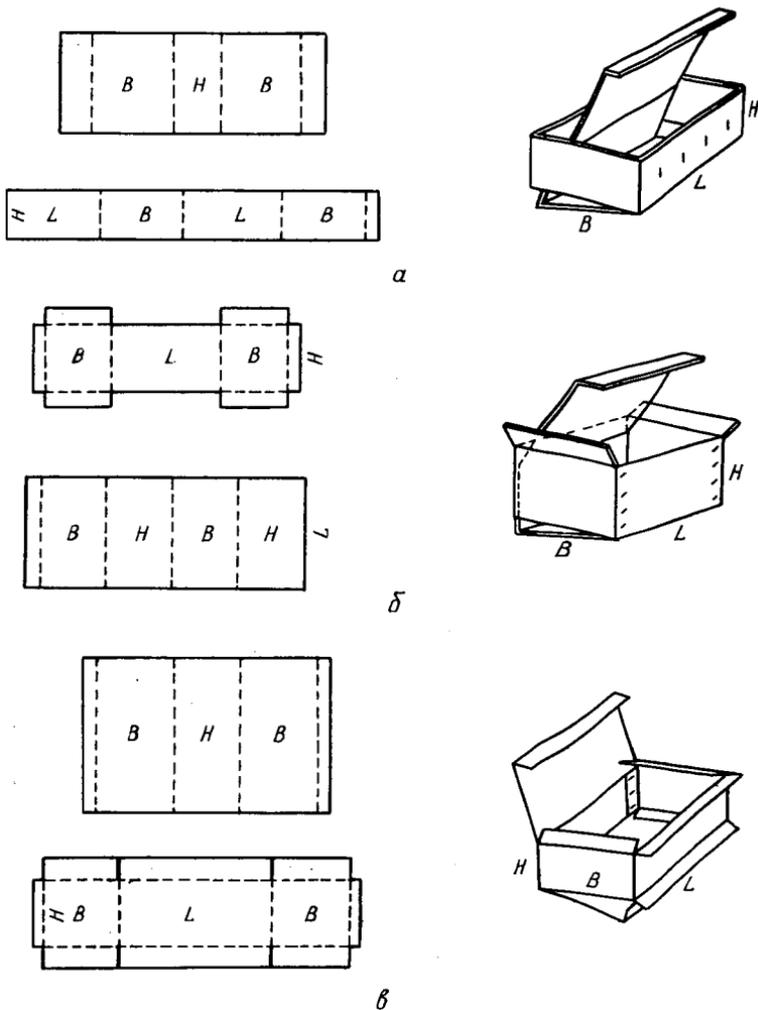


РИС. 9. Ящики сборные



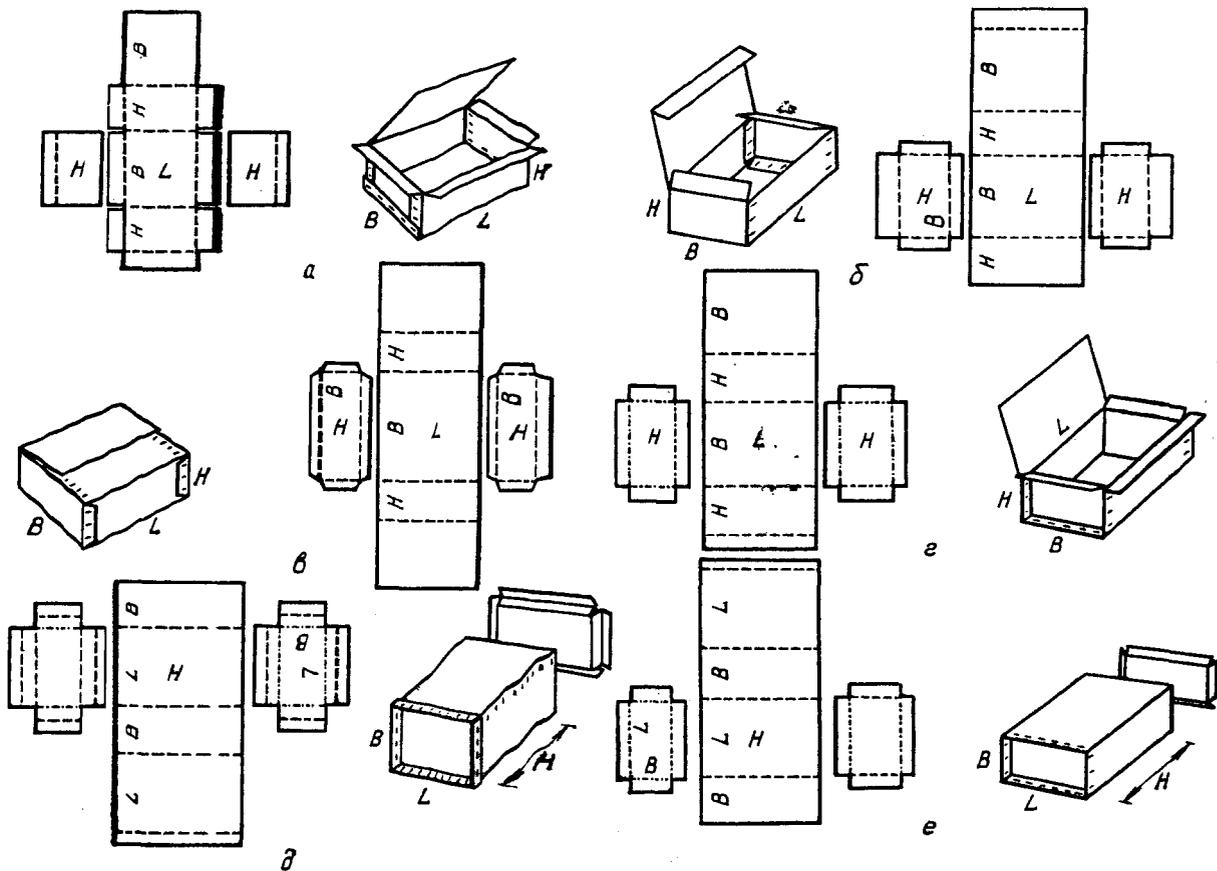


РИС. 10. Ящики с торцовыми головками

Ящик с утепленной головкой закрытого типа (рис. 10, е) представляет собой обечайку, в торцовую часть которой с внутренней стороны вставлена и пришита головка к торцу обечайки. Вторая головка вставляется в другой торец после заполнения ящика продукцией и пришивается.

Ящик 4-клапанный с вшитыми боковыми стенками (рис. 11) в отличие от обычного 4-клапанного ящика нескладной. Такой тип применяется для тяжелых грузов, изготавливается в большинстве случаев из пятислойного картона.

Ящик посылочный (рис. 12). отличается от других конструкций тем, что имеет перекрывающиеся внутренние клапаны, а наружные клапаны закрывают полностью верх и низ ящика, переходят на его боковую поверхность и ча-

РИС. 11. Ящик с угловыми швами

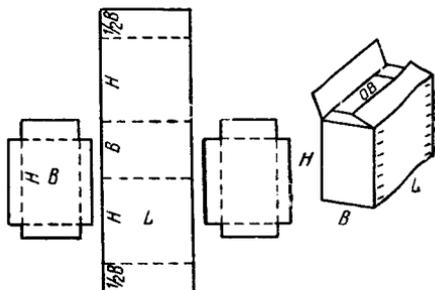
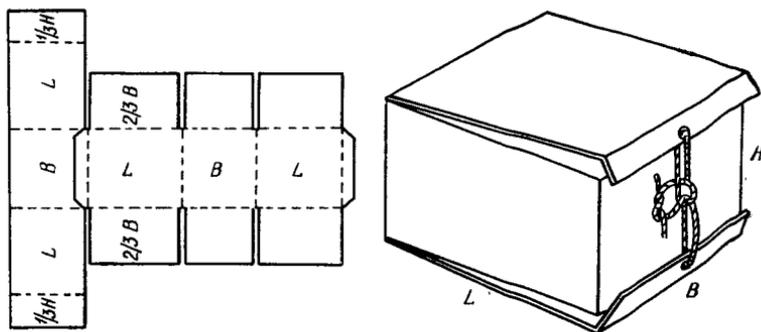


РИС. 12. Ящик специальный посылочный



стично перекрывают друг друга. Закрывание ящика производится при помощи шнура, который проходит через отверстия в клапанах и боковой стенки ящика и после завязывания пломбируется на боковой стенке.

**Ящики лоткового типа.** Картонные ящики лоткового типа не имеют крышки и применяются для упаковки различной плодово-овощной продукции. Эти ящики образуются из высеченных заготовок сложной конфигурации и собираются без применения клея, путем закрепления стенок при помощи фиксирующих элементов. Такие ящики могут иметь вентиляционные отверстия, отверстия для ручек. Ящики собираются из одной заготовки. Двойные, тройные стенки ящиков повышают его прочность при действии вертикальных нагрузок во время штабелирования.

Ящики лоткового типа могут быть и комбинированными, в которых отдельные элементы выполняются из пластмассы,

древесины. Ниже приведены некоторые конструкции картонных лотков.

У ящиков лоткового типа из одной заготовки с усиленной торцевой стенкой (рис. 13, а) при сборке клапаны боковой стенки отгибаются на торцовую, которая своей второй половиной их закрывает и фиксируется прямоугольными фиксаторами. Ящики лоткового типа из одной заготовки с усиленной боковой стенкой (рис. 13, б) имеют конструкцию аналогичную вышеприведенной, с той разницей, что формование ящика происходит по боковым стенам.

У ящика лоткового типа из одной заготовки с усиленной боковой и торцевой стенками (рис. 13, в) клапаны торцевой стенки отгибаются при сборке к боковой стенке, после чего боковая стенка сгибается внутрь, а ее клапаны отгибаются к торцевой стенке, таким образом угловые соединения ящика усиливаются.

Ящики лоткового типа с усиленной боковой и торцевой стенками (рис. 13, г) имеют конструкцию, аналогичную приведенной с тем отличием, что торцовая стенка его также усилена, как и боковая, путем отгиба ее внутрь ящика с фиксацией при помощи фиксаторов.

У ящика лоткового типа с усиленной верхней частью (рис. 13, д) боковые и торцовые стенки отгибаются не на полную высоту стенки, а упрочняют только ее верхнюю часть. Сборка таких ящиков производится с помощью клеевых соединений.

Ящик лоткового типа комбинированный (рис. 14) состоит из картонного корпуса и деревянных стоек. Сборка такого ящика производится путем пришивки к стойкам стенок ящика.

**Картонные обечайки.** Представляют собой замкнутую по контуру коробчатую конструкцию. Как правило, обечайки имеют один соединительный шов, но могут иметь и два. Картонные обечайки служат для укрепления и повышения жесткости картонных ящиков. Различаются три типа обечаек (рис. 15): боковые, торцовые, пенальные.

Обечайки боковые служат для усиления боковых сторон ящика, охватывая его по периметру. Торцовые обечайки закрывают торцы и верхние и нижние клапаны ящика. Примером может служить обечайка для ящика, в который упаковывают свежемороженную рыбу. Закрывая такой обечайкой ящик, не требуется заклеивать клапаны. Обечайки пенального типа охватывают боковые стороны, верхние и нижние клапаны ящика.

Приведенная типизация обечаек является условной, так как в зависимости от конструкции ящика и его размеров приведенные типы обечаек могут выполнять различные функции. Комбинация из обечаек может давать различные виды упаковок, которые можно применять для штучных изделий (рис. 15, г, д).

**Картонные вкладыши.** Имеют коробчатое сечение, но в отличие от обечаек не замкнуты по периметру. Вкладыши помещаются внутри ящика, упрочняют его стенки и повышают надежность упаковки. В зависимости от назначения конструкция вкладышей может быть разной (рис. 16).

**Картонные прокладки, решетки.** Служат для разделения упаковываемых изделий, повышения прочности дна ящика, создания удобства для упаковки. Самой простой является прокладка прямоугольной формы. Она может применяться для закрывания

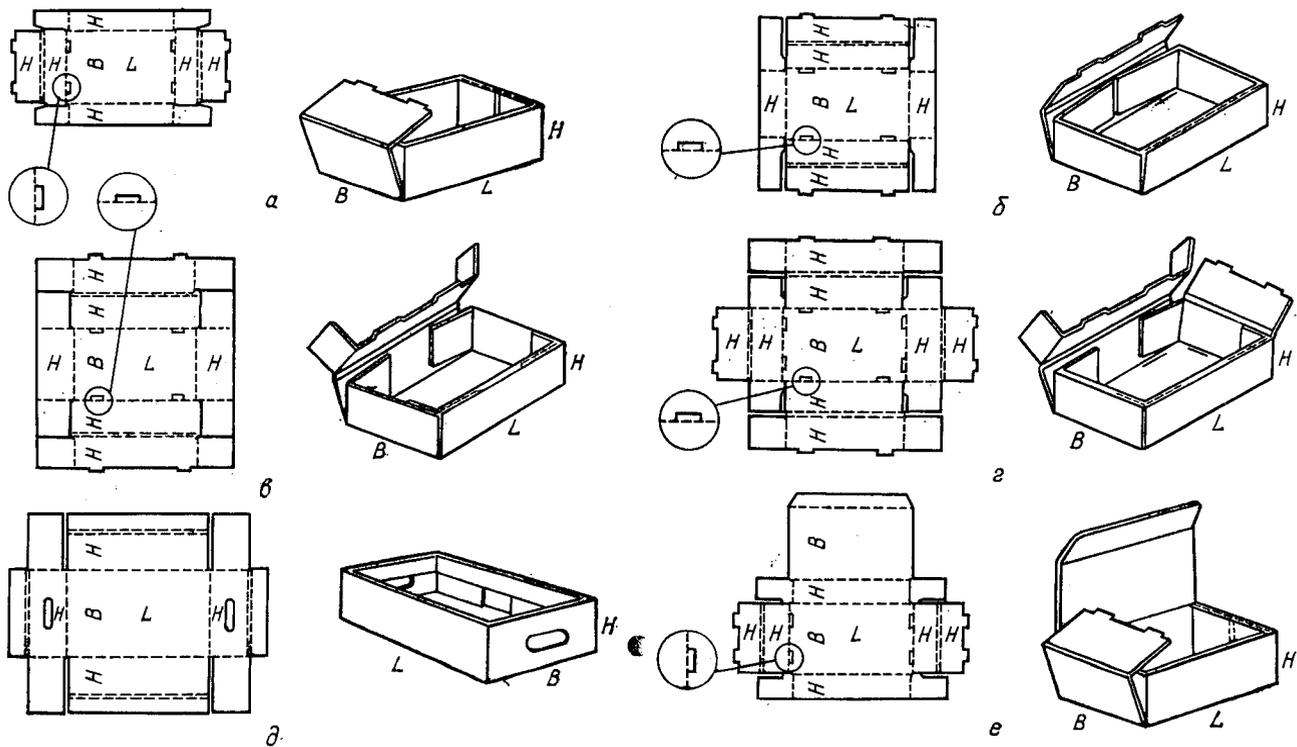


РИС. 13. Ящики лоткового типа

отверстия между внутренними клапанами, для упрочнения дна и горловины ящика, для разделения продукции по рядам, для разделения ящика по вертикали. Картонные прокладки могут

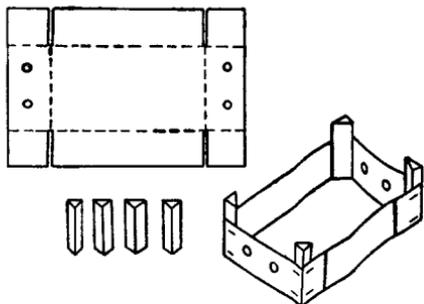


РИС. 14. Лоток картонный с деревянными стойками

РИС. 15. Картонные обечайки:

*a* — боковые; *б* — торцовые; *в* — пенальные; *г, д* — комбинированная упаковка из двух обечайек

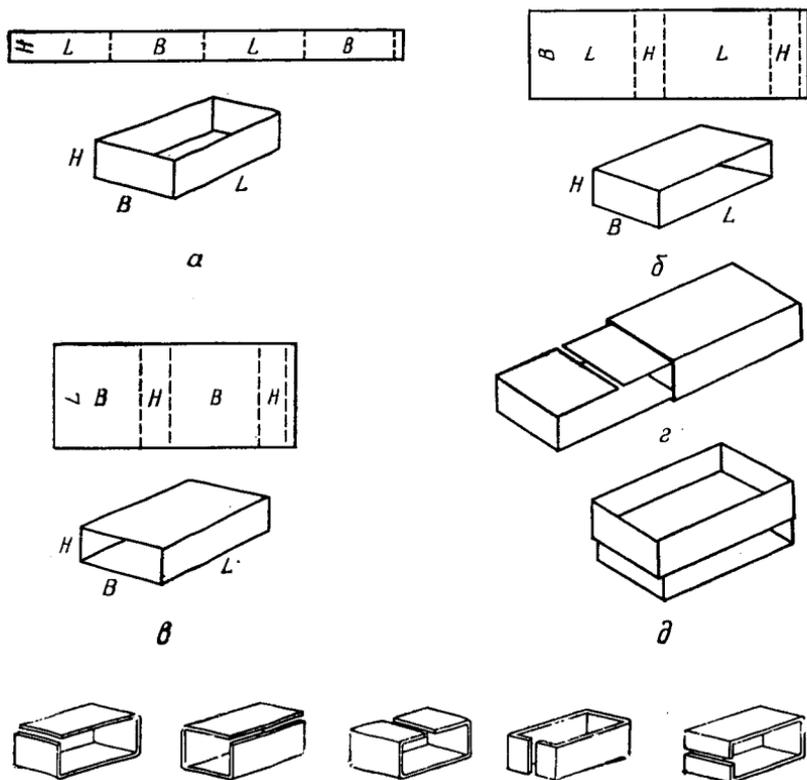


РИС. 16. Картонные вкладыши

образовывать сложные конфигурации в виде вертикальных трубчатых (рис. 17, *a, б*), решетчатых (рис. 17, *в, г*) и других перегородок. Вертикальные прокладки и решетки значительно повы-

шают прочность ящиков на сжатие, что особенно важно при штабелировании ящиков.

Для прокладок используется разный картон — гофрированный двухслойный, трехслойный, пятислойный, сплошной клееный, коробочный.

**Амортизаторы.** Амортизаторы из картона находят широкое применение для упаковки продукции, требующей повышенную

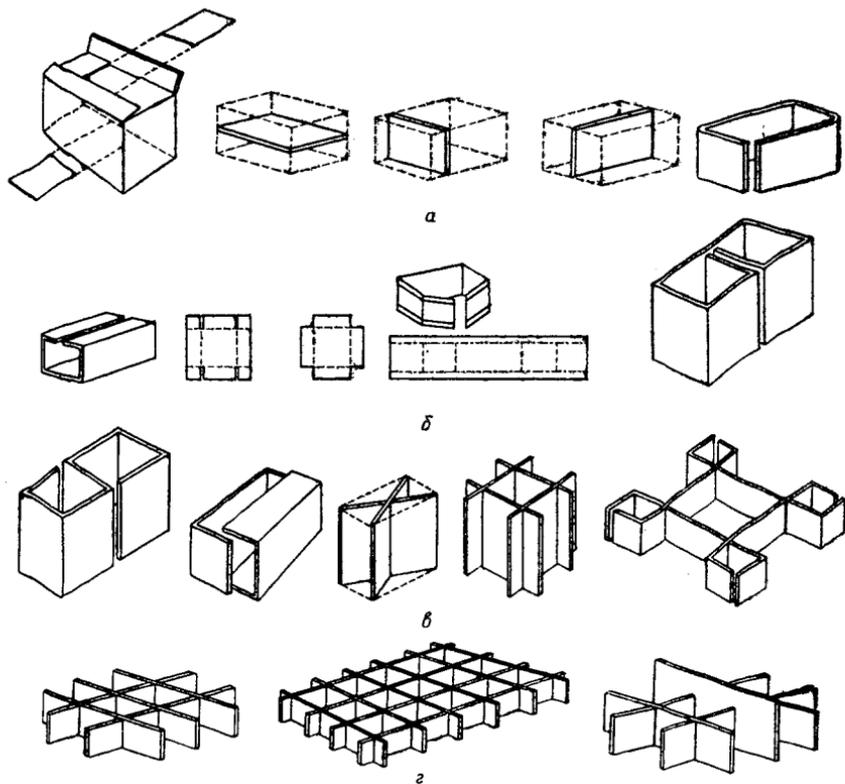


РИС. 17. Картонные прокладки, решетки:

а, б — прокладки; в, г — решетки

защиту от ударных и вибрационных нагрузок. Это прежде всего относится к упаковке радиоприемников, телевизоров, бытовых приборов и машин. Амортизаторы могут быть разнообразной конструкции. Наиболее распространенные амортизаторы приведены на рис. 18.

В зависимости от назначения амортизаторы делятся на три основные группы: опорные, боковые, угловые.

Наряду с картонными амортизаторами, которые изготавливаются из гофрированного картона, применяются комбинированные, в которых картон комбинируется с синтетическими

амортизационными материалами, такими как пенополистирол, пенополиуретан и др.

**Картонные контейнеры.** Развитие пакетных и контейнерных перевозок является одним из основных направлений, повышающих уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ при

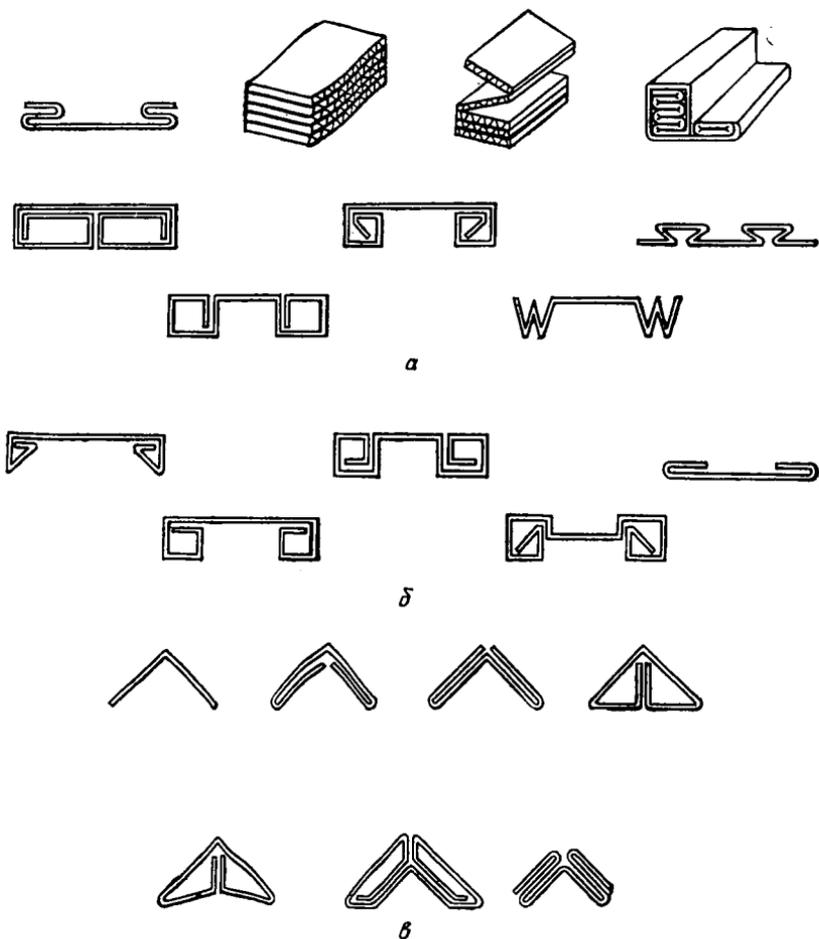


РИС. 18. Картонные амортизаторы:

*а* — опорные; *б* — боковые; *в* — угловые

транспортировании и хранении упакованной продукции и позволяющих более эффективно использовать транспортные средства.

В настоящее время для упаковки продукции применяется большое разнообразие контейнеров. Одним из основных показателей является грузоподъемность и собственная масса контейнера. В этом плане для тарно-штучных грузов весьма эффек-

тивными являются картонные контейнеры, масса тары которых по отношению к массе груза составляет 5—8%. Размеры картонных контейнеров определяются основным модулем — поддоном 800×1200 мм. Контейнеры применяются в основном двух типоразмеров по площади основания: 800×1200 мм и 800×600 мм. Могут быть и другие размеры контейнера, которые должны быть увязаны с параметрами транспортных средств, погрузочно-разгрузочными механизмами и другими требованиями их эксплуатации.

Конструкции картонных контейнеров. Картонный контейнер, состоящий из обычного 4-клапанного ящика, установленный на обычный стандартный поддон (рис. 19), — наиболее простая конструкция контейнера.

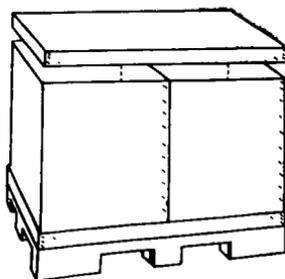
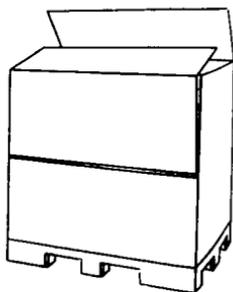
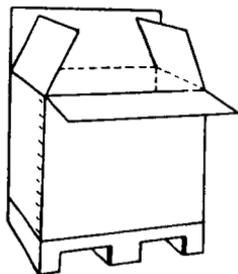


РИС. 19. Контейнер картонный 4-клапанный

РИС. 20. Контейнер со сламывающейся передней стенкой

РИС. 21. Контейнер из двух обечаек, дна и крышки

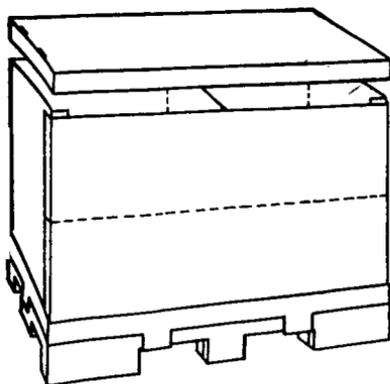
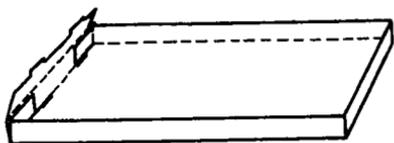


РИС. 22. Контейнер из двух полуобечаек, сламывающейся стенки и дна с фиксаторами

Картонный контейнер, имеющий переднюю сламывающуюся посередине стенку (рис. 20), обеспечивает удобства для укладки и выемки продукции.

На рис. 21 изображен картонный контейнер, состоящий из двух обечаек, сшитого дна и крышки.

У картонного контейнера, состоящего из сборных дна и крышки, корпус образуется из двух полуобечаек и сламывающейся стенки (рис. 22). Дно

контейнера имеет фиксирующие выступы, которые удерживают контейнер от перемещений на поддоне.

Многооборотный контейнер типа «полубокс» изготавливается из обычного или влагостойкого картона. Конструкция контейнера (рис. 23) позволяет поставить его в сложенном виде и при транспортировании занимает мало места. Прикрепленные ко дну контейнера складные опоры изготавливаются из высокопрочного влагостойкого гофрированного картона. При сборке в обечайки опор, образующих коробчатое сечение, вставляются направляющие из пенопласта или другого материала, которые фиксируют сборку дна и

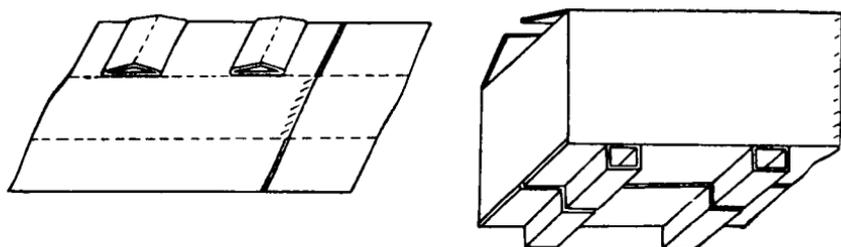


РИС. 23. Складной контейнер типа «полубокс»

образуют опоры для контейнера. Такие контейнеры применяются для грузов массой до 800 кг. Объем контейнера составляет 0,3—0,6 м<sup>3</sup>. Масса контейнера от 6 до 14 кг. Такие контейнеры найдут широкое применение для экспортных поставок продукции, транспортирования запчастей, изделий легкой промышленности, полиграфической продукции и пр.

**Барабаны из гофрированного картона.** Представляют собой многоугольную обечайку с закрепленными доньями и крышками.

Известно несколько конструкций картонных барабанов из гофрированного картона:

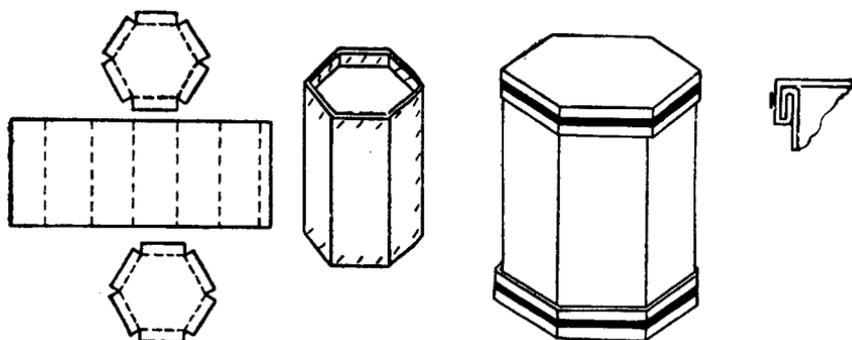


РИС. 24. Барабан восьмиугольный со вставными дном и крышкой

РИС. 25. Барабан восьмиугольный с усиленной горловиной и дном

Барабан шести- или восьмиугольный со вставным дном и крышкой изображен на рис. 24. Дно барабана вставляется внутрь корпуса и пришивается к его стенке. Аналогичным образом вставляется и крышка после заполнения продуктом.

Барабан шести- или восьмиугольной формы (рис. 25) состоит из обечайки с клапанами дна и крышки, которые одеваются на барабан, при этом кла-

паны дна и крышки подгибаются с внутренней стороны клапанов обечайки и прижимаются к ее стенкам при помощи стягивающей ленты, которая охватывает плотно упаковку по внешней стороне клапанов крышки и дна. При таком креплении дна и крышки к обечайке не требуется производить шивку.

Картонные барабаны с пластмассовыми крышкой и дном (рис. 26) состоят из шести- или восьмиугольного корпуса, на который одевается дно и крышка, выполнены из пластмассы, кромка обечайки при этом заходит в паз крышки. Дно дополнительно приклеивается или пришивается, а крышка может крепиться после заполнения барабана в отдельных местах проволоочными фиксаторами, служащими одновременно и пломбирующим устройством.

В Англии выпускают картонные барабаны шести- и восьмиугольного сечения. Прочность такой тары выше тары такой же емкости прямоугольного сечения. Тара поставляется в сложенном виде. В картонные барабаны упако-

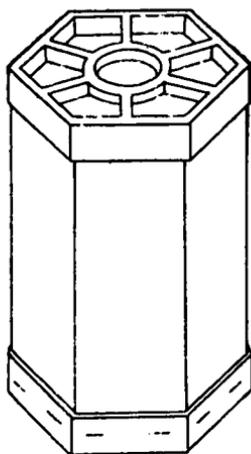


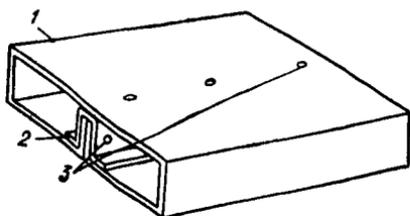
РИС. 26. Барабан восьмиугольный с пластмассовым дном и крышкой:

1 — корпус; 2 — крышка; 3 — скоба



РИС. 27. Поддон из гофрированного картона:

1 — картон; 2 — накладка; 3 — крепежный винт



вывались сыпучие продукты плотностью от 0,5 до 2,0 кг/дм<sup>3</sup>. В такую тару упаковывается до 1 т продукции, прочность тары позволяет ее штабелировать в 2—3 яруса.

**Картонные и бумажные поддоны.** Облегченные поддоны в основном изготавливаются из гофрированного картона и служат для разового применения при пакетных перевозках различных тарно-штучных грузов. Существуют различные конструкции таких облегченных поддонов. Для их изготовления используется многослойный гофрированный картон 5, 7 и 9-слойный. В качестве опор применяются различные материалы — картон, пенопласт, пластмасса, дерево. Крепление опор, сборка поддонов производится клеем, скобами, болтами, специальными скрепками и т. д.

**Поддон из многослойного гофрированного картона.** Конструкция поддона выполнена из одного листа многослойного картона (рис. 27), края которого затянута внутрь короба и скреплены при помощи болтов с П-образным элементом жесткости, который в свою очередь скреплен болтами с несущей поверхностью поддона и имеет в нижней части полки, которые опираются на днище поддона. Образующие полости служат для захода вил автопогрузчика. Поддон изготавливается из 9-слойного гофрокартона, в котором

наружные гофры имеют мелкую волну, а средние слои крупную. Для придания картону влагопрочности он пропитывается парафином.

Самый мелкий гофрированный слой является наружной поверхностью поддона, а гофры для обеспечения наибольшей сопротивляемости располагаются вертикально на боковых стенках. Элемент жесткости можно изготавливать из металла, стеклопластика или другого высокопрочного материала.

Картонный поддон состоит из четырех прямоугольных деталей (рис. 28), которые собираются из плоских заготовок картона. В двух деталях имеются прямоугольные вырезы с отгибающимися клапанами, в эти вырезы встав-

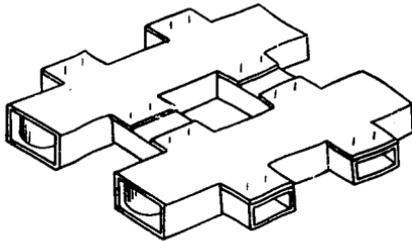


РИС. 28. Поддон картонный сборный

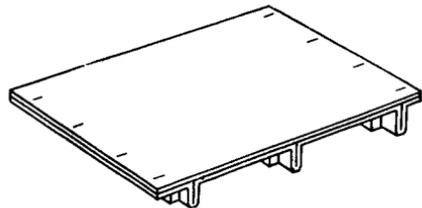


РИС. 29. Поддон картонный с ребрами жесткости, усиленной подставками

ляются собранные трубчатые детали и закрепляются при помощи скоб или клея. Детали с вырезами усиливаются вставленными внутрь бумажными втулками — две втулки по краям и одна в середине. Трубчатые каналы служат для прохода вилок погрузчика. При необходимости на указанную конструкцию поддона может накладываться сверху еще лист картона, образуя сплошной настил.

Картонный поддон изготавливают из листа картона (рис. 29), на который предварительно нанесены линии рилевки и высечены отверстия. Заготовка складывается по линиям рилевки, образуя ребра жесткости. С целью повышения устойчивости поддона и усиления жесткости ребер применяются допол-

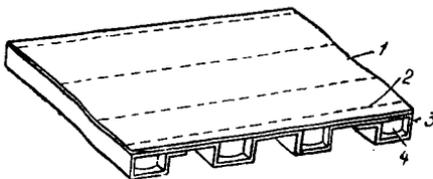


РИС. 30. Поддон картонный с коробчатыми опорами, усиленными втулками:

1 — верхний лист; 2 — коробчатая опора; 3 — втулка; 4 — скоба

нительные подставки коробчатого сечения, которые собираются из плоских заготовок картона с предварительно нанесенными рилевками. Подставки вставляются в прорези ребер жесткости. Ребра жесткости сшиваются скобами. Сверху поддон покрывается дополнительно листом гофрированного картона, который приклеивается или пришивается металлическими скобами. Для усиления вертикальной жесткости поддона вместо картонных подставок можно применять бумажные втулки, нарезанные из бумажных гильз.

Поддон из картона состоит из плоских заготовок, образующих при сборке коробчатое сечение опор, которые усилены дополнительными опорными втулками (рис. 30).

Коробчатые опоры образуются путем сгибания плоских заготовок по линиям рилевки. Две крайние опоры являются продолжением плоскости основания поддона и скрепляются с основанием проволочными скобами. Две средние опоры образованы нижним основанием и скрепляются с ним также

проволочными скобами. На поддонах такой конструкции хорошо укладываются грузы в ящичной и мешочной таре. Поддоны позволяют штабелировать пакеты грузов в один, два и три яруса.

#### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДДОНА

Масса поддона, кг . . . . .	4
Грузоподъемность, кг . . . . .	1000
Размеры, мм . . . . .	800×1200×82
Расход гофрированного картона, кг . . . . .	2,64
Количество бумажных втулок . . . . .	12

Для повышения плоскостной жесткости поддона, улучшения его эксплуатационных свойств в трубчатые опоры поддона могут быть вставлены пенопластовые или деревянные бруски, длина которых равна ширине поддона.

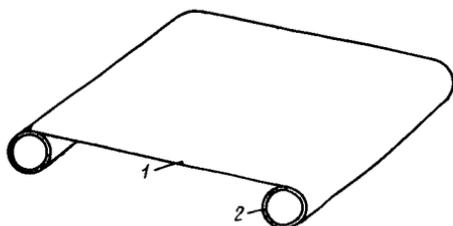


РИС. 31. Поддон бумажный:

1 — бумага; 2 — втулка картонная

Поддоны бумажные (рис. 31) по своей конструкции являются наиболее простыми и предназначены для перевозки продукции в мешках. Бумажные поддоны выполняются из нескольких сшитых или склеенных между собой слоев бумаги. Бумага, из которой изготавливаются такие поддоны, может быть армированной с влагостойкими покрытиями. Полотно бумаги закрепляется на двух бумажных втулках, которые одновременно служат для ввода вил погрузчика при перемещении грузов.

### Глава III

## ПРОИЗВОДСТВО КАРТОННОЙ ТАРЫ ИЗ ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА

### 1. ВИДЫ ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА

Гофрированный картон является самым распространенным и наиболее эффективным материалом для производства транспортной картонной тары (рис. 32).

Гофрированный картон по числу образующих его слоев материалов разделяется на следующие виды:

- двухслойный картон, состоящий из плоского и волнистого (гофрированного) слоев;
- трехслойный картон, состоящий из двух плоских и волнистого слоев;
- пятислойный картон, состоящий из трех плоских и двух волнистых слоев;

г) семислойный картон, состоящий из четырех плоских и трех волнистых слоев.

Гофрированный картон может иметь различный профиль волнистого слоя. Существуют пять основных профилей: крупный гофр А; мелкий гофр В; средний гофр С; микрогофр Е; большой гофр К.

Гофрированный картон относится к анизотропным материалам и обладает неодинаковыми свойствами в различных направлениях. Гофрированный картон обладает достаточной плоскостной и торцевой жесткостью и амортизационными свойствами. При приложении сил в направлении, перпендикулярном гофрам, гофрированный слой работает как амортизирующий материал, а при приложении сил вдоль направления гофров — как жесткий материал. Плоские слои гофрированного картона фиксируют положение волни-

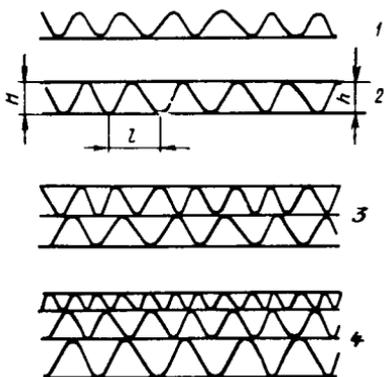


РИС. 32. Картон гофрированный:

1 — двухслойный; 2 — четырехслойный; 3 — пятислойный; 4 — семислойный;  $H$  — толщина картона;  $h$  — высота гофра;  $l$  — шаг гофра

того слоя, работают на сжатие, растяжение, сопротивление продавливанию.

Размеры различных типов гофр приведены в табл 16.

#### 16. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВОЛНИСТОГО СЛОЯ ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА

Вид гофра	Наименование гофра	Высота гофра, мм	Шаг гофра, мм	Количество гофров на 1 пог. м	Коэффициент гофрирования
А	Крупный	4,5—5,5	8,0—9,5	105—125	1,571
В	Средний	2,5—3,5	4,5—6,4	160—222	1,330
С	Мелкий	3,5—4,5	6,5—8,0	125—155	1,479
Е	Микрогофр	1,14—1,58	3,2—3,6	295—315	1,250
К	Большой	6,6—7,0	11,0—12,0	75—85	1,865

Наиболее широко применяемым является трехслойный гофрированный картон, который изготавливается с различными типами гофра, в зависимости от требований упаковки.

Гофрированный картон с гофром А. Этот вид картона обладает высокой упругостью и применяется для изготовления картонных ящиков для упаковки хрупких изделий, изделий, требующих повышенной защиты от ударов, толчков и других динамических нагрузок. Большая высота и шаг гофров при-

дают ему амортизационную способность. Этот тип картона рекомендуется использовать также для различного рода вкладышей, прокладок и амортизаторов.

**Гофрированный картон с гофром В.** Такой картон применяется при изготовлении тары для упаковки продукции, обладающей достаточной жесткостью и не требующей амортизационной защиты. К этой продукции относятся консервные банки, продукция бытовой химии, пищевые и другие продукты в потребительской таре, мелкие бытовые приборы, мебель и др. Картон с гофром В обладает более высокой жесткостью по сравнению с гофром А, на этом картоне получается более качественная печать.

С гофром В вырабатывается также и двухслойный картон, который применяется для упаковки различных изделий, требующих защиты поверхности (полированная щитовая мебель, картины, электролампы и пр.).

**Гофрированный картон с гофром С.** Трехслойный картон с гофром С является наиболее распространенным видом гофрированного картона. Этот картон сочетает свойства картона с гофром А и гофром В, обладая одновременно достаточной жесткостью и хорошими амортизационными свойствами. Он с успехом может использоваться для упаковки хрупких изделий, мягкой продукции и жесткой продукции, требующей защиты поверхности изделия.

**Гофрированный картон с гофром Е.** В настоящее время этот вид картона находит все более широкое распространение. Большое количество гофров на погонный метр полотна картона позволяет получить ровную поверхность и высокую плоскостную жесткость. Это дает возможность выполнять высококачественную художественную и текстовую печать, что особенно важно для упаковки товаров народного потребления. Коэффициент гофрирования у гофра Е является самым низким и составляет 1,26—1,28, в то время как для гофра В он составляет 1,32—1,33. Картон с гофром Е занимает значительно меньше места при транспортировании и хранении, что позволяет более экономично использовать транспортные средства и складские помещения. Сопровождение плоскостному сжатию разных типов гофр приведено ниже.

Гофрированный картон с гофрами типа	Сопротивление плоскостному сжатию, МПа
А	0,227—0,248
С	0,284—0,310
В	0,352—0,374
Е	0,61

Картон с гофром Е имеет высокий показатель торцевой жесткости по сравнению со сплошным склеенным картоном такой же массы; этот показатель в два раза выше.

По сравнению с традиционными тарными материалами гофрированный картон имеет следующие преимущества:

1. Порожные ящики из гофрированного картона, как правило, перевозятся в сложенном виде или в виде расстила (ящики складные, лоткового типа, оберточного типа и др.). Это дает большой эффект в использовании транспортных средств, складских помещений.

2. Масса тары из гофрированного картона в зависимости от массы исходных материалов по сравнению с деревянной тарой такой же емкости в 4—5 раз меньше.

3. Ящики из гофрированного картона имеют значительно меньшие габариты при одних и тех же внутренних размерах по сравнению с обычным деревянным и фанерным ящиком.

4. Себестоимость ящиков из гофрированного картона в 1,5—2,5 раза меньше себестоимости деревянного ящика равной емкости.

5. Ящики из гофрированного картона обладают амортизационными свойствами, предохраняя от толчков и ударов упаковываемую продукцию.

6. На производство картона и бумаги для ящиков из гофрированного картона может быть использована древесина хвойных и лиственных пород, в том числе тонкомерная, из которой нельзя получить качественный пиломатериал, идущий на изготовление деревянной тары.

7. Ящики из гофрированного картона в процессе их производства требуют всего около 5% металла по сравнению с массой гвоздей, проволоки, окантовочной ленты, используемой в производстве деревянной тары.

8. Производство ящиков из гофрированного картона осуществляется на высокопроизводительном оборудовании с высокой степенью механизации и автоматизации производственных процессов.

9. Использование картонных ящиков облегчает и удешевляет процессы упаковки продукции, во много раз сокращает размеры необходимых для этих целей производственных площадей, позволяет перейти на автоматизированную упаковку продукции.

10. Ящики из гофрированного картона могут иметь хорошее внешнее оформление, качественную красочную печать.

11. Картонные ящики можно изготавливать из гофрированного картона в сочетании с различными покрытиями или применением влагостойких материалов, что дает возможность значительно расширить сферу их применения. Так, ящики из влагопрочного гофрированного картона могут использоваться для транспортирования овощей, ящик с полиэтиленовым покрытием — для гигроскопических продуктов, изделий, требующих особой чистоты поверхности, ящик с микровосковым покрытием — для речных и морских перевозок, для защиты от прямого попадания влаги. Применение полиэтиленовых вкладышей или вкладышей из комбинированных материалов создает герметичную упаковку изделия в картонной таре, а также позволяет упаковывать в картонную тару жидкие и полужидкие продукты, гигроскопические вещества.

Гофрированный картон с гофром Е наиболее целесообразно применять для упаковки различных товаров народного потребления, бытовых приборов, посуды, а также различных комплектующих изделий.

Комбинация гофра Е с другими типами гофра: А—Е, В—Е, С—Е, Е—А—В позволяет получить гофрированный картон высокой прочности.

Семислойный картон с гофром Е используется для изготовления поддонов, контейнеров. Такое сочетание различных типов гофр дает следующие преимущества:

наружный слой с гофром Е дает хорошую жесткость в обоих направлениях, амортизирует сильный удар, снижает коробление поверхности и мало теряет прочность при повышении относительной влажности окружающей среды;

внутренний слой с гофром В обладает достаточной жесткостью и достаточным сопротивлением плоскостному сжатию, чтобы выдержать давление, оказываемое упаковываемым изделиям с внутренней стороны;

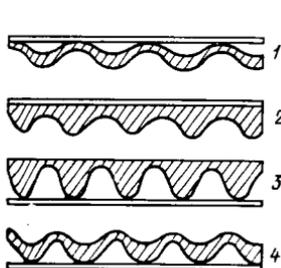


РИС. 33. Картон с утолщенными гофрами:

1—4 вид утолщения

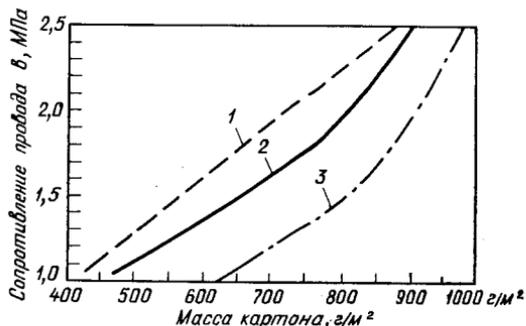


РИС. 34. Сопротивление продавливанию картона гофрированного (1) и материала картон-пласт, полученного способом экструдирования (2) и гофрирования (3)

средний слой с гофром А дает картону хорошую упругость (эластичность) и способность амортизировать возникающие ударные нагрузки.

Для производства трехслойного картона с гофром Е необходимо новое оборудование как для его изготовления, так и для его переработки. Так, гофрирующие валы должны изготавливаться с высокой точностью, а при работе гофрирующей машины необходимо вести тщательный контроль за нанесением клея и температурным режимом.

Картон с гофром Е находит широкое применение для изготовления складных коробок, чему способствует возможность его переработки на оборудовании, используемом для изготовления складных коробок. Переработка картона с гофром Е на обычном оборудовании для переработки гофрированного картона затрудняется из-за небольшой высоты гофра.

Наряду с обычным гофрированным картоном имеются и другие разновидности этого картона.

Запатентован гофрированный картон (рис. 33) с утолщенными гофрами. Этот картон отличается от обычного гофрированного картона тем, что волокнистый материал на участке гофра полностью заполняет профиль гофра. Такой материал формируется непосредственно из волокнистой массы путем отлива на специальной сеточной форме. Этот картон отличается высокой эластичностью, хорошо поглощает толчки и удары, наиболее пригоден для упаковки хрупких изделий. Картон такой конфигурации может быть оклеен бумагой, увеличивающей его прочность.

В Индии выпускается гофрированный картон, состоящий из двух слоев гофрокартона, между которыми проложен слой из kraft-бумаги в виде сотов.

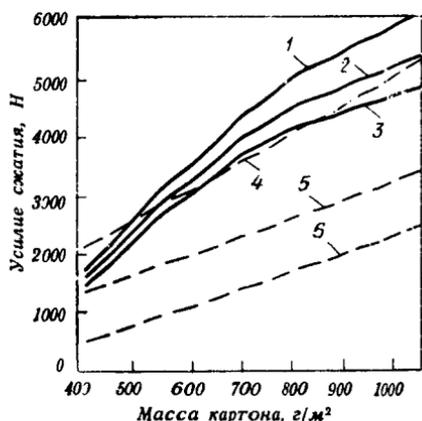


РИС. 35. Сопротивление сжатию ящиков размером  $420 \times 270 \times 215$  мм из гофрированного картона (1, 2, 3) и материала картон-пласт (4, 5, 6): 1 — картон с гофром А; 2 — картон с гофром С; 3 — картон с гофром В; 4 — экструдированный картон-пласт с гофром С; 5 — экструдированный картон-пласт с гофром В; 6 — гофрированный картон-пласт с гофром А

По типу гофрированного картона изготавливается материал картон-пласт из полипропилена, у которого все слои выполнены из этого материала, взамен склейки применена сварка. Этот материал может также изготавливаться и методом экструзии.

Сравнительные испытания гофрированного картона и материала картон-пласт показывают, что прочностные данные гофрированного картона несколько выше, чем свидетельствуют данные, приведенные на рис. 34, 35.

Для сравнения взяты материалы, полученные различными методами: методом гофрирования, подобно производству гофрированного картона, и методом экструдирования. Размер гофра соответствует размерам, принятым для гофрированного картона. Вместе с тем следует отметить, что, обладая несколько меньшими сравнительными прочностными показателями, эти материалы в условиях повышенной влажности мало теряют свою прочность по сравнению с ящиками из обычного гофрированного картона.

В США запатентован новый метод получения гофрированного картона с усилением его поперек гофр полосками из бу-

мажной ленты [91]. Схематично способ производства этого картона показан на рис. 36. Двухслойный гофрокартон разматывается с рулона, режущим устройством производится поперечная резка гофров, в которые вставляется полоска сложеной упрочняющей ленты, которая разматывается с рулона, разрезается на отдельные полоски, фальцуется и направляется в прорезные шлицы гофров. Сверху наклеивается плоский слой картона, который проходит через клеевую ванну 9 и прижимается к поверхности полотна двухслойного картона прижимными валиками 10. Указанная установка может быть встроена в гофроагрегат или работать отдельно. Как показали сравнительные испытания гофрированного картона, изготовленного из одного и того же материала с усилением и без усиления,

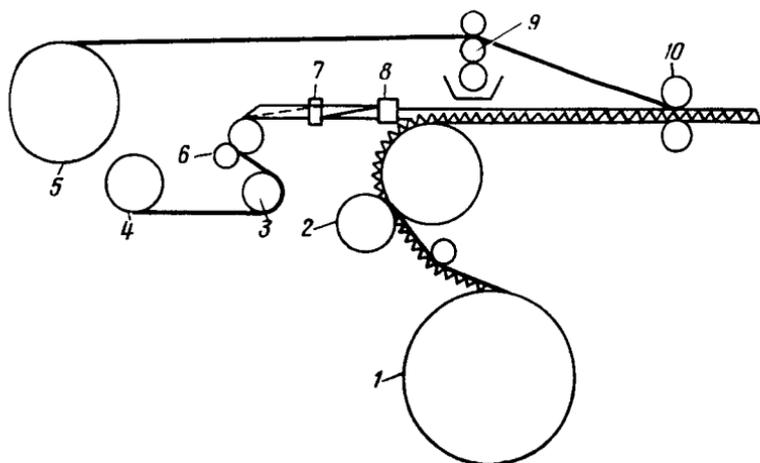


РИС. 36. Схема производства упрочненного гофрированного картона:

1 — двухслойный гофрированный картон; 2 — разрезное устройство; 3 — упрочняющие полоски бумаги; 4 — упрочняющая бумага; 5 — плоский слой картона; 6 — складывающее устройство; 7 — направляющие; 8 — клеенаносящий узел; 9 — клеевая ванна; 10 — прижимные валики

усиленный картон имеет прочность на плоскостное сжатие в 2,7 раза больше, а прочность на торцовое сжатие в продольном направлении увеличивается на 40%. Кроме того, за счет образования ячеистой структуры картона значительно увеличивается его жесткость на изгиб, а также этот картон значительно лучше ведет себя в условиях повышенной влажности, так как проникновению влаги вдоль гофров препятствуют образовавшиеся перегородки поперек гофр. Упрочняющие полоски могут быть выполнены из различного материала — пластика, металла. Картон, кроме упаковочных целей, может широко использоваться в строительной промышленности. Верхний слой картона также может быть выполнен из различных материалов.

Высокие прочностные показатели имеет гофрированный картон во влажном состоянии с применением в качестве гофрированного слоя комбинированного материала (рис. 37). Комбинированный материал состоит из внутреннего слоя [13] — термопластичного материала, и двух покровных слоев из крафт-бумаги массой 30—50 г/м<sup>2</sup>. Комбинированный материал получается нагреванием среднего слоя или покровных слоев с одновременным пропусканием их через прессовое устройство при давлении ламинирования. Такой материал можно получить также экструзией пластика между двумя полосами бумаги. Гофрирование такого комбинированного материала производится обычным способом. Покровные слои из бумаги предот-

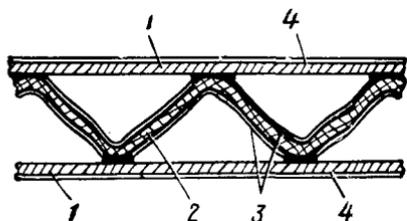


РИС. 37. Гофрированный картон с внутренним слоем из комбинированного материала:

1 — картон; 2 — полимерный материал; 3 — бумага; 4 — покрытие плоского слоя

вращают прямой контакт пластмассового материала с гофрирующими валами. Полученная таким образом гофра склеивается с наружным слоем гофрированного картона. Для склеивания применяются влагостойкие клеи. В качестве плоских слоев гофрированного картона может быть использован картон с полиэтиленовым покрытием. С целью повышения влагостойкости картон может иметь парафиновую пропитку и наружное покрытие из воскового сплава.

## 2. ПРОИЗВОДСТВО ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА

Производство и переработка гофрированного картона осуществляется на высокопроизводительном оборудовании и составляет единый технологический процесс.

Гофроделательный агрегат является основной единицей оборудования, на котором производится изготовление гофрированного картона из картона и бумаги, раскрой картона на форматы, а также нанесение продольных линий рилевки. Таким образом, на гофроделательном агрегате производится не только изготовление гофрированного картона, но и отдельные операции по его переработке, в конечной стадии которых получают листовые заготовки картонных ящиков. Схематично процесс производства гофрированного картона представлен на рис. 38. Бумага для гофрирования разматывается с рулона, предварительно подогревается и увлажняется, подвергается гофрированию в гофрировальной машине. Этот узел агрегата является

определяющим в процессе производства гофрированного картона. От правильной его отладки и работы зависит качество гофрированного слоя и качество самого картона. Картон для плоских слоев также проходит предварительный подогрев и в гофрировальной машине склеивается с гофрированным слоем, образуя двухслойный гофрированный картон. Последний через накопительный мост подается к клеильной машине, где происходит подклейка второго плоского слоя и образуется трехслойный гофрированный картон, который, проходя через систему сушильных плит, а затем охлаждаясь, поступает на продольно-резательнорилевоочный узел, здесь он разрезается на продольные полосы, при этом одновременно наносятся продольные рилевки для образования линий сгиба; на следующей операции происходит поперечный отруб заготовок картона требуемого формата, листы картона укладываются в стопы и передаются на дальнейшую технологическую переработку. Для того чтобы уменьшить коробление листов картона и произошло полное схватывание клея, рекомендуется отлежка сложенных в пакеты листов в течение 6—8 ч.

Производство пяти-, семи- и девятислойного гофрированного картона осуществляется аналогичным образом, при этом сначала

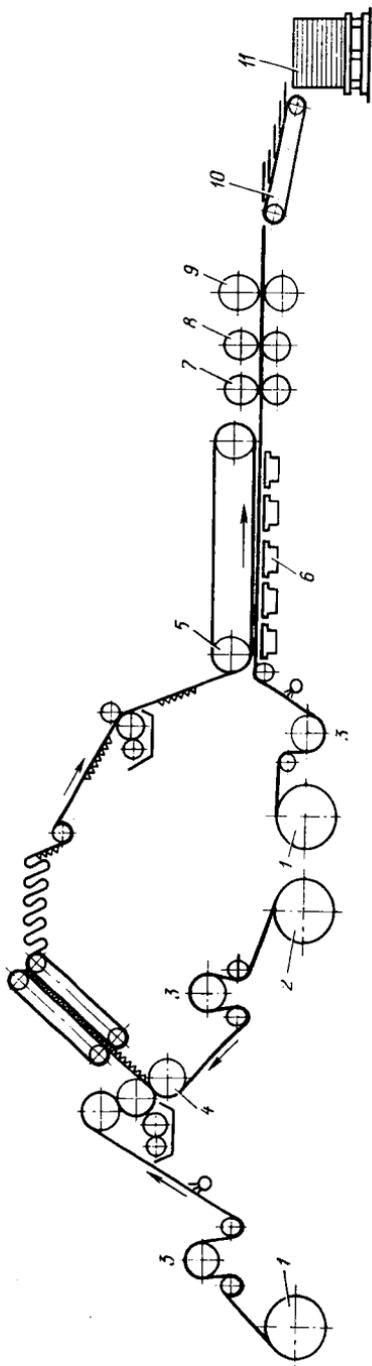


РИС. 38. Схема производства гофрированного картона:

1 — картон; 2 — бумага; 3 — подогреватель; 4 — гофрировальщик; 5 — прижимной транспортер; 6 — сушильные плиты; 7 — узел продольной резки; 8 — узел продольной рилевки; 9 — узел поперечного отруба; 10 — приемный транспортер-укладчик; 11 — штабель заготовок

образуется двухслойный картон, полотна которого поступают на многоярусный наполнительный мост, с которого каждое полотно двухслойного картона проходит через клеенаносящий узел, где на вершину гофр наносится клей, после чего полосы соединяются между собой и нижним плоским слоем и подвергаются сушке на сушильном столе. Чем больше количество слоев, тем больше требуется времени на их сушку и схватывание клея, поэтому сушильная часть в таких агрегатах значительно длиннее, кроме этого, скорость продвижения полотна картона значительно снижается с увеличением слойности картона. Для производства гофрированного картона применяются гофроделательные агрегаты разной ширины. Наиболее распространенными являются агрегаты с шириной полотна 2100 мм.

Гофроделательный агрегат состоит из следующих основных узлов, которые представляют собой самостоятельные машины, встроенные в общую поточную линию производства гофрированного картона:

раскаты для установки и размотки рулонов бумаги и картона;

гофрировальная машина для гофрирования бумаги и образования двухслойного гофрокартона;

накопительный мост для приема и передачи двухслойного гофрокартона;

подогреватели для подогрева картона и бумаги на различных технологических операциях;

клеильная машина для склейки слоев гофрокартона;

сушильно-охлаждающаяся часть;

продольно-резательная и рилевочная машина;

поперечно-резательная машина;

листоукладчик для укладки листов гофрированного картона или заготовок в кипы.

**Раскаты.** Для установки рулонов картона и бумаги применяются различные системы раскатов. Раскаты могут быть одинарные, двойные, тройные. Современные конструкции раскатов имеют рулонодержатели, которые имеют гидравлический или электромеханический привод, производящий перемещения рулонодержателя по высоте и продольное перемещение по ширине закрепляемого рулона. Хорошо себя зарекомендовали выкатные одинарные раскаты. Выкатной раскат состоит из тележки с электроприводом, передвигающейся перпендикулярно оси гофроделательного агрегата по направляющим. На тележке размещены одна неподвижная, другая подвижная бабка. Перемещение ее вдоль тележки осуществляется от отдельного привода. Кроме того, тележка может иметь подъемную платформу или опускающиеся центры.

**Гофрировальная машина.** Машина (рис. 39) является основной частью агрегата по производству гофрированного картона.

При процессе гофрирования происходит деформация бумаги, но структура ее и целостность волокон должны сохраняться. Гофрирующие валы устанавливаются парами, диаметр валов 300—350 мм. Профиль и размеры гофра определяются конфигурацией зубьев на гофрирующих валах. В настоящее время наиболее распространенным является профиль зуба с более прямыми боковыми сторонами и небольшим радиусом закругления вершины гофра. Гофрировальные валы должны быть всегда чистыми, не иметь накипи, остатков клея, волокон бумаги, так как это отрицательно сказывается на качестве гофрирования.

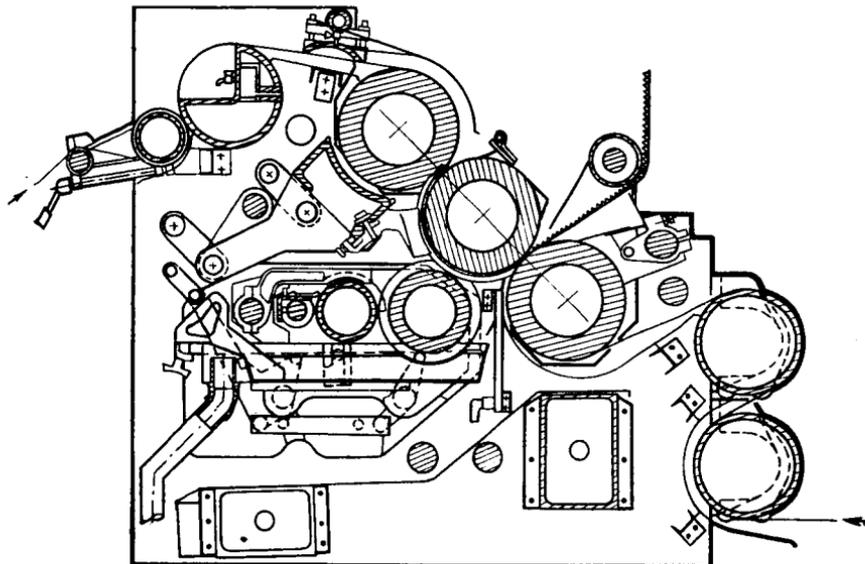


РИС. 39. Гофрировальная машина

Важным элементом гофрирующей машины являются гребни, которые поддерживают гофрированный слой до его соединения с плоским слоем. Гребни требуют точной установки и регулировки.

В состав гофрировальной машины входит клеенаносящее устройство, состоящее из клеевой ванны и двух или трех валов. Конструкция устройства позволяет регулировать толщину нанесения клеевой пленки, которая рекомендуется для крахмального клея 0,1—0,2 мм, для силикатного 0,2—0,5 мм. При остановке гофроагрегата клеенаносящий вал отводится от гофрирующего вала, а чтобы не было застывания клея на клеенаносящих валах, они продолжают вращаться.

Для изготовления пятислойного картона может применяться двухъярусная гофрировальная машина с двумя парами гофри-

рующих валов. Более рациональным считается применение отдельных гофрировальных машин. Установка гофрирующих валов разного профиля позволяет вырабатывать гофрированный картон с различным сочетанием гофр, в зависимости от требований и конструкции картонной тары.

**Накопительный мост.** Служит для приема двухслойного гофрированного картона после гофрировальной машины и его накопления, что позволяет при остановке гофрировальной машины или смене рулонов бумаги или картона обеспечивать работу остальных узлов агрегата, и, наоборот, при остановке других узлов гофрировальная машина может продолжать работу.

Конструкция накопительного моста зависит от вида вырабатываемого гофрированного картона. Накопительные мосты могут быть одноярусные, двух-, трех-, или четырехъярусные.

**Клеенаносящая машина.** Наносит клей на свободную сторону гофр двухслойного картона, поступающего с накопительного моста. Для выработки многослойного картона клеенаносящая машина имеет соответствующее число клеильных устройств, через которые проходят полотна двухслойного картона. На рис. 40 приведена схема двухъярусного клеильного устройства. После клеенаносящей машины происходит соединение слоев двухслойного картона и нижнего плоского слоя, для чего слои картона подаются под прижимное сукно сушильной части агрегата.

**Подогреватели.** Для выравнивания влажности полотна картона и бумаги, установления необходимых параметров технологических режимов на разных этапах прохождения бумаги и картона применяются подогреватели, состоящие из подогревающих гладких цилиндров и системы промежуточных валиков, позволяющих изменять угол обхвата цилиндров и тем самым увеличивать или уменьшать поверхность нагрева, контактирующую с полотном бумаги или картона.

Подогревающие барабаны имеют вращательное движение от привода с постоянной или переменной скоростью. Для увлажнения картона и бумаги перед нагревом применяются увлажнители, которые встраиваются в подогреватель. Увлажнители могут быть трубчатого или камерного типа. Увлажнение полотна гофрируемой бумаги перед склеиванием с одновременным ее нагревом несколько растворяет содержащееся в бумаге проклеивающее вещество и способствует проникновению клея в толщу бумаги при склеивании. При низком содержании влаги клей проникает в бумагу медленно и плохо, бумага становится ломкой и не выдерживает усилий, возникающих в процессе ее гофрирования.

Для подготовки поверхности двухслойного гофрированного картона для склеивания их между собой и с плоским слоем применяется многоярусный подогреватель, состоящий из трех-четырех подогревательных цилиндров.

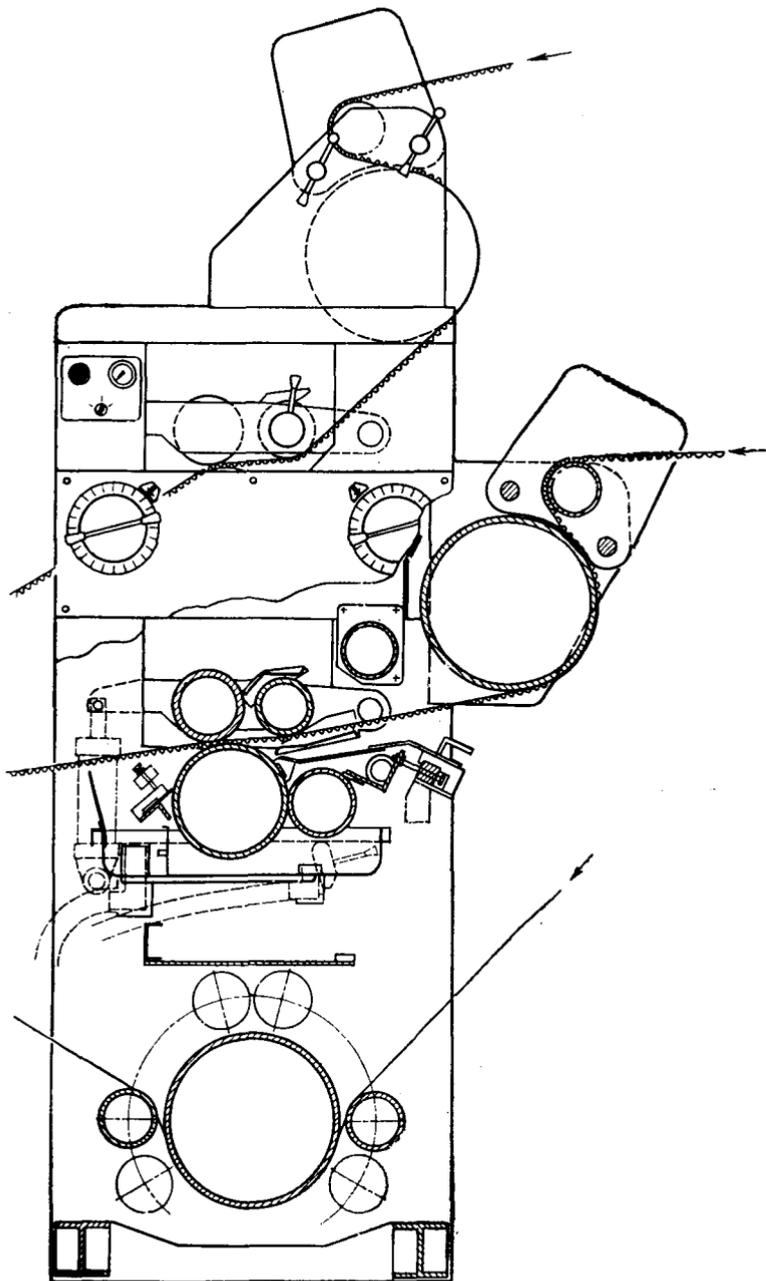


РИС. 40. Двухъярусное клеельное устройство

**Сушильная часть.** Сушильная часть гофроделательного агрегата имеет большое значение в технологии производства гофрированного картона. От установления правильного температурного режима во многом зависит качество гофрированного картона. Выбор температурного режима зависит от многих факторов: качества исходного сырья, вида клея, скорости гофроделательного агрегата, слойности изготавливаемого картона, влажности, температуры окружающей среды и др.

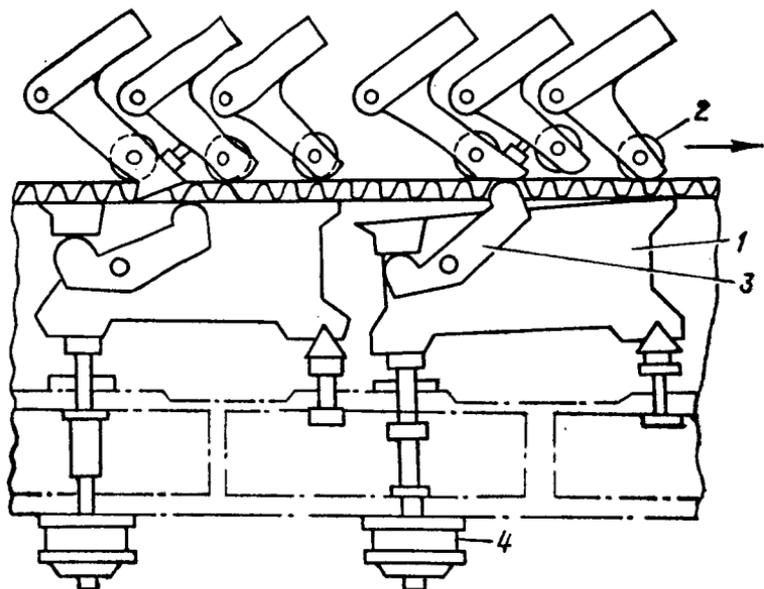


РИС. 41. Устройство для регулирования контакта нагревательных плит:

1 — нагревательная плита; 2 — прижимные валики; 3 — отклоняющий рычаг; 4 — пневмоцилиндр

Температурный режим сушильной части гофроделательного агрегата устанавливается путем регулирования подачи пара в нагревательные плиты. На современных агрегатах сушильная часть оснащена необходимыми датчиками и автоматической регулирующей аппаратурой, что позволяет автоматически контролировать и выдерживать заданные параметры. Учитывая, что нагревательные плиты медленно реагируют на изменение теплового режима, применяются другие способы регулирования, что позволяет быстро изменять параметры, особенно при остановке агрегата и задержке полотна картона на нагревательных плитах.

Два таких способа регулирования приведены ниже.

Для регулирования температурного режима на сушильных плитах гофроагрегата применяется система, при помощи которой происходит уменьшение площади контакта картона с по-

верхностью нагревательных плит. Это осуществляется при помощи отклонения плит с одновременным поднятием прижимных валиков. Отклонение плит производится при помощи пневмоцилиндров (рис. 41), расположенных в нижней части сушильного стола. Отклоняясь, плита действует на рычаг, который, поворачиваясь вокруг оси, поднимает опорный рычаг, связанный с несущими кронштейнами прижимных валиков, поворачивает кронштейны, и прижимные валики поднимаются над ведущим сукном сушильной части гофроагрегата.

Регулирование температурного режима можно осуществлять путем подачи воздуха между картоном и греющей поверхностью плит, при этом образуется воздушная подушка (рис. 42), ко-

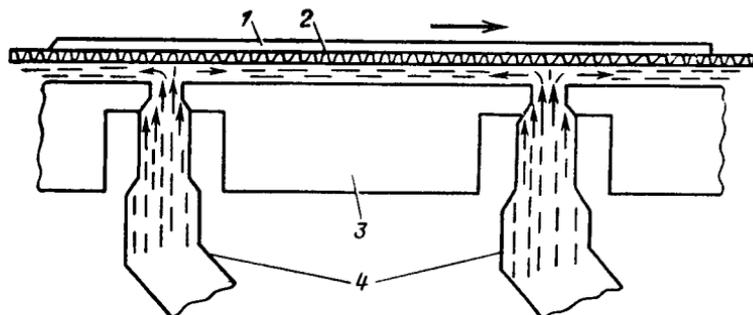


РИС. 42. Схема регулирования теплового режима сушильной части гофроагрегата при помощи воздушной подушки:

1 — прижимной ремень; 2 — картон; 3 — сушильная плита; 4 — каналы подачи воздуха между плитами

торая уменьшает теплопередачу, тем самым снижается температура нагрева нижнего слоя картона.

При изготовлении гофрированного картона с тонкими плоскими слоями ( $125\text{--}130\text{ г/м}^2$ ) часто образуется волнистость на наружной поверхности. Это ухудшает внешний вид картона и затрудняет нанесение печати. Такой дефект обусловлен расширением картона в поперечном направлении при увлажнении его клеем и усадкой при высыхании: поскольку усадка больше расширения, участки склейки получают меньшие размеры в поперечном направлении, чем разделяющие их участки без клея, и это приводит к возникновению морщин.

Установлено [33], что появление волнистости зависит в основном от свойств картона. Уменьшение этого дефекта может быть достигнуто регулировкой технологического режима (повышение влажности картона и одновременное снижение температуры нагревательных плит, подсушка двухслойного картона перед склейкой со вторым плоским слоем, повышение влажности второго плоского слоя).

Существующие гофроделательные агрегаты имеют удлиненную сушильную часть. В состав сушильной части агрегата

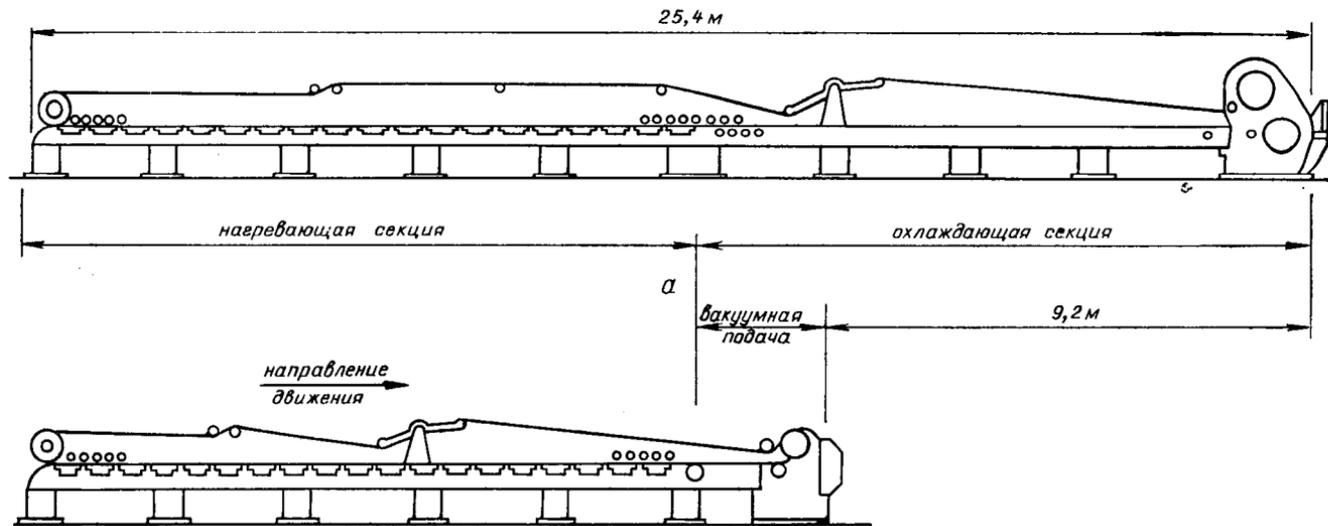


РИС. 43. Сушильная часть гофроагрегата:

а — обычная; б — с вакуумной передачей

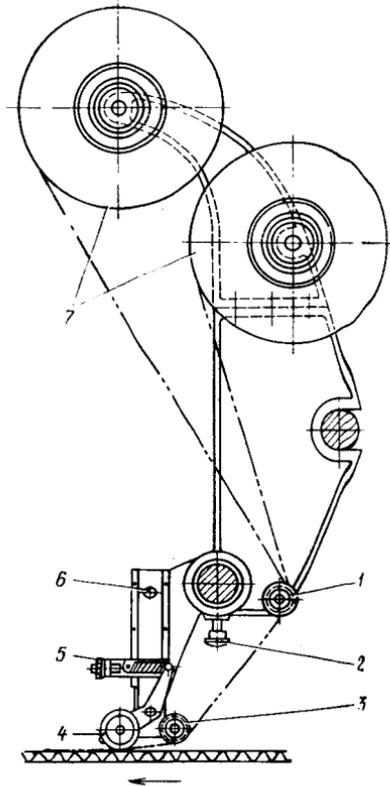
б

входит и охлаждающая часть, где происходит выравнивание температуры слоев гофрированного картона и его охлаждение. Применение новых быстросхватывающих клеев, совершенствование температурного режима гофроагрегата не требует удлинений сушильной части, однако при работе на высоких скоростях длинная сушильная часть необходима для равномерной подачи полотна картона без проскальзывания. Чтобы этого избежать и одновременно сократить длину гофроделательного агрегата, применяется вакуумная подача полотна картона. Применение этого способа позволяет значительно сократить длину сушильной части гофроделательного агрегата. На рис. 43 приведены сравнительные схемы сушильных частей обычной и с узлом вакуумной подачи.

Иногда при производстве картонных ящиков на внутреннюю поверхность ящика наклеивается специальная разрывная лента из прочного синтетического материала, например ориентированного полипропилена. Вскрытие ящика производится путем разрыва картона этой лентой.

РИС. 44. Устройство для наклейки разрывной ленты:

1 — направляющий ролик; 2 — фиксатор; 3 — ролик промежуточный; 4 — прижимной ролик; 5 — регулятор прижима; 6 — зажим кронштейна прижимного ролика; 7 — бобины ленты



Для наклейки ленты на заготовку картонного ящика применяется специальное устройство (рис. 44), которое устанавливается перед продольно-резательной машиной в конце сушильной части агрегата.

Лента разматывается с бобины, установленной в бобинодержателе, проходит систему центрирующих и направляющих роликов и при помощи прижимного валика прижимается к поверхности гофрированного картона. Лента имеет предварительно нанесенный липкий слой. Степень прижатия к картону регулируют прижимным винтом.

**Продольно-резательная рилевоочная машина.** Полотно картона после сушильной части подвергается переработке на

форматные заготовки, требуемые для заданного типоразмера тары. Продольная резка полотна и нанесение линий рилевки производится на продольно-резательной рилевоочной машине. Существует несколько разновидностей конструкции этой машины. Самая простая — это машина, имеющая поворотную систему

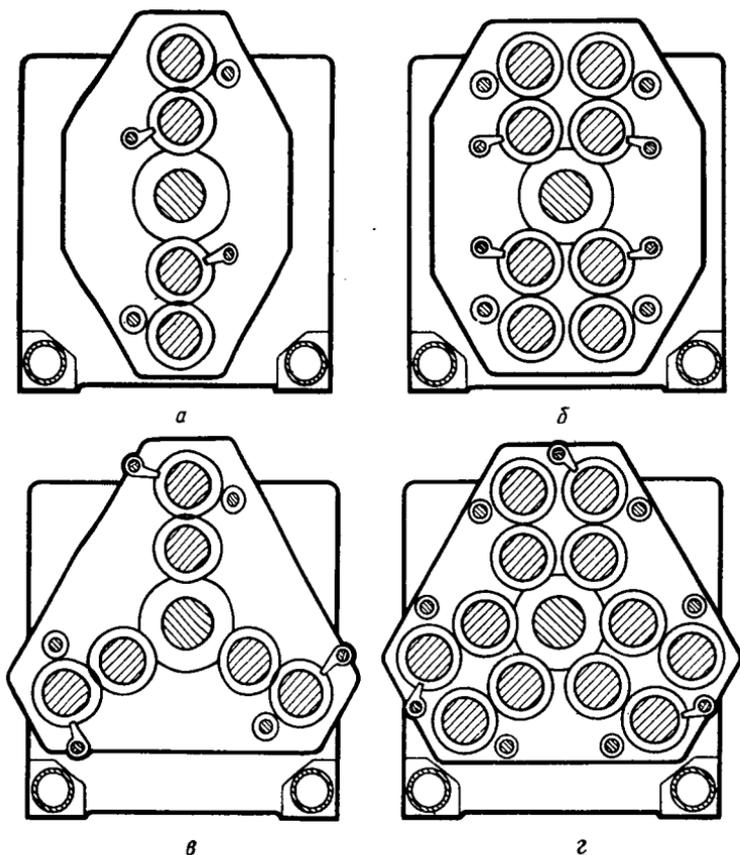


РИС. 45. Схема расположения валов в продольно-резательных машинах:

*а* — «дуплекс» с одинарными валами; *б* — «дуплекс» с отдельными парами валов; *в* — «триплекс» с одинарными валами; *г* — «триплекс» с отдельными валами

с двумя парами валов, на которых расположены рилевоочные муфты и резательные ножи. Эта система получила название «дуплекс». Недостатком ее является трудность в наладке, так как рилевоочные муфты и резательные ножи расположены на одном и том же валу. Более совершенной является машина с резательными валами, на одних размещены рилевоочные муфты, на другой паре валов — резательные ножи. Когда верхняя пара валов находится в работе, на нижней паре валов

можно производить монтаж и перестановку рилевочно-резательного инструмента.

При изменении размера производится поворот системы валов на  $180^\circ$  вокруг центральной оси и в работу включается нижняя система валов.

Имеются машины с тремя парами валов, которые называются «триплекс». Такая система может быть как с одинарным, так и с парными отдельными валами (рис. 45).

В производстве чаще всего применяются по две последовательно установленных рилевочно-резательных машины «дуплекс», что позволяет обеспечить бесперебойную работу гофроделательного агрегата и производить смену форматов продольной резки и рилевки без останова гофроделательного агрегата.

Нанесение рилевки является важным процессом в производстве картонной тары. От формы и качества рилевки зависит прочность ящика, складывание заготовок на сшивающем или склеивающем агрегате, сборка ящика и его эксплуатационные свойства.

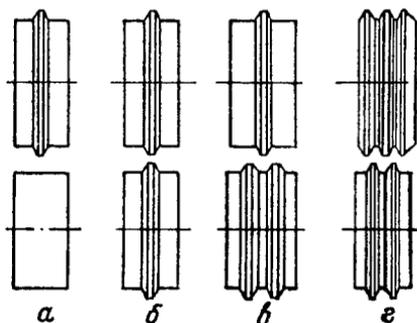


РИС. 46. Профили рилевочных муфт:

а — однопрофильные; б — двухпрофильные; в — трехпрофильные; г — пятипрофильные

Физическая сущность процесса рилевания заключается в уплотнении картона на прямолинейном участке определенной ширины, в результате чего на заготовке формируется линия рилевки, служащая своеобразным шарниром, позволяющим перегибать картонную заготовку по этой линии.

Нанесение рилевки на картонные заготовки производится рилевочными муфтами.

В настоящее время при производстве картонных ящиков применяются самые различные профили рилевочных муфт. Их можно разбить на следующие (рис. 46) основные четыре типа: однопрофильные с гладкой опорой, двухпрофильные, трехпрофильные, пятипрофильные.

Применение того или иного профиля обуславливается видом гофрокартона, качеством гладких слоев картона, бумагой для гофрирования, применяемым клеем.

Процесс рилевания картона должен быть таким, чтобы картон легко складывался без появления трещин в месте перегиба, что имеет большое значение, особенно для слабых картонов. Для таких картонов рилевание должно производиться с минимальным растяжением плоских слоев. Вместе с тем необходимо учитывать, что увеличение ширины рилевания

снижает сопротивление собранного ящика сжатию. Нанесенная рилевка должна обеспечивать перегиб картона на  $180^\circ$ , при этом не должен происходить сильный зажим внутреннего гладкого слоя, так как при этом могут возникнуть предельные напряжения в наружном слое, вызвав разрыв последнего.

При пользовании тем или иным профилем рилевочных муфт необходимо знать, какую деформацию плоских слоев они производят и какая при этом получается вытяжка. Вытяжка — это разница между средней длиной поверхности наружных слоев картона, подвергнутых рилевке, и длиной этих слоев до процесса рилевания. Определение вытяжки производится следующим методом [9]. В масштабе 10:1 вычерчивается контур

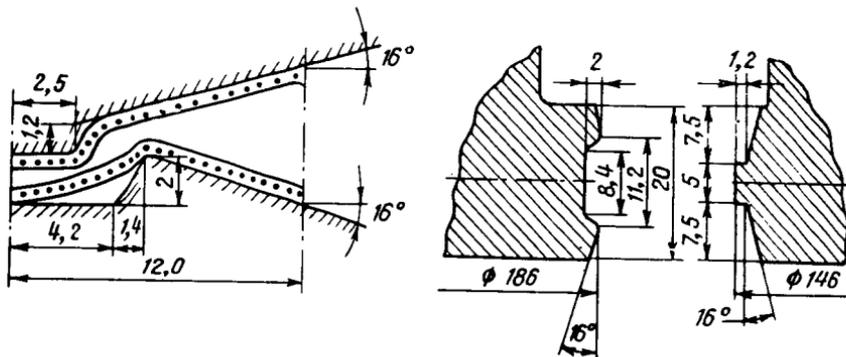


РИС. 47. Определение вытяжки картона при рилевании

РИС. 48. Профиль рилевочных муфт с минимальной вытяжкой картона

рилевочных муфт в их рабочем положении. Так как профиль муфт симметричный, то изображается только половина профиля (рис. 47), затем наносится расположение слоев картона в момент рилевания. По средней линии толщины картона производят замер длины каждого слоя и определяют среднюю длину

$$l_{\text{ср}} = \frac{l_1 + l_2}{2},$$

где  $l_1$  — длина верхнего слоя картона;  $l_2$  — длина нижнего слоя картона.

Вытяжка определяется следующей зависимостью, %:

$$q = \frac{l_{\text{ср}} - l_0}{l_0} \cdot 100,$$

где  $l_0$  — первоначальная длина участка картона, подвергнутого рилеванию.

На рис. 48 приведен профиль рилевочных муфт, который дает незначительную вытяжку слоев картона. Указанный про-

филь рекомендуется для трехслойного картона. Для пяти- и семислойного картона применяются рилевочные муфты пяти-профильные.

Следует отметить, что при любом контуре рилевочного ролика наружные слои не принимают его форму во всех точках, так как картон является упруго-пластичным материалом, поэтому профиль рилевки на картоне отличается от профиля рилевочных муфт более плавными переходами.

**Поперечно-резательная машина.** Требуемый отруб заготовок по длине производится на машине ротационной поперечно-резательной двумя поперечными ножами, расположенными на вращающихся навстречу друг другу цилиндрических ножедержателях (рис. 49). В современных высокопроизводительных машинах применяются сдвоенные поперечно-резательные машины, что позволяет одновременно отрезать заготовки разной длины. Конструкция механизма поперечной резки позволяет производить регулировку длины отруба без останова машины. Количество произведенных отрубов определяет количество заготовок картона данного формата.

Для контроля за длиной отруба применяют электронную аппаратуру, что позволяет повысить точность и стабильность размеров заготовок, уменьшить отходы за счет припуска на дальнейшую обработку.

**Листоукладчик.** Листоукладчик служит для приема заготовок картона. Листоукладчики бывают одно-, двух- и трехъярусные. Каждый ярус принимает заготовки определенного формата, собирает их в пачки (рис. 50).

Недостатком существующих листоукладчиков является наличие ручной операции по отбору пачек заготовок и укладке их в столу на поддон для передачи на дальнейшую переработку.

В новейших конструкциях гофроделательных агрегатов разработана автоматизированная система отбора и укладки заготовок в пакет с передачей его на печатно-просекательную машину или другое перерабатывающее оборудование.

Наряду с высокопроизводительным оборудованием для производства гофрированного картона, которое рассчитано на большие серии тары, применяется оборудование менее производительное, но более компактное и простое.

К таким агрегатам относится агрегат АГП-4. Учитывая значительное расширение ассортимента выпускаемой картонной тары и мелкосерийность заказов, применение более простых гофроагрегатов является в ряде случаев целесообразным и экономичным.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ГОФРОДЕЛАТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА АГП-4

Производительность (по трехслойному картону), м <sup>2</sup> /ч . . . . .	5000
Обрезная ширина, мм . . . . .	1250
Скорость максимальная, м/мин . . . . .	100

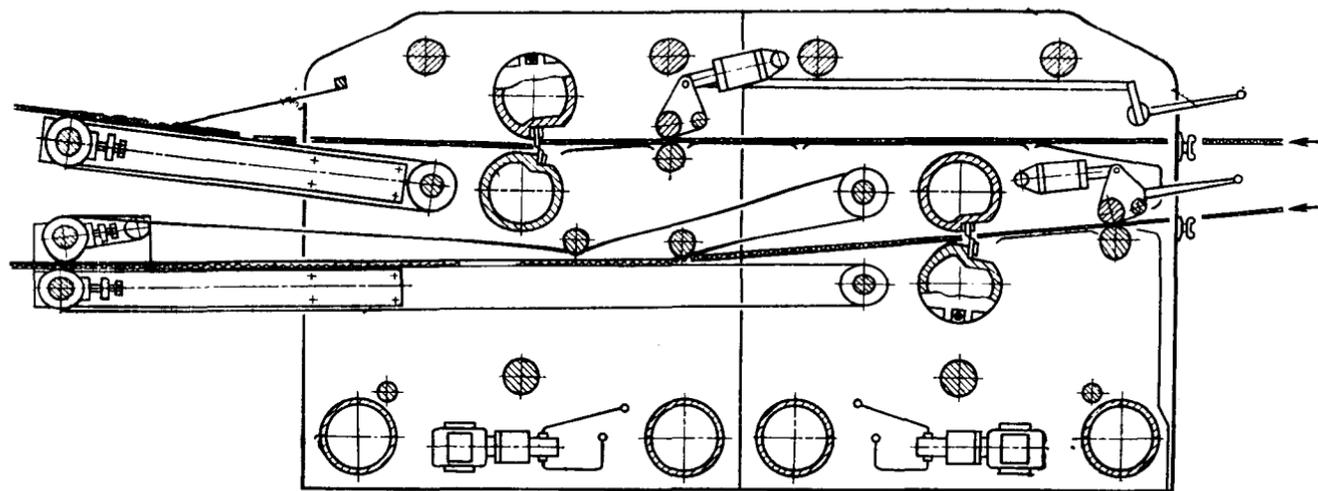


РИС. 49. Схема двухъярусной поперечно-резательной машины

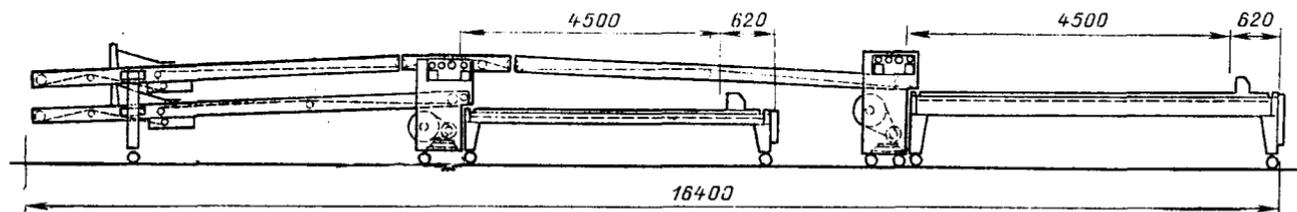


РИС. 50. Двухъярусный листоукладчик

Скорость рабочая, м/мин . . . . .	60
Предел регулирования рабочей скорости . . . . .	1 : 5
Установленная мощность, кВт . . . . .	61,5
Масса агрегата, т . . . . .	57,3
Длина агрегата, м . . . . .	43,5

Компактные агрегаты производятся в Англии фирмой «Трисель». Использование этого агрегата позволяет вырабатывать заготовки трехслойного гофрированного картона небольших форматов.

Представляет интерес новый компактный гофроделательный агрегат японской фирмы «Нива» (рис. 51). По сравнению с другими существующими агрегатами он имеет следующие преимущества:

- при его установке и эксплуатации требуется меньшая производственная площадь;
- полотно гофрированного картона перед склейкой с нижним плоским слоем обдувается воздухом;
- поперечная резка выполнена в виде ротационного отрубного устройства с одним ножом;
- на обслуживании агрегата занято минимальное число обслуживающего персонала;
- агрегат имеет простое управление.

Характерным является расположение размоточных стенов под углом 90° к оси агрегата, благодаря чему агрегат имеет компактную форму и более удобен в обслуживании. По данным фирмы, стоимость производства гофрированного картона малыми сериями несколько ниже, чем на обычном агрегате.

В производстве картонной тары и упаковке продукции используется значительное количество двухслойного гофрированного картона. Производство этого картона осуществляется на обычных гофроделательных агрегатах, при этом двухслойный гофрированный картон, получаемый на гофрировальной машине агрегата, наматывается на отдельные рулоны на специальном устройстве. При необходимости на этом устройстве можно производить продольную резку полотна гофрированного картона.

**Автоматический контроль при производстве гофрированного картона.** На некоторых предприятиях введен автоматический контроль за отдельными операциями. Отклонение от норм регистрируется на отдельном пульте. Контролируются следующие операции: склеивание одной поверхности гофрированного картона с гладким картоном; предварительный подогрев бумаги для гофрирования перед склейкой с гладкими слоями картона; подогрев гладких слоев картона, температурный режим сушильной части, подогрев клея, длина отруба, степень коробления картона.

Контролирующая электронная аппаратура позволяет оперативно вносить необходимые изменения в технологический

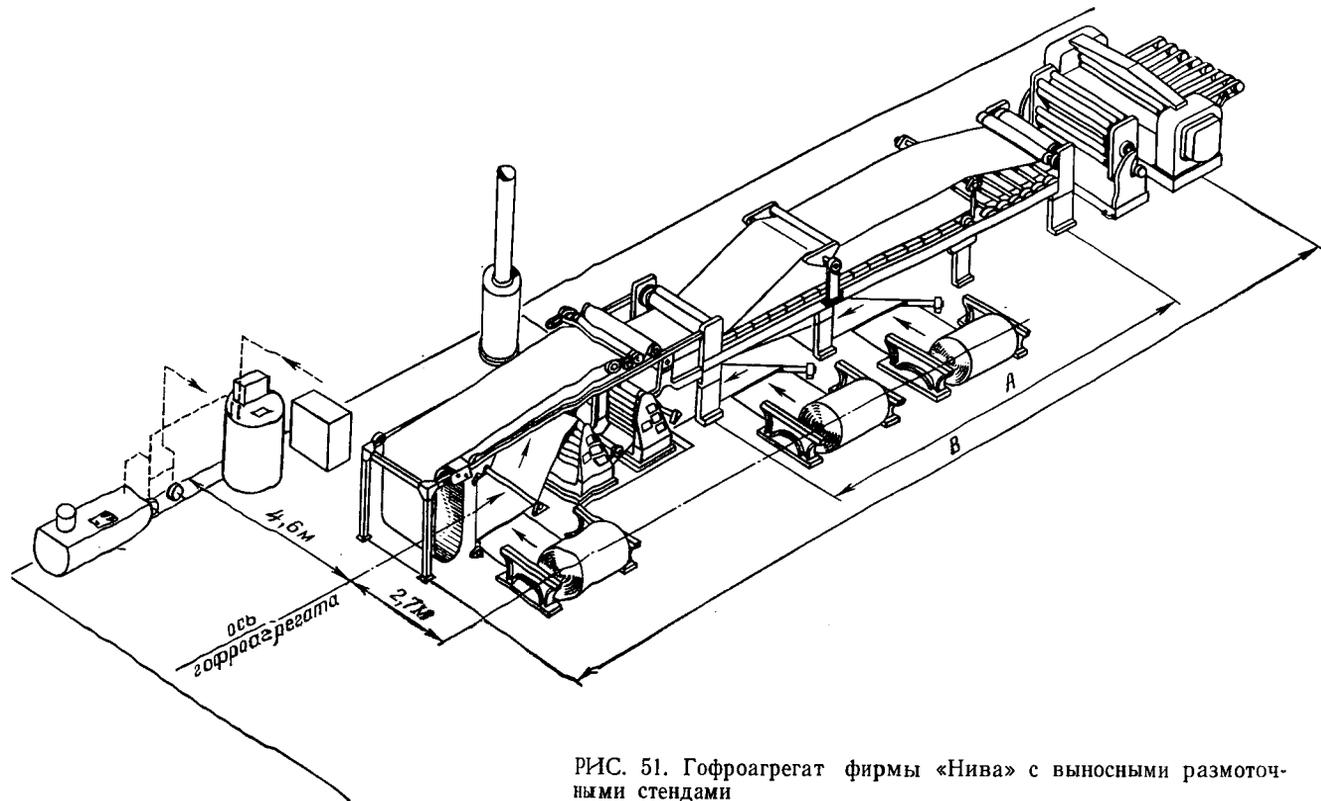


РИС. 51. Гофроагрегат фирмы «Нива» с выносными размоточными стендами

режим. Одной из серьезных проблем в производстве гофрированного картона является коробление картона.

Основной причиной коробления гофрированного картона является различная влажность плоских слоев гофрированного картона. Установлено, что коробление картона происходит в направлении более влажного плоского слоя. Допускаемая разность влажностей двух плоских слоев не должна превышать 3%, так как при этом соотношении влажности материала явление коробления возникает в меньшей степени. Контроль за влажностью картона и бумаги и ее регулирование на разных стадиях производства гофрированного картона являются одними из главных в технологическом процессе.

Вторым, не менее важным, является контроль и регулирование теплового режима, что тесно связано с влажностью материала.

Количество тепла, требуемое для изготовления трехслойного картона, Дж,

$$Q = Q_1 + Q_2,$$

где  $Q_1$  — количество тепла для подогрева картона, Дж;  $Q_2$  — количество тепла для сушки клея, Дж.

Количество тепла, необходимое для изготовления трехслойного картона,

$$Q = (W_1 + W_2\eta + W_1)(t_1 - t_2)C_1,$$

где  $W_1$  — масса картона, кг;  $W_2$  — масса бумаги, кг;  $\eta$  — коэффициент гофрирования;  $C_1$  — теплоемкость бумаги (1,25 Дж/кг $^{\circ}$ С);  $t_1$  — температура бумаги;  $t_2$  — температура двухслойного картона на выходе,  $^{\circ}$ С.

Количество тепла, необходимое для нагрева и сушки нанесенного клея,

$$Q_2 = W_3C_2(t_3 - t_4) + W_4C_2(t_3 - t_4),$$

где  $W_3$  — количество клея на гофрах типа А;  $C_2$  — теплоемкость клея (3,55 Дж/кг $^{\circ}$ С);  $t_3$  — температура клея во время склеивания,  $^{\circ}$ С;  $t_4$  — температура клея в момент нанесения,  $^{\circ}$ С;  $W_4$  — количество клея, наносимое на гофр.

Общее количество тепла, сообщенное гофрированному картону,

$$Q = a \Delta t_{av},$$

где  $a$  — коэффициент теплопередачи, Дж/м $^2$   $^{\circ}$ С;  $\Delta t_{av}$  — логарифмический перепад температуры.

$$\Delta t_{av} = \frac{(t - t_2) - (t - t_1)}{2,3 \log \frac{t - t_2}{t - t_1}},$$

где  $a$  — температура плит.

Количество тепла, передаваемое во время прохождения картона через нагревательные плиты, Дж/с,

$$Q_3 = Q/T,$$

где  $T$  — время прохождения картона через сушильные плиты, с;

$$T = 60bn/v,$$

где  $b$  — ширина плиты, м;  $n$  — количество сушильных плит;  $v$  — средняя скорость гофроагрегата, м/мин.

Таким образом, можно расчетным путем установить оптимальное соотношение между скоростью агрегата и необходимой температурой сушильных плит.

Эти расчеты являются приближенными, так как температурный режим зависит от многих действующих факторов.

Производительность гофроделательного агрегата зависит от следующих факторов:

- качества исходного сырья;
- применяемого клея и его качества;
- температурного режима;
- типа вырабатываемого гофрированного картона;
- частоты переналадок на другой типоразмер;
- количества заправок рулонов;
- рабочей ширины гофроделательного агрегата;
- рабочей скорости агрегата.

Практика работы предприятий показывает, что гофроделательный агрегат не имеет постоянной установившейся скорости, а работает с переменной скоростью, при этом колебания скорости могут быть разные с частым снижением скорости до 0. Поэтому при расчете производительности гофроделательного агрегата применяется усредненная скорость.

Производительность гофроделательного агрегата определяется по следующей формуле, м<sup>2</sup>/ч:

$$Q = 60BvK_v K_m,$$

где  $B$  — рабочая ширина агрегата, м;  $v$  — средняя устойчивая рабочая скорость агрегата, м/мин;  $K_v$  — коэффициент выхода картона (с учетом потерь);  $K_m$  — коэффициент использования машинного времени.

Для определения производительности гофроделательного агрегата по массовому количеству перерабатываемого картона при расчетах используют следующую формулу, т/ч:

$$Q = 0,06 \left( \sum_{i=1}^n g_{\text{п}} + \sum_{i=1}^n g_6 K + \sum_{i=1}^n g_k \right) BvK_v K_m,$$

где  $g_{\text{п}}$  — масса 1 м<sup>2</sup> плоского слоя картона, кг/м<sup>2</sup>;  $g_{\text{б}}$  — масса 1 м<sup>2</sup> бумаги для гофрирования, кг/м<sup>2</sup>;  $g_{\text{к}}$  — масса 1 м<sup>2</sup> клеювого слоя при склеивании гофрированного слоя с плоским слоем, кг/м<sup>2</sup>;  $K$  — коэффициент гофрирования.

### 3. ПЕРЕРАБОТКА ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА

Переработка гофрированного картона на тару и упаковочные изделия производится на соответствующем перерабатывающем оборудовании, которое можно разделить на следующие основные группы:

- рилевно-резательные машины;
- печатно-просекальные машины;
- печатно-просекальные складывающе-склеивающие агрегаты;
- сшивные полуавтоматические машины;
- склеивающе-складывающие машины;
- складывающе-сшивающие машины;
- ротационные просекательные машины;
- просекальные прессы;
- печатно-штампующие установки;
- штабелеры;
- упаковочные машины;
- упаковочные прессы.

**Печатно-просекальные машины.** Этот вид оборудования является самым распространенным в переработке гофрированного картона на ящики. Существует большое многообразие печатно-просекальных машин, отличающихся друг от друга по внешнему виду и конструктивному оформлению. Вместе с тем машины имеют общую принципиальную схему построения. Каждая печатно-просекальная машина состоит из следующих основных узлов: узел подачи заготовок, узел просечки и поперечной рилевки, узел нанесения печати, узел отбора и штабелирования заготовок. Учитывая, что картонная тара имеет различные размеры, машины отличаются по предельным форматам перерабатываемых заготовок. В табл. 17 приведены

17. РАЗМЕРЫ ПЕЧАТНО-ПРОСЕКАЛЬНЫХ МАШИН ФИРМЫ «МАРТИН»

Тип машины	Максимальный размер заготовки, мм	Минимальный размер заготовки, мм	Производительность при максимальном размере заготовки, шт/мин
171	620 × 1700	180 × 240	400
151	820 × 2100	230 × 240	325
181	1020 × 2500	280 × 240	280
161	1230 × 2910	330 × 300	250
155	1430 × 3710	380 × 300	200
175	1630 × 4110	430 × 300	160
165	1810 × 4910	480 × 500	120

типоразмеры печатно-просекальных машин, выпускаемых французской фирмой «Мартин».

Конструкция современных печатно-просекальных машин состоит из отдельных модульных секций. Это обеспечивает удобство в наладке и обслуживании машины, позволяет при необходимости выводить отдельные секции из машины (печатные секции, штампующую секцию) для их наладки, смены инструментов.

На печатно-просекальных машинах вырабатывается обычный 4-клапанный ящик, ящики телескопического типа и др. Современные машины комплектуются штампующей секцией, что обеспечивает выполнение дополнительных операций — просечку отверстий, высечку ручек, высечку самозапирающегося дна ящика. Высечка производится специальными штанцевальными элементами, закрепленными на массивном барабане. Заготовки картона проходят между вращающимся верхним барабаном со штанцевальным элементом и нижним упорным барабаном, облицованным пластмассой, и прорезаются ножами штанцевального элемента.

Штабелеукладчик является отдельным устройством, не жестко связанным с печатно-просекальной машиной. Скорость транспортера штабелеукладчика несколько меньше скорости прохождения заготовок на печатно-просекальной машине, что позволяет укладывать заготовки ступенчато с последующим съемом их в штабель. Существуют различные конструкции штабелеукладчиков заготовок. Все они, как правило, состоят из приемного транспортера, подъемного транспортера, автоматически регулирующего по высоте штабеля, приемного рольганга. Подача заготовок в печатно-просекальную машину является важным моментом в технологическом процессе производства. Имеются различные конструкции подающих устройств: механические, в которых подача нижнего листа картона осуществляется при помощи механических захватов, имеющих возвратно-поступательное движение; вакуумный способ подачи, где подача заготовок производится при помощи вакуумных подающих элементов; комбинированные способы подачи, сочетающие эти два способа. Особые неприятности вызывает подача коробленных заготовок. На рис. 52 показан способ вакуумной подачи заготовок, имеющих коробление. Нижняя заготовка из пачки, уложенной в магазин, присасывается к плите подающего стола и таким образом выравнивается и, проходя под ограничителем подающего устройства, при поступательном движении питателя передается в подающие валики печатно-просекальной машины. Для подачи заготовок большого формата применяются специальные поворотные устройства. Штабель с листами картона устанавливается на приемный опрокидывающийся рольганг с наклонной ограничительной стенкой. При опрокидывании штабеля листы картона располагаются на

наклонной плоскости стенки, способствуя удобной подаче их в приемную часть печатно-просекальной машины.

**Рилевочно-резательные машины.** Применяются для изготовления различных прокладок, вкладышей, обечаек, амортизаторов. Машина имеет стол для подачи заготовок и одну или две пары валов, на которых размещены резательные ножи и рилевочные муфты. Машина имеет следующую характеристику:

Рабочая ширина, мм . . . . .	2500
Скорость подачи, м/мин . . . . .	70—210
Мощность привода, кВт . . . . .	5,5
Диаметр ножей, мм . . . . .	260
Диаметр рилевочных муфт, мм . . . . .	258

Машина позволяет перерабатывать трех- и пятислойный гофрированный картон.

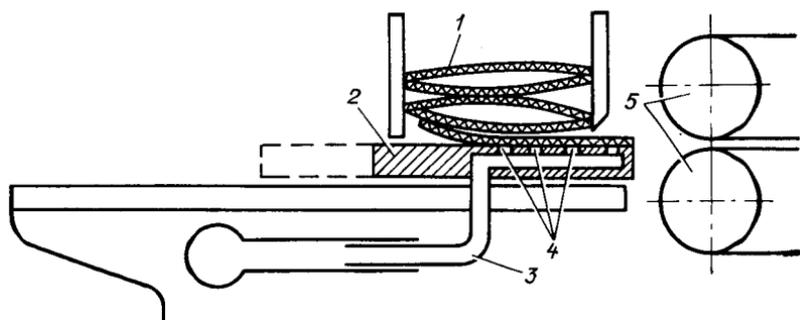


РИС. 52. Схема вакуумной подачи заготовок в печатно-просекальную машину:

1 — питатель; 2 — вакуумный подающий стол; 3 — вакуумный трубопровод; 4 — вакуумные присоски; 5 — приемный транспортер

**Печатно-просекальные машины тяжелого типа.** Предназначены для изготовления крупногабаритной тары. Например, машина фирмы «Дженераль» имеет автоматическое подающее устройство, печатную секцию с нижним расположением печати, складывающую секцию, устройство для отсчета и укладки ящиков в пачки. Производительность машины — до 18 тыс. шт. ящиков в час. На машине можно изготавливать ящики с максимальным размером 2210×4500 мм. На этой машине могут изготавливаться и картонные контейнеры.

Имеется машина, которая может перерабатывать еще больший формат заготовок. Это машина фирмы «Ревко», США. На ней можно изготавливать ящики размером заготовок 2667×5080 мм. Машина имеет автоматическую верхнюю подачу заготовок. Эта же фирма предоставляет и другое необходимое оборудование для переработки крупногабаритных заготовок.

**Машина для обрезки клапанов.** Предназначена для обрезки клапанов ящика при изготовлении ящика с разновеликими

клапанами, что позволяет при сборке ящика стыковать как внутренние, так и наружные клапаны. Принцип работы машины заключается в следующем: просеченные и прорилеванные заготовки ящиков подаются подающим устройством к обрезающим дисковым ножам, установленным с двух сторон, при этом клапаны, примыкающие к короткой стороне ящика, отгибаются и проходят мимо режущих ножей, а клапаны, примыкающие к длинной стороне, проходят через дисковые ножи и обрезаются на определенную величину таким образом, чтобы оставшаяся длина клапана была равна половине короткой стороны ящика.

**Образование соединительного шва картонного ящика.** После получения заготовки картонного ящика на печатно-просекальной машине необходимо выполнить следующую технологическую операцию — сшить или склеить картонный ящик по соединительному шву, после чего ящик в сложенном виде передается для упаковки в него продукции. Образование соединительного шва является одной из основных операций в производстве картонных ящиков.

Соединительным швом картонного ящика называется элемент конструкции картонного ящика, обеспечивающий скрепление его стенок и формирование ящика для упаковывания продукции. Известны следующие основные виды соединительного шва: шивка по клапану; склеивание по клапану; склеивание при помощи ленты; склеивание с последующей шивкой; шивка с последующим склеиванием лентой.

Два последних вида шва применяются редко, так как при этом требуются дополнительные затраты и повышается трудоемкость изготовления картонных ящиков. Эти виды шва применяются в отдельных случаях с целью повышения прочности шва и его герметичности.

Основными видами шва картонных ящиков являются шивка или склеивание по соединительному клапану. Наиболее пер-

18. СООТНОШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОБРАЗОВАНИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНОГО ШВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРТОННЫХ ЯЩИКОВ В США [43]

Вид шва	% к общему выпуску по годам		
	1959	1960	1961
Склеивание по соединительному клапану	16	26	42
Шивка проволокой	31	19	17
Склеивание по вертикальному ребру лентой	53	55	41
	100	100	100

спективным является клеевой шов, который постепенно заменяет другие способы. В табл. 18 приведены данные, характеризующие изменение способов образования шва в США за период 1959—1963 г. [43].

На рис. 53 схематично изображены основные способы образования шва. Сшивка по соединительному клапану произво-

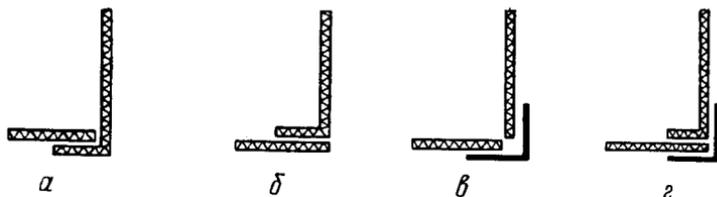


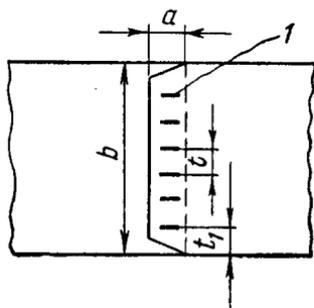
РИС. 53. Способы образования соединительного шва картонного ящика:

*а* — клапан с наружной стороны; *б* — клапан с внутренней стороны; *в* — соединение клеевой лентой; *г* — упрочнение клапана клеевой лентой

дится в основном с расположением клапана внутри ящика. По этому принципу работают все сшивные полуавтоматы и автоматы. Сшивка с размещением соединительного клапана с внешней стороны ящика производится в основном, когда требуется иметь внутреннее сечение ящика без уступа, с ровной гладкой поверхностью, при этом и сшивка ящика в большинстве случаев осуществляется с загибкой ножек скоб на внешней поверхности стенки ящика.

РИС. 54. Параметры соединительного шва с поперечным расположением скоб:

*a* — ширина клапана; *b* — длина клапана; *l* — скоба; *t* — шаг скоб; *t<sub>1</sub>* — расстояние скобы от кромки



Сшивка картонной тары выполняется скобами из круглой или плоской проволоки. Большое предпочтение отдается сшивке плоской проволокой, которая обеспечивает большую прочность шва, чем круглая. Основные параметры сшивного шва с поперечным расположением скоб приведены на рис. 54.

Сшивные соединительные швы разделяются в зависимости от расположения скоб на следующие типы (рис. 55): продольный однорядный, поперечный однорядный, диагональный, продольный двухрядный, поперечный шахматный.

В массовом производстве картонных ящиков в основном применяются продольный, диагональный или поперечный однорядный шов.

Параметры шва определяются техническими требованиями, предъявляемыми к картонной таре, и материалом, из которого она изготовлена.

Установлено, что прочность шва зависит от количества скоб и шага сшивки. Оптимальным считается шов, который является равнопрочным с основным материалом. Общие требования к шивному шву изложены в ГОСТ 9142—77, который предусматривает расстояние между скобами 20—45 мм, расстояние от крайней скобы до поперечной кромки не должно быть более 20 мм, а до продольной кромки — более 8 мм. Исследованием установлено, что при равных условиях более прочным является продольный шов, менее прочным — поперечный. Диагональный шов занимает промежуточное положение. Более высокая прочность продольного шва объясняется тем, что при

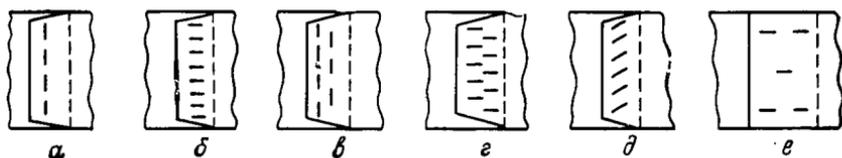


РИС. 55. Виды соединительного шва:

*а* — продольный однорядный; *б* — поперечный однорядный; *в* — продольный двухрядный; *г* — поперечный двухрядный; *д* — диагональный шахматный

возникновении разрывающего усилия в поперечном направлении соединительного клапана нагрузка передается на обе ножки скобы, в то время, как при поперечном шве разрывное усилие действует вдоль спинки скобы и нагрузку воспринимает поочередно одна из ножек, действие этого усилия приводит к разгибу одной из ножек и ее ослаблению. Вместе с тем наряду с разрывным усилием, действующим в плоскости соединительного клапана, немаловажную роль играют нагрузки на отрыв клапана, что имеет место при штабелировании заполненных ящиков, их перемещении на различных транспортерах. Продольное расположение шва в этом случае увеличивает изгибающий момент от действия усилий, приложенных к кромке соединительного клапана. Проведенными во ВНИЭКИТУ исследованиями установлено [43], что на прочность сшивки влияет качество и сечение проволоки, объемная масса сшиваемого материала, количество скоб.

Ориентировочно количество скобок на один ящик определяют по формуле [43]

$$n = 9,8G / Kq_c,$$

где  $G$  — масса упаковываемого изделия, кг;  $K$  — коэффициент, учитывающий вид шва;  $q_c$  — удельная разрушающая

нагрузка на одну скобу, Н. Опытным путем было определено, что разрушающая нагрузка на одну скобу равна 40 Н.

Коэффициент  $K$  определен экспериментальным путем и приведен в табл. 19.

19. ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОЧНОСТИ СШИВНОГО ШВА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ШВА И СЕЧЕНИИ ПРОВОЛОКИ

Сечение проволоки	Расположение шва		
	продольное	поперечное	диагональное
Круглое	1,0	0,80	0,86
Прямоугольное	1,0	0,67	1,00

**Склеивание по клапану.** Склеивание ящика по соединительному клапану является более прогрессивным методом соединения по сравнению со сшивкой. Основное преимущество этого метода заключается в высокой производительности склеивающего оборудования, простоте клеенаносящего устройства. Это преимущество является особенно важным при агрегатировании оборудования, так как позволяет сочетать производительность печатно-просекальной машины со склеивающим и штабелирующим устройствами.

Прочность клеевого шва зависит от адгезионных свойств применяемого клея, жесткости склеиваемых материалов, структуры поверхностного слоя склеиваемых материалов.

Практика показывает, что при хорошей склейке разрушение клеевого шва происходит за счет расслоения картона.

Склеивание по клапану производят с внутренним креплением соединительного клапана. Прочность клеевого шва  $P$  при склеивании соединительного клапана может быть определена следующей зависимостью, Н:

$$P = qlbK,$$

где  $q$  — адгезионная прочность склейки материалов, Па;  $l$  — длина клеевого шва, м;  $b$  — ширина клеевого шва, м;  $K$  — коэффициент, учитывающий равномерность клеевого соединения.

На рис. 56 показан процесс разрушения клапана, приклеенного с внутренней и наружной стороны стенки ящика. При нагрузке, действующей в направлении, параллельном данной стороне ящика, разрушение ящика происходит в первую очередь в торцах. Если клапан расположен на боковой стенке с внутренней стороны ящика, то разрушающие усилия действуют под прямым углом к склеенной поверхности и стремятся оторвать

торцовую стенку от приклеенного к ней клапана или оторвать наружные слои картона от внутреннего слоя, если адгезия клеевого шва больше адгезии слоев картона. Если клапан выполнен на торцевой стенке и приклеен внутри ящика к боковой стенке, то действующие усилия будут направлены параллельно склеенной поверхности и шов в этом случае будет более прочным.

**Образование соединительного шва с помощью клеевой ленты.** Образование соединительного шва при помощи ленты имеет то преимущество, что позволяет отказаться от соединительного клапана, что дает значительную экономию материала, особенно при изготовлении ящиков малого размера, так как ширина клапана практически не зависит от размеров картона-

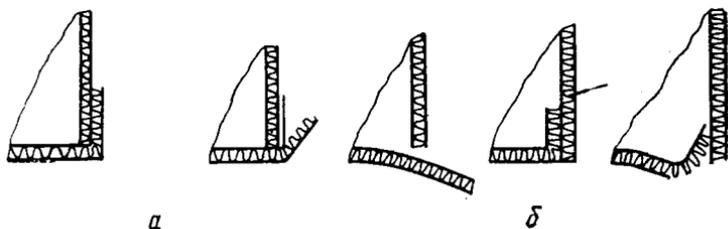


РИС. 56. Процесс разрушения клапана, приклеенного с наружной (а) и внутренней (б) сторон стенки ящика

ных ящиков. Кроме того, выполнение соединительного шва при помощи ленты не образует нежелательных уступов с внутренней или наружной стороны ящика. При образовании соединительного шва при помощи клеевой ленты прочность шва определяется прочностными показателями ленты и ее адгезией к поверхности ящика.

Для склеивания применяются различные виды лент: гуммированная бумажная лента; гуммированная, дублированная битумом, бумажная лента; армированная лента; хлопчатобумажная липкая лента; липкая лента из полиэтиленлавановой пленки.

Выбор клеевой ленты определяется видом упаковки, ее назначением, материалом. Так, вся упаковка из двухслойного картона (трубки, обертки) склеивается гуммированной бумажной лентой.

Для упаковок, где требуется высокая механическая прочность, применяются в основном армированные ленты на бумажной основе или полимерной пленке.

Образование соединительного шва картонного ящика производится на соответствующем оборудовании. Ниже приведено описание отдельных типов машин, выполняющих эти операции.

**Машина для склеивания ящиков клеевой лентой.** Предназначена для образования соединительного шва картонного

ящика при помощи клеевой ленты. Машина состоит из подъемного роликового стола, на который устанавливается штабель заготовок ящиков, устройства для размотки и подачи клеевой ленты, подающего устройства и прижимного роликового транспортера.

Заготовки ящиков со штабеля берутся оператором, сгибаются на 180° и подаются в подающие ролики. Лента с установленной бобины через систему подающих роликов наклеивается на стык соединительного шва, прикатывается прижимным роликом, после чего роликовым транспортером передается на укладку в пачки.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛЕИВАЮЩЕЙ МАШИНЫ

Производительность, м/мин . . . . .	19—57
Наименьшая длина ящика, мм . . . . .	250
Наименьшая длина соединительного клапана, мм . . . . .	90
Максимальный диаметр бобины ленты, мм . . . . .	600
Максимальная ширина ленты, мм . . . . .	90

**Складывающе-склеивающая машина.** Предназначена для складывания и склеивания по соединительному клапану четырехклапанного картонного ящика.

Машина состоит из питающего устройства с вакуумной подачей, складывающе-склеивающего устройства, устройства для сушки, электронно-счетного устройства, сборочного транспортера.

Просеченные заготовки ящиков укладываются на стол подающего устройства, проходят через секцию выравнивания заготовки и подрезки клапана, клеенаносящий узел, перегибаются на 180°, проходят под прижимными роликами (место склейки обдувается горячим воздухом) и передаются на сборочный транспортер, расположенный под углом 90° по отношению к оси установки.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДЫВАЮЩЕ-СКЛЕИВАЮЩЕЙ МАШИНЫ

Производительность (при ширине заготовок 500 мм), ящиков в мин . . . . .	600
Минимальный размер заготовки, мм . . . . .	190×360
Максимальный размер заготовки, мм . . . . .	900×1800
Общая потребляемая мощность, кВт . . . . .	25,2
Время переналадки на другой типоразмер, мин . . . . .	5

**Полуавтоматическая сшивная машина.** Предназначена для сшивки картонного ящика металлическими скобами по соединительному клапану. Машина состоит из подъемного роликового стола, на который устанавливается штабель заготовок. Стол автоматически поднимается по мере уменьшения высоты штабеля. Подача заготовок под сшивную головку производится оператором вручную. Дальнейшее передвижение заготовки происходит автоматически.

Сшивная полуавтоматическая машина фирмы «Эмба» позволяет сшивать ящики из трех- и пятислойного картона.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ МАШИНЫ  
ФИРМЫ «ЭМБА»**

Производительность, скоб в мин . . . . .	450
Максимальное расстояние между скобами, мм . .	100
Минимальное расстояние между скобами, мм . .	17
Размер проволоки, мм . . . . .	2,5×0,5
Минимальный размер заготовки ящика, мм . . .	250×600

Максимальный размер заготовки ящика, мм:

по ширине . . . . .	не ограничен
по длине . . . . .	4500
Масса машины, кг . . . . .	2500

**Складывающе-склеивающая установка фирмы «Эмба».** Эта установка автоматически производит складывание, склеивание по соединительному клапану картонных ящиков, формирование заданного количества их в пачку, ведет учет количества ящиков и количества сформированных пачек, которые передаются на обвязку. Имеются модели машины, которые производят и обвязку пачек ящиков.

**ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДЫВАЮЩЕ-СКЛЕИВАЮЩЕЙ МАШИНЫ  
ФИРМЫ «ЭМБА»**

Производительность, ящиков в мин . . . . .	300
Количество ящиков в пачке, шт . . . . .	от 5 до 30
Максимальные размеры заготовок, мм . . . . .	1250×1470
Минимальные размеры заготовок, мм . . . . .	200×440
Масса машины, кг . . . . .	8600

**Складывающе-сшивальный автомат** состоит из двух основных частей: складывающе-сшивающей части и штабелера-укладчика сшитых ящиков. Заготовки ящиков укладываются пачками на приемный стол автомата и по одной механическим устройством подаются в складывающий механизм автомата, проходят через сшивную головку, где производится сшивка по клапану. После сшивки ящики передаются на промежуточный транспортер и укладываются в пачки определенного количества, затем поступают на обвязочные машины.

**ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДЫВАЮЩЕ-СШИВАЛЬНОГО АВТОМАТА  
ФИРМЫ «ЭМБА»**

Производительность, ящиков в мин . . . . .	75—80
Скорость сшивки, скоб/мин . . . . .	450
Максимальное количество скобок на одном ящике, шт. . .	18
Минимальное расстояние между скобами, мм . . . . .	25
Размер спинки скобы, мм . . . . .	14,2
Масса машины, кг . . . . .	4500

**Полуавтоматическая установка для склеивания картонных ящиков клеем-расплавом.** Установка позволяет склеивать заготовки картонных ящиков размером от  $290 \times 152$  до  $2500 \times 2540$  мм. Производительность установки составляет 1000 ящиков в час. На установке могут склеиваться ящики из картона с микрофром, трех-, пятислойного и сплошного склеенного картона [95].

Склеивание может производиться как клапанами внутрь, так и клапанами наружу.

**Скобосшивная машина фирмы «Рапидекс» АС-6.** Предназначена для полуавтоматической сшивки ящиков из гофрированного картона.

#### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Производительность, скоб в мин . . . . .	480
Расстояние между скобами, мм . . . . .	20—60
Длина спинки скобы, мм . . . . .	14
Вид шва . . . . .	Наклонный
Потребляемая мощность, кВт . . . . .	2
Грузоподъемность подъемного устройства, кг . . . . .	800
Масса машины, кг . . . . .	1500

**Изготовление ящиков со сложной конфигурацией заготовки** производится путем высечки заготовки просечным инструментом, соответствующей форме производимой высечки. Инструмент состоит из системы резательных (просечных) ножей и рилевочных планок. Первые производят сквозную просечку материала, а вторые наносят линии рилевки для образования гибов при формировании ящика. Высечка заготовок сложной конфигурации осуществляется на разном оборудовании.

Несложную высечку можно производить на печатно-просекальных машинах, на дополнительной секции к этой машине — на станц-элементе. Это касается в основном только обычной конструкции ящика для образования на нем отверстий, окон, складного дна.

Изготовление других высечек заготовок необходимо производить на специальном оборудовании. Оборудование для изготовления заготовок сложной конфигурации можно разделить на следующие основные группы: стоечные просекальные прессы; тигельные просекальные прессы; ротационные просекальные машины; штамповочные прессы; автоматические высекальные прессы; печатно-штамповочные агрегаты.

**Стойные просекальные прессы.** Имеют сравнительно простую конструкцию — неподвижную нижнюю упорную плиту, облицованную толстым слоем пластмассы, и подвижную траверсу, на которой закреплен штамп. Траверса перемещается в вертикальном направлении по направляющим, при этом должна быть обеспечена параллельность плоскостей опорной плиты и

штампа, чтобы обеспечить хорошую просечку заготовки. Подача листов картона в такой пресс и съем заготовок в основном производятся вручную, иногда механизмируют съем заготовок.

Сточные просекальные прессы применяются для изготовления небольших партий заготовок и сравнительно несложной конфигурации. Так как обеспечить достаточную параллельность плит такого прессы трудно, как правило, штампы на этих прессах имеют небольшую ширину. На таких прессах можно производить просечку для образования самозапирающегося дна четырехклапанного ящика или образования верхней части ящика с ручками для переноски. На сточных просекальных прессах можно использовать как фанерные, так и металлические штампы.

**Тигельные просекальные прессы** в отличие от сточных имеют большую площадь просечки. Так, тигельный пресс французской фирмы «Джурин» позволяет производить высечку из заготовки 900×1240 мм. Для тигельных прессов применяются только фанерные штампы. Подача и съем листов заготовок в тигельный пресс производится вручную, в связи с чем тигельные прессы имеют небольшую производительность и в основном используются для изготовления небольших партий заготовок сложных конфигураций лотков, различных сувенирных коробок из картона с гофром Е, прокладок со сложной высечкой для укладки и фиксации упаковываемых изделий за счет наличия в прокладке различных окон, вырезов, просечек.

**Ротационная просекальная машина.** Применяется для высечки заготовок сложной конфигурации из листового картона с предварительно нанесенной печатью. Ротационная вырубная машина фирмы «Дженераль» (ФРГ) может перерабатывать форматы заготовок от 250×400 до 1600×1950 мм. Изготовление заготовок на ротационной просекальной машине более производительное, но требует выполнения сложного штампа, кроме того, точность высечки на ротационной машине меньше из-за различной вытяжки материала во время прохождения через просечный инструмент. На таких машинах целесообразно изготавливать ящики с более простой формой высечки и при выпуске крупных серий.

**Штамповочные прессы.** Для производства ящиков и коробок из гофрированного картона складных конструкций со сложной конфигурацией (заготовки с просечкой замковых соединений) применяются плоские штамповочные прессы. Высечка заготовки производится плоским штампом с последующим удалением отходов. Отштампованные заготовки автоматически укладываются в стопу.

Хорошо себя зарекомендовали штамповочные прессы швейцарской фирмы «Бобст». На этих прессах можно перерабатывать трех- и пятислойный картон, картон с гофром Е.

#### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШТАМПОВОЧНОГО ПРЕССА СПО

Производительность, заготовок в час . . . . .	4500
Максимальное усилие, т . . . . .	350
Толщина гофрированного картона, мм . . . . .	11
Максимальные размеры заготовок, мм:	
длина . . . . .	1575
ширина . . . . .	1055
Потребляемая мощность, кВт . . . . .	18
Масса установки, т . . . . .	22

**Автоматический высекальный пресс.** Для высечки заготовок сложных прокладок, внутренних вставок и небольших размеров ящиков используются высекальные прессы механического действия. Заготовки в прессе итальянской фирмы «Сиони» автоматически подаются под просечной штамп, после высечки передаются на выносной транспортер и укладываются в штабель.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫСЕКАЛЬНОГО ПРЕССА ФИРМЫ «СИОНИ»

Производительность, заготовок в час . . . . .	4000
Максимальный размер заготовки, мм . . . . .	670 × 910
Минимальный размер заготовок, мм . . . . .	290 × 350
Усилие прессы, т . . . . .	200
Потребляемая мощность, кВт . . . . .	13

**Печатно-штамповочные агрегаты** могут соединяться в единую линию с печатным устройством, создавая комплексный печатно-штамповочный агрегат, в котором за один проход производится печать и штампование заготовки. Эти установки применяются, когда упаковочные изделия изготавливаются с относительно простым одно- или двухкрасочным рисунком.

#### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕЧАТНО-ШТАМПОВОЧНОЙ УСТАНОВКИ

Производительность, заготовок в час . . . . .	4500
Максимальный формат листов для штамповки, мм	1560 × 1040
Максимальная толщина гофрированного картона, мм	11
Усилие при штамповке, т . . . . .	350
Длина установки, м . . . . .	126
Масса установки, т . . . . .	28,5

Печать на заготовки наносится предварительно на специальной многокрасочной печатной машине. На машине можно производить флексографическую печать в четыре краски при скорости печатания 1500—6000 листов в час на гофрированном картоне толщиной до 10 мм. Вакуумная подача листов и конструкция печатных узлов позволяют обеспечить достаточное и равномерное распределение красок при печати как больших печатных участков, так и мелких растров, при этом обеспечивается высокая точность печати и совмещение красок.

**Автоматическая машина для просечки решеток.** Предназначена для просечки пазов в заготовках картона для образования решетчатых перегородок. Просечка пазов производится ротационными ножами.

**ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИНЫ**

Производительность, шт/мин . . . . .	90—270
Наименьший формат перегородки, мм . . . . .	80×25
Наибольший формат перегородки, мм . . . . .	1000×380
Наибольшая глубина прорезей, мм . . . . .	190
Ширина прорезей, мм . . . . .	6
Наименование расстояния между прорезями, мм . . . . .	25

Машина имеет автоматизированную подачу заготовок, которые укладываются в питатель по мере их переработки. Машина оборудована счетчиком, фиксирующим количество изготовленных перегородок.

**Машина для сборки решеток.** Сборка решеток производится на специальной машине. Просеченные перегородки помещаются в питающее устройство, которое автоматически подает перегородки на сборку. Вначале выставляются продольные перегородки, в пазы которых сверху вставляются поперечные перегородки.

**ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ФИРМЫ «БОБСТ»**

Производительность, количество собранных решеток в мин . . . . .	30—50
Максимальное количество одновременно собираемых перегородок, шт . . . . .	6×8
Минимальный размер ячейки, мм . . . . .	25×35
Максимальный размер собираемой решетки (длина×ширина×высота), мм . . . . .	910×580×300
Минимальный размер собираемой решетки, мм . . . . .	153×103×65
Мощность привода, кВт . . . . .	0,5

**Машина для изготовления образцов картонных ящиков.** При конструировании картонной тары необходимо, прежде чем перейти к массовому выпуску ящиков, изготовить отдельные образцы, провести их лабораторные испытания, определить точные размеры заготовки, изготовить небольшую партию картонной тары.

Для этих целей используется машина для изготовления образцов. Машина состоит из отдельных узлов. Рилевочно-резательный узел служит для нанесения линий рилевки и продольной разрезки листов картона. Привод осуществляется от электродвигателя 0,7 кВт, 1500 об/мин.

Нижний вал установлен на кронштейне, который позволяет изменить межосевое расстояние, в зависимости от толщины обрабатываемого картона.

Просечки для образования клапанов ящиков осуществляются просечным устройством, приводимым в действие от

ножной педали. На машине имеется поперечное бигвальное устройство, состоящее из бигвочной планки и опорной балки с пазом. Нажатием на ножную педаль опускается бигвочная планка и наносится линии биговки. На конце стола машины размещен отрезной нож гильотинного типа, при помощи которого производится обрез картона и раскрой на требуемый формат.

**Ручная шивная машина.** Применяется в основном для сшивки отдельных образцов ящиков или небольших партий. Ручные шивные машины имеют большое многообразие конструкций, сшивка на них производится круглой и плоской проволокой. Подача сложенных заготовок ящиков производится вручную, шаг между скобами регулируется скоростью продвижения заготовки через шивную головку. Управление машины (включение скобосшивной головки) осуществляется ножной педалью.

Шивные машины выпускаются с различным вылетом шивной головки. Имеются конструкции станков для производства угловой сшивки. На шивных ручных машинах производят сборку конструкций ящика с пришитыми торцовыми стенками и других конструкций.

Для этих целей также применяются скобосшивные станки и устройства, которые производят сшивку элементов конструкции картонной тары при помощи «гигантских» скоб. Эти станки могут сшивать гофрокартон большой толщины — пяти- и семислойный. Станки могут иметь горизонтальную и вертикальную опоры. Наряду со стационарными станками для сборки картонной тары применяется и ручной пневматический инструмент. Его можно использовать при сборке крупногабаритной картонной тары, пришивке торцовых стенок к картонным ящикам, пришивке дна и горловины картонных барабанов и других операций.

#### 4. СБОРКА КАРТОННЫХ ЯЩИКОВ

Сборку картонных ящиков производят на месте упаковки продукции. Обычные четырехклапанные ящики в большинстве случаев собирают вручную и подают к месту укладки продукции. При массовом выпуске продукции сборку производят на механизированных установках, являющихся составной частью расфасовочно-упаковочной линии. На этих установках осуществляются следующие операции по сборке ящика: подача в сложенном виде из пачки, формование дна ящика и его закрепление при помощи склейки клапанов или оклеивания клеевой лентой, а также сшивки. Сборка ящика с торцовыми шитыми стенками неразборных ящиков производится на шивных машинах. Для обеспечения правильной формы и стабильности

размеров применяются различные шаблоны, облегчающие фиксацию деталей ящика в процессе их соединения между собой.

Имеются автоматические машины, которые производят сборку картонных ящиков из нескольких заготовок. Прогрессивным направлением является сборка и формование картонного ящика в процессе упаковки продукции.

**Машина для изготовления коробок с усиленными торцовыми стенками.** Финская фирма «Тампелла» разработала машину «Тамбокс-Мейкер», которая производит формирование коробки из трех заготовок, загибает, склеивает и собирает их в ящик, конструкция которого приведена на рис. 57.

При необходимости в качестве торцовых стенок может использоваться кроме гофрированного картона другой материал, например фанера, древесноволокнистая плита, сплошной клееный картон.

#### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИНЫ «ТАМБОКС-МЕЙКЕР»

Производительность, ящиков в мин . . . . .	до 25
Максимальные размеры ящиков, мм . . . . .	585×390×80
Минимальные размеры ящиков, мм . . . . .	200×230×60
Габаритные размеры, мм:	
длина . . . . .	1600
ширина . . . . .	2100
высота . . . . .	2150
Масса машины, кг . . . . .	950

В три питающие устройства закладываются заготовки. При подаче основной заготовки, образующей дно и боковые стенки ящика, на формирующую решетку (на ее боковые клапаны) наносится термоплавкий клей «Хот мелт». Подающий рычаг захватывает боковые заготовки и вталкивает все три части в прессующее устройство, где происходит подгиб. Клапаны основной заготовки загибаются и склеиваются с торцовыми стенками.

Машины типа «Тамбокс-Мейкер» необходимо устанавливать на месте затаривания продукции.

Такие ящики имеют за счет упрочненных торцовых стенок более высокую прочность, а также устойчивость при штабелировании.

**Формирование картонного ящика в процессе упаковки продукции.** Одним из прогрессивных способов упаковки продукции в картонную тару является способ упаковки изделия или группы изделий путем формирования и сборки картонного ящика (заготовка оборачивается вокруг пакета изделия). Таким способом можно затаривать различные изделия в первичной упаковке. При этом способе исключается необходимость предварительной сборки ящика, достигается значительная экономия материала, обеспечивается высокая прочность упаковки. Про-

цесс упаковки по способу оборачивания заготовки показан на рис. 58. Применение в упаковке разрывной ленты позволяет легко и быстро вскрывать продукцию.

Упаковка изделий по приведенному способу позволяет механизировать упаковочный процесс. Для этого используются

РИС. 57. Ящик с усиленными торцовыми стенками

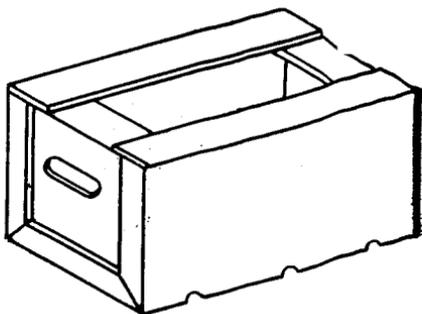
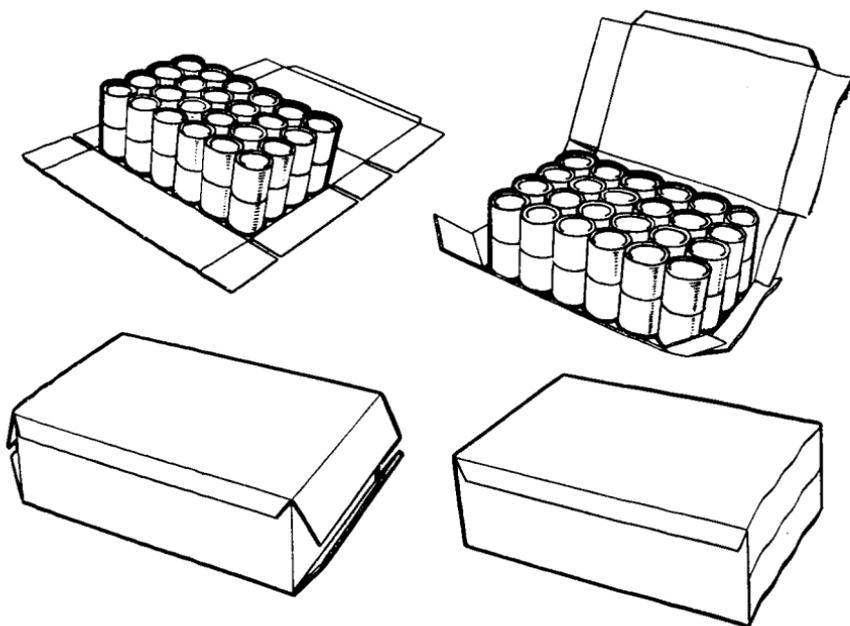


РИС. 58. Упаковка консервных банок по способу оборачивания заготовки ящика вокруг пакета изделий



машины типа «Пак-мастер» (рис. 59). Машина позволяет формировать штучные изделия в пакет; автоматически производит: подачу заготовок, установку группы изделий на заготовку, оборачивание заготовки вокруг группы изделий, нанесение клея, сушку клеевого шва, обжатие сформованной упаковки и передачу готовой упаковки на выносной транспортер.

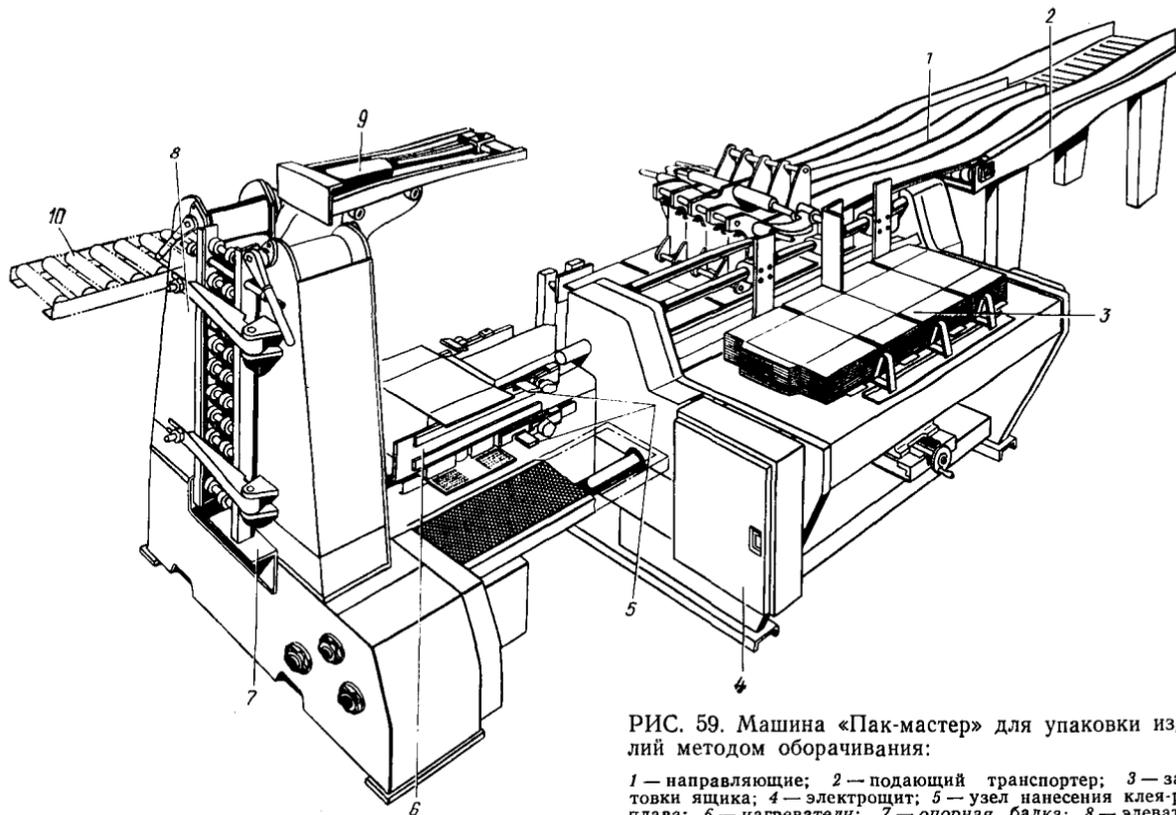


РИС. 59. Машина «Пак-мастер» для упаковки изделий методом оборачивания:

1 — направляющие; 2 — подающий транспортер; 3 — заготовки ящика; 4 — электроцит; 5 — узел нанесения клея-расплава; 6 — нагреватели; 7 — опорная балка; 8 — элеватор; 9 — толкатель; 10 — выносной транспортер

## 5. ПОВЫШЕНИЕ ВЛАГОСТОЙКОСТИ КАРТОННОЙ ТАРЫ

Для придания картонной таре влагостойкости применяют различные способы пропитки и покрытия картона восковыми составами: покрытие наружной поверхности картона; покрытие внутренней поверхности картонной тары; пропитка среднего гофрированного слоя картона; пропитка картона в процессе его изготовления; пропитка картонной тары после ее изготовления.

Различные требования к качеству покрытий внешних и внутренних поверхностей тары вызывают необходимость применения различных способов нанесения воскового состава. Очень

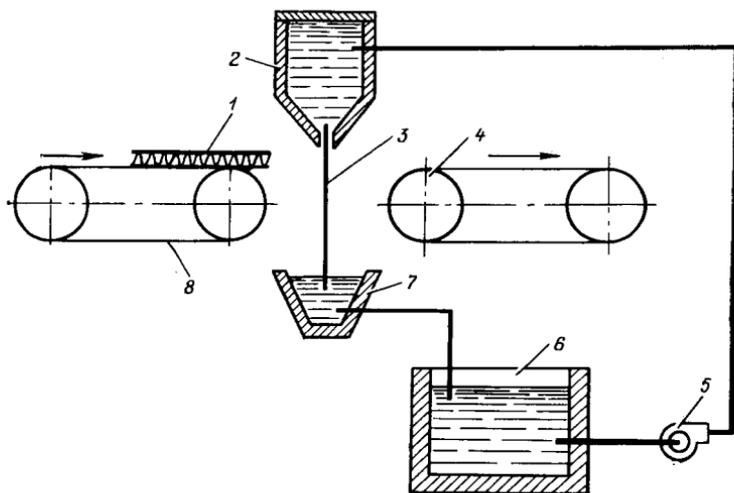


РИС. 60. Схема нанесения микровоскового покрытия на заготовки картонных ящиков:

1 — заготовка; 2 — щелевая головка; 3 — завеса; 4 — приемный транспортер; 5 — насос; 6 — расходный бак; 7 — сливной лоток; 8 — подающий транспортер

тонкий слой наносят в горячем состоянии специальными роликами. Более толстый слой наносится расплавленным составом через щелевую головку на движущуюся заготовку картона. Пропитка картона осуществляется методом окунания картона в ванну с расплавом или пропусканием жидкого расплава через вертикальные каналы гофров.

**Нанесение покрытий на заготовки картонных ящиков.** Для нанесения покрытий на заготовки картонных ящиков применяются машины, работающие по принципу лаконоливных машин. Схема такой машины представлена на рис. 60. Заготовки ящиков по подающему транспортеру проходят через завесу расплавленного воска, который подается через щелевдную головку и передается на приемный транспортер. Восковой сплав подается циркуляционным насосом из расходного бака

в полость щелевой головки. Излишки воска попадают в сливную ванну и стекают в расходный бак. Для того чтобы восковой сплав имел постоянную вязкость, система трубопроводов, расходный бак, сливной лоток и щелевая головка имеют масляный обогрев и температура воска в системе поддерживается в пределах 130—145°C.

Установлено [55], что расход воска на покрытие зависит в основном от скорости покрытия. При увеличении скорости покрытия расход уменьшается. На рис. 61 представлена графическая зависимость расхода воскового сплава от скорости прохождения заготовки. Для нанесения покрытия на картон применяется следующая рецептура воскового сплава (%): церезин 45—50; низкомолекулярный полиэтилен 5; продукт ПОВ-30 5; канифоль 5; парафин 40—35.

**Производство инпрегнированного картона.** Инпрегнированный картон изготавливается на гофроагрегате, где на специальной установке происходит распыление пищевого парафина при температуре 130—180°C. Распыление происходит под давлением 1,8—2 МПа и лишний парафин отсасывается путем вакуумирования с другой стороны полотна гофрированного картона. Привес парафина в инпрегнированном картоне составляет 30—45%. Такой гофрокартон обладает повышенной влагостойкостью, прочность его значительно выше непропитанного картона. Так, показатели пропитанного гофрокартона массой 750 г/м<sup>2</sup> на продавливание и торцовую жесткость на 60% выше, чем у непропитанного картона. Соответственно, повышается и прочность ящиков, изготовленных из этого картона, особенно на сопротивление сжимающим нагрузкам при штабелировании (на 30—60% в зависимости от размеров). Известно, что увеличение содержания влаги в картоне приводит к снижению его жесткости и снижению других прочностных показателей, поэтому весьма важным для характеристики прочностных свойств картона является его способность впитывать влагу.

Инпрегнированный гофрокартон характеризуется значительно меньшей впитываемостью по сравнению с обычным непропитанным гофрокартоном. Графическая зависимость, приведенная на рис. 62, а, показывает, что обычный картон в течение одного часа впитывает 100% воды, в то время как пропитанный восковым составом впитывает лишь 40% воды за 4 часа. Приведенная на рис. 62, б кривая подтверждает, что картон с пропиткой имеет значительно большую прочность к штабелированию при условиях высокой относительной влажности.

**Комбинированный способ: пропитка картона и его покрытие микровоском.** Комбинированный способ повышения влагостойкости картона путем его пропитки (инпрегнирования) и покрытия поверхности восковым составом значительно улучшает

его прочностные свойства в условиях использования при повышенной влажности окружающей среды.

В процессе производства могут применяться следующие комбинации: покрытие картона только с одной стороны; инпрегнирование одного или двух слоев картона; инпрегнирование среднего слоя и обоих плоских слоев; покрытие обоих плоских слоев с двух сторон; покрытие обоих слоев и среднего слоя; инпрегнирование среднего слоя плоских слоев и нанесение покрытия на плоские слои с двух сторон.

РИС. 61. Расход воскового сплава на покрытие заготовок картонных ящиков в зависимости от скорости прохождения заготовок

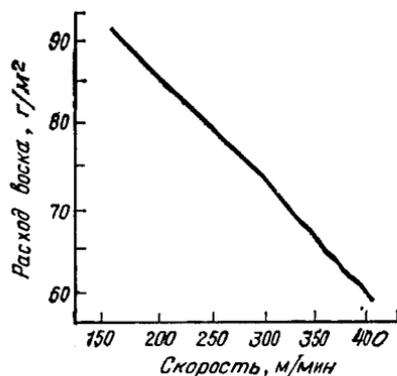
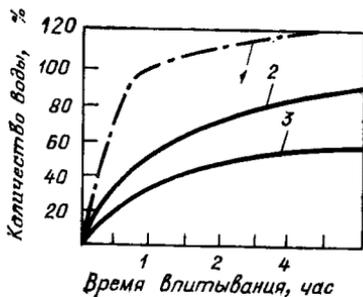
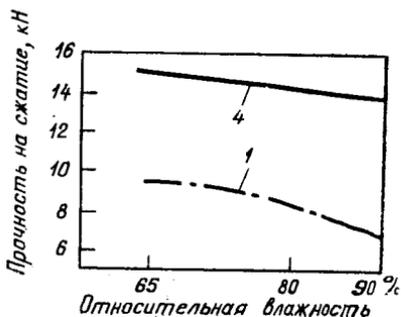


РИС. 62. Картон:

а — впитываемость; 1 — обычного, 2 — инпрегнированного, насыщенного воском 150 г/м²; 3 — то же, 300 г/м²; б — прочность на сжатие обычного и инпрегнированного картона, насыщенного воском 400 г/м² при различных условиях относительной влажности



а



б

Исследования показали [81], что ящики с инпрегнированным и покрытым картоном имели в условиях влажности 95% следующую прочность от первоначальной (%):

покрытие с двух сторон инпрегнированного картона . . . . .	43
покрытие с двух сторон с глубокой или средней пропиткой . . . . .	35
покрытие с двух сторон с частичной пропиткой . . . . .	13
инпрегнирование среднего слоя и плоских слоев . . . . .	4
инпрегнирование одного или двух слоев . . . . .	4
покрытие с одной стороны . . . . .	0

Глубокая пропитка картона. В Англии фирмой «Tillotson Case Division» начат выпуск картона с пропиткой типа «Секор»,

который на 60% прочнее обычного. Нанесение воска осуществляется под давлением с последующим вакуумированием и нагревом, в результате чего воск равномерно пропитывает материал. Картон применяется для упаковки мясных продуктов, фруктов, кондитерских изделий. Картон изготавливают как трехслойный, так и пятислойный.

**Водоэмульсионное покрытие картона.** Водоэмульсионное покрытие производится специальными эмульсиями, которые в процессе сушки образуют защитную пленку на поверхности материала. Эмульсию наносят на полотно картона при помощи резинового шабера, установленного на жесткой раме, расположенной поперек полотна картона (рис. 63). Подача эмульсии осуществляется в центральной части шабера; растекаясь вдоль

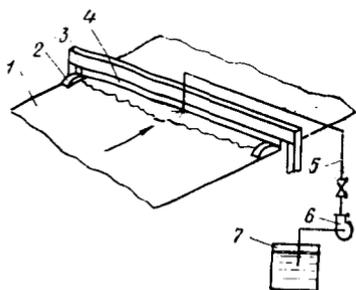


РИС. 63. Схема установки для нанесения водоэмульсионного покрытия:

1 — картон; 2 — колодка; 3 — балка; 4 — шабер; 5 — подающий трубопровод; 6 — насос; 7 — бак

шабера, она охватывает всю ширину полотна картона. С боковых сторон имеются ограничительные колодки.

**Упрочнение картона полимерными материалами.** Повышение влагостойкости материала производят путем его пропитки специальными полимерными составами, что дает высокий эффект повышения прочности материала в условиях высокой влажности. В США проведены работы [99] по пропитке гофрированного картона полимером СВ-67. Образцы материала пропитывались в растворах, содержащих 25% и 35% полимера, после пропитки образцы подвергались сушке, при этом происходила полимеризация полимера. Как показали испытания материалов в условиях повышенной влажности, их прочностные свойства значительно выше по сравнению с обычным картоном; так, сопротивление плоскостному сжатию увеличивается в два раза, почти и на 100% увеличивается сопротивление торцовому сжатию. Этот вид картона по своим свойствам превосходит картон инпрегнированный восковыми составами, покрытый микровоском.

Картон рекомендуется использовать для экспортных упаковок, изготовления крупногабаритной тары, контейнеров и поддонов. Кроме того, такой картон может быть использован в строительстве.

## 6. НАНЕСЕНИЕ ПЕЧАТИ

Картон для производства тары должен обладать гладкой лицевой поверхностью, пригодной для машинного печатания надписей и рисунков.

Главными факторами, влияющими на качество печатания на картоне, являются прочность его лицевой поверхности, способность к поглощению типографской краски, размерная устойчивость, сопротивляемость к истиранию. Поверхностный слой картона должен изготавливаться из хорошо рафинированной бумажной массы. С целью улучшения эстетического вида тары, повышения ее красочного оформления применяется картон, верхний слой которого выполнен из белой целлюлозы, что позволяет производить качественную печать, используемую в рекламных целях.

### Основные способы печати на таре и тарных материалах

Нанесение печатного рисунка, текстового материала на тару имеет большое значение для улучшения ее внешнего вида, художественного ее оформления и для помещения необходимых информационных сведений об упаковываемом продукте, приводятся также краткие сведения о таре, ее изготовителе. В последнее время все больше уделяется внимания красочному оформлению тары, особенно это характерно за рубежом, где оформление носит прежде всего рекламный характер.

**Флексографическая печать.** Флексографическая печать является основным способом нанесения печати на картонную и бумажную тару. Печать на бумагу производится на печатных машинах с рулона. Полотно бумаги последовательно пропускается через печатные секции, в зависимости от требуемого количества цветов. Так производится печать на мешочной бумаге. Печать можно наносить на бумагу и в процессе производства мешков, при этом печатная машина вставляется в единую поточную линию.

Флексографическая печать является основным видом печати для гофрированного картона и наносится в процессе переработки листов гофрированного картона на картонные ящики. Печатные секции являются составной частью печатно-высекательных машин. Количество таких секций различно — от одной до пяти, что позволяет наносить на гофрированный картон многокрасочную печать. Для печати на гофрированном картоне почти всегда применяются водные краски. Эти краски поставляются в готовом к печати виде и изменение их вязкости до печати нежелательно. Растворители (вода, спирт, целлюлоза, гликоль) добавляют в краски в минимальном количестве только для получения требуемой вязкости применительно к условиям печати и свойствам картона.

Для достижения требуемого качества печати и экономии краски вязкость ее и толщина красочной пленки должны быть четко определены. Слишком высокая вязкость краски и, следовательно, толстая красочная пленка вызывают изменение цвета, повышают расход краски, ухудшают тональность изображения, приводят к забиванию мелких деталей печатной формы. Слишком низкая вязкость ведет к снижению насыщенности цвета, плохой кроющей способности и неравномерной печати.

Для печати на гофрированном картоне применяют резиновые формы. Технологический процесс печати на гофрированном картоне включает следующие этапы:

1. Предварительную подготовку печатных форм, которая проводится вне машины. Монтаж форм производят на эластичной подложке. Печатные формы могут производиться вулканизацией сырой резины на подготовленной металлической матрице и вырезанием формы на подготовленном резиновом листовом материале.

2. Закрепление подготовленных форм на формном цилиндре определенного диаметра в печатной машине.

3. Подбор краски соответствующей вязкости и цвета.

4. Установку в зависимости от красочной пленки на анилокосовом валике соответствующего давления между анилокосовым и дукторным валиками или между обратным ракемем и анилокосовым валиком.

5. Регулирование прижима между анилокосовым валиком и резиновой печатной формой на цилиндре.

6. Получение пробного оттиска на картоне и регулирование давления между красконаносящими валиками, формным цилиндром и гофрированным картоном.

Скорость печати составляет 180—275 м/мин. Печатные цилиндры в печатно-просекальных машинах несменные.

Для удобства крепления печатных форм цилиндры имеют пластмассовую или деревянную (наборы планок из твердых пород древесины) оболочку. Крепление форм к цилиндрам производят скрепками, липкой лентой, специальными клеями. Некоторые зарубежные фирмы ведут разработку магнитных форм, что обеспечит быструю смену печатных форм, это очень важно для повышения производительности печатно-просекальных автоматов при частой смене производимой продукции.

Для печати на картоне применяются только флексографические краски.

Флексографические краски применяются при печатании с упруго-эластичных резиновых или каких-либо других гибких форм на бумаге и картоне, а также впитывающих и пленочных материалах. Для печатания на бумаге для бумажных мешков, клеевой ленте, сплошном склеенном и гофрированном картоне используются спирторастворимые красители. Эти бесpigментные краски готовят на основе спирта, глицерина, танина и воды с добавлением иногда поливинилового спирта и других коллоидов.

Для печатания на невпитывающих материалах — бумагах с покрытием, инпрегнированном или покрытом полиэтиленом картоне применяют флексографические краски, где красящим веществом являются анилиновые красители, а связывающим — фенольно-альдегидные или другие спиртовые легколетучие смоляные лаки. Однако для печатания на материалах с пленочным покрытием предпочтительнее наносить печать сначала на материал, а потом производить его покрытие, а если это невозможно, то лучше применять не анилиновые, а пигментированные краски на основе таких связующих, как алкидно-фенолоформальдегидная смола, перхлорвиниловая смола, меламиноформальдегидная смола марки К-421-02 и др.

**Трафаретная печать** является одним из простейших способов многократного воспроизведения каких-либо изображений. Сущность ее заключается в том, что воспроизводимое изображение формируется на тонкой эластичной сетке, которая одновременно наносит краски и через которую краска в необходимом количестве продавливается на воспринимающую поверхность.

Особенно широко используется трафаретная печать для нанесения изображения на готовые изделия, твердые поверхности. В производстве картонной и бумажной тары трафаретная печать может применяться для оформления небольших партий тары, при отсутствии печатного оборудования, при нанесении печати непосредственно на готовые изделия — ящики, картонные барабаны, лотки.

Весь технологический процесс контактной трафаретной печати можно разделить на пять основных этапов: 1) выбор и подготовка материалов для изготовления трафаретных форм; 2) подготовка оригиналов и изготовление из

них диапозитивов; 3) изготовление печатных форм; 4) подготовка печатного оборудования и печатание; 5) сушка и обработка нанесенной печати.

Одним из главных этапов является изготовление печатных форм, от которых во многом зависит качество печати и тиражеустойчивость форм. Для изготовления печатных форм применяются сетки из натурального шелка, сетки из искусственных волокон, металлические сетки. Наиболее простым и доступным способом изготовления трафаретных печатных форм являются ручные способы, которые позволяют практически изготовить формы на любом предприятии. Различаются три способа: выкрывные, промывные и вырезные.

Выкрывные формы готовят следующим образом: на сетке, натянутой на раму, закрывают пробельные участки раствором лака или клея при помощи кисти. Места, соответствующие печатным элементам, остаются открытыми и свободно пропускают краску. После высыхания форма готова к употреблению.

Промывные трафаретные печатные формы изготавливаются путем нанесения на натянутую сетку рисунок литографической тушью или литографическим карандашом. После высыхания рисунка его покрывают слоем клея.

Когда клей высохнет, сетку с оборотной стороны промывают чистым бензином или скипидаром, в результате чего литографическая тушь или карандаш растворяются и удаляются вместе с клеящим слоем, находящимся на рисунке. Если первый способ позволяет изготавливать печатные формы для нанесения грубой печати — крупных рисунков, надписей, то второй способ дает возможность получить более мелкие рисунки, с большим количеством деталей и достаточно мелким текстовым материалом. К недостаткам этого способа следует отнести небольшую тиражеустойчивость формы.

Вырезные трафаретные формы наиболее широко применяются и являются лучшими из форм, изготавливаемых ручным способом. Этот способ применяется в основном для воспроизведения несложных оригиналов. Сущность способа заключается в следующем: из кальки или специально подготовленной бумаги вырезается трафарет, который переносится на сетку и приклеивается к ней нитроклеем. Для упрощения процесса переноса трафарета на сетку применяются двухслойные бумаги.

Как уже отмечалось, вручную можно изготовить только простые печатные формы, без наличия мелких печатных элементов. Изготовление более сложных форм производится фотомеханическим, электромеханическим и другими способами, о чем подробно изложено в специальной литературе.

Наиболее простым методом нанесения трафаретной печати является применение трафаретной рамки с подготовленной печатной формой, которая устанавливается на поверхность предмета, на который наносится печать, и при помощи ракеля краска, продавливаясь через открытые ячейки сетки, попадает на поверхность предмета, после чего рамка аккуратно снимается, а нанесенная печать подвергается сушке.

Сушка может быть естественной или искусственной. Естественная сушка требует значительно больше времени по сравнению с искусственной.

В трафаретной печати применяется наряду с ручными простейшими устройствами высокопроизводительное оборудование — полуавтоматические трафаретные машины, машины-автоматы, многокрасочные трафаретные машины. Это оборудование производит печать на листовых материалах — бумаге, картоне и не приспособлено к печати на готовых изделиях.

Краски для трафаретной печати. Трафаретные краски имеют много общего с другими полиграфическими красками, но из-за специфики самого способа печатания к ним предъявляются особые требования. Печатные свойства красок и их адгезионная способность зависят в основном от применяемого связующего. В качестве связующего в большинстве красок используются различные смолы в сочетании с искусственными и натуральными олифами.

Для трафаретных красок могут служить те же пигменты, которые применяются при изготовлении черных и цветных красок высокой, глубокой и офсетной печати, только в меньшем количестве. Кроме пигмента и связующего, в состав краски входят различные растворители и добавки.

Для печати на бумаге и картоне широко применяются матовые краски. Эти краски состоят из пигмента, воды, глицерина и коллоида и обладают большой скоростью закрепления (5—7 мин), образуя после высыхания матовую пленку, стоимость их значительно ниже стоимости других трафаретных красок. Матовые краски приготавливаются непосредственно перед употреблением из основных красок (красителей): белила масляные 40%, типографская цветная краска 10%, масляные художественные краски 25%, гуашевые краски 9%. В качестве связующего применяются олифа и смесь различных растворителей и лаков: лак масляный 0,4%, олифа слабая 5, уайт-спирит 5,6, керосин 3,3, ацетон 0,2%. Кроме того, в краску добавляется 1,5% казеинового клея. Цвет краски подбирают по образцу, добавляя различное количество основных красок.

Готовят краску следующим образом: 10—15%-ный раствор казеинового клея постепенно вводят в олифу и тщательно перемешивают. В полученную эмульсию добавляют ранее подготовленную смесь основных красок. После добавления гуаши раствор тщательно перемешивают и вводят растворители. Затем смесь еще раз тщательно перемешивают, процеживают и она готова к употреблению. Вязкость краски регулируют добавкой различного количества уайт-спирита. При долгом неиспользовании пигмент осаждается, поэтому перед употреблением ее необходимо тщательно перемешать.

## 7. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШТАМПОВ

Для высечки гофрированного картона применяется, как правило, легкий штамп. На деревянное основание наносят контур заготовки, по которому затем делают пропилы для ножей. При внутренней высечке ножи монтируют так, чтобы они оставляли перемычки, связывающие высеченный участок с заготовкой. Это обеспечивает стабильность работы штампа и исключает возможность заклинивания картона. Стальные высекальные ножи бывают толщиной от 0,37 до 2,25 мм и шириной 23,8; 25,4; 28,5 мм. Обычно на одном предприятии применяют ножи одной высоты, что облегчает наладку печатно-высекальных машин или тигельных прессов.

Основание выполняется из многослойной фанеры толщиной 16 мм. Минимальная толщина ножа для обработки гофрированного картона, обеспечивающая достаточную жесткость, составляет 1,1 мм. Ножи, которые подвергаются изгибу по контуру заготовки, имеют толщину 0,75 мм. Для прямолинейных участков применяют ножи максимальной толщины. Режущая кромка ножа может быть расположена по центру или у одной плоскости. Угол заточки ножа для гофрированного картона значительно больше, чем для сплошного склеенного картона. Кроме сплошных ножей, применяют ножи пунктирные для перфорирования, волнистые, комбинированные (высекальные и рилевоочные). Высота рилевоочных ножей должна быть меньше высекальных. Ножи имеют закругленную или плоскую кромку. Толщина рилевоочного ножа зависит от толщины картона; чем больше толщина картона, тем больше толщина ножа. Для предотвращения разрыва картона устанавливают два ножа вместе, а иногда с прокладкой между ними (для толстых картонов). Закругленная кромка ножа обеспечивает более чистую рилевку.

После монтажа ножей на основание наклеивают резиновые съемники, назначение которых деформироваться во время высечки и после снятия нагрузки выжимать высеченную заготовку. Резиновые прокладки располагают вдоль ножей, при этом толщина прокладок должна быть несколько выше верхней кромки ножей (на 1,6—2 мм) и зависит от свойств применяемого материала, его упругости. При высечке на вертикальных плитах возникает проблема балансировки, обеспечивающей равномерное давление по всей поверхности штампа. Это достигается смещением центра рамы в зависимости от размещения тяжелых элементов штампа. При балансировании следует учитывать также направление гофров.

В связи с ростом производства картонной тары, получаемой методом штамповки, непрерывно совершенствуются способы и оборудование для изготовления штанцевального инструмента. Вместо традиционной фанеры основание штампов стали изготавливать из пластмассы.

Предложен способ изготовления штампа с многократно повторяющимся контуром на копировально-множительной раме с использованием лазерного луча.

Пропил фанерных плит штампа осуществляется на специальных лобзиковых станках с узкой лобзиковой пилой или при помощи ручного механизированного инструмента. Ширина пропила должна быть несколько меньше толщины режущих ножей или рилевочных планок (на 0,2—0,3 мм) с тем, чтобы обеспечить их плотную запрессовку без всяких дополнительных креплений. Для начала пропила в фанерной плите просверливают отверстие для пропуска лобзиковой пилы или пилы механизированного инструмента. Пропил ведут таким образом, чтобы не образовалось замкнутых линий, для этого в пропилах оставляют в определенных местах перемычки, а при запрессовке ножей в этих местах делают вырубку в полотне ножа или рилевочной планке. Для изготовления фасонных ножей различного профиля, рубки и гибки ножевого полотна применяются специальные ручные гибочные инструменты, приспособления для рубки ножей на определенный размер, вырубку пазов и др.

При изготовлении штампов необходимо обращать внимание на подгонку ножей, располагаемых под разными углами. Следует подгонять так, чтобы лезвия двух ножей плотно прилегали и вершины лезвий сходились в одной точке. Ножевые линейки могут иметь симметричную заточку с двух сторон. Такие ножи применяются для шлицевых прорезей в картоне. Для просечек и высечек применяются в основном односторонние ножи. Угол заточки одностороннего ножа составляет 40°. При контурных просечках заточка лезвия должна быть с внешней стороны, а при высечке отверстий — с внутренней стороны. Все ножи должны иметь строго одну высоту, также одной высоты должны быть рилевочные планки. Хорошо себя зарекомендо-

вали пилообразные ножи, особенно для вырубки небольших отверстий. Рилевочные планки части изготавливают из латуни, одна из сторон планки имеет овальную форму.

Изготовление штампов для ротационных машин значительно сложнее, чем плоских штампов.

Для штанц-элементов печатно-просекальных машин используют металлические наборные штампы. Такой алюминиевый штамп состоит из основания, которое имеет отверстия для крепления штампа к цилиндру штанц-элемента, и просечного инструмента, закрепляемого к основанию винтами. На рис. 64 изображен просечный штамп для штанц-элемента, применяемый при высечке отверстий в ящике для его переноски. Для крепления на цилиндре штанц-элемента имеются продольные пазы, в которые заводится сухарь с резьбой.

Чтобы компенсировать зазор, на свободную поверхность цилиндра наклеивается мягкая резинка. Штампы аналогичной конструкции могут изготавливаться и из фанеры, сформованной предварительно под соот-

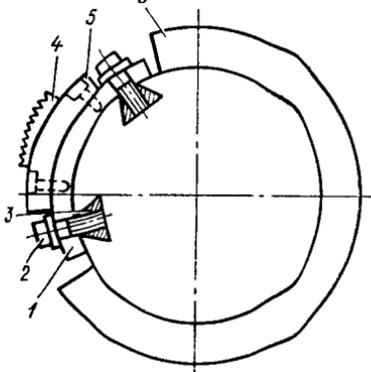


РИС. 64. Просечный штамп для штанц-инструмента:

1 — основание элемента; 2 — винт; 3 — сухарь; 4 — просечный элемент; 5 — накладка; 6 — резиновая прокладка

ветствующий диаметр, при этом между основанием и просечным инструментом устанавливается металлическая прокладка, в которую упираются режущие ножи и рилевочные планки. На ротационных высечных машинах применяются сложные круговые штампы. Изготавливают их из многослойной фанеры, сформованной в трубу, внутренний диаметр которой соответствует наружному диаметру барабана ротационной машины. Штамп состоит из двух половин. Для изготовления штампа на трубу или собранные две половины наклеивают контур высечки заготовки ящика и производят необходимые пропилы для вставки инструмента. Ножи, расположенные по образующей цилиндра, такие же, как и для плоских штампов, а ножи, которые крепятся по окружности, должны иметь радиус, отвечающий кривизне поверхности ротационного цилиндра. Так как изготавливать такие ножи значительно труднее, чем прямые, то применяют ножи с просечкой нижней кромки, что позволяет легко их изгибать на нужный радиус, а также устанавливать их по спиральной линии барабана. Между ножами для отжатия просеченной заготовки так же, как и на плоском штампе, приклеиваются полоски мягкой резины.

## 8. ОБРАЗОВАНИЕ ПАЧЕК И ПАКЕТОВ ИЗ ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Готовые ящики, заготовки, решетки и другие изделия укладываются в пачки массой 20—25 кг и обвязываются. Существуют следующие виды обвязки кип ящиков: шпагатом; металлической лентой; полимерной лентой; бумажной лентой; плоской или круглой проволокой.

Обвязка пачек ящиков производится механизированным способом, на специальных обвязочных станках или с помощью обвязочного ручного инструмента.

Имеется автомат для обвязки пачек ящиков и заготовок синтетическим шнуром. Ручные лентообвязочные машинки применяются при выпуске небольшого количества ящиков, а также при увязке больших пакетов, сформированных на поддоне. Хорошо себя зарекомендовала автоматическая лентообвязочная машина. Соединение концов ленты производится сваркой.

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕНТООБВЯЗОЧНОЙ МАШИНЫ

Производительность, вязок в час . . . . .	5000
Размер обвязываемой пачки, максимальный, мм . . . . .	600×600
Мощность привода, кВт . . . . .	1
Размеры обвязочной ленты, мм:	
ширина . . . . .	13
толщина . . . . .	0,5
Масса машины, кг . . . . .	500

Машины аналогичной конструкции работают также и с применением полимерной ленты. Для этих целей применяются ленты с ориентированного полипропилена. Соединение концов ленты производится методом сваривания. Полипропиленовая лента более эластична и удобна для обвязки пачек ящиков.

Имеются машины для обвязки пачек проволокой. Для того чтобы проволока не подрезала картон на углах пачки, под нее прокладывают угловые прокладки из картона. Соединение круглой проволоки производят скручиванием. Плоская проволока соединяется при помощи сварки.

### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОВОЛОКООБВЯЗЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ

Производительность, вязок в час . . . . .	600
Размер обвязываемой пачки, мм:	
максимальная ширина . . . . .	1500
максимальная высота . . . . .	440
минимальная ширина . . . . .	350
минимальная высота . . . . .	100
По длине не ограничивается.	

Для обвязки пачек ящиков более эффективным является применение бумажной ленты, что предотвращает порчу ящиков

на углах. Машина работает следующим образом: скомплектованная пачка ящиков устанавливается на приемный стол и толкателями подается под обвязочное устройство. Сверху пачка подпрессовывается прижимной плитой. Подача бумажной ленты осуществляется с рулона, лента проходит формирующее устройство и складывается в рукав шириной 100 мм. Для обвязки применяется картон для плоских слоев гофрированного картона из сульфатной целлюлозы массой 125—150 г/м<sup>2</sup>. Склейка ленты производится термоплавким клеем.

#### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИНЫ

Производительность, вязок в час . . . . . 900

Максимальные размеры пачки, мм:

длина . . . . .	1200
ширина . . . . .	1000
высота . . . . .	350

Минимальные размеры пачки, мм:

длина . . . . .	300
ширина . . . . .	300
высота . . . . .	150
Давление сжатого воздуха, МПа . . . . .	0,6
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	4,8
Мощность привода, кВт . . . . .	0,75
Масса машины, кг . . . . .	1800

С целью обеспечения механизации погрузочно-разгрузочных работ при транспортировании готовой продукции потребителям необходимо укрупнять грузовые единицы. Для этого производят укладку продукции в транспортные пакеты на стандартном поддоне или без него с последующей увязкой пакета металлической лентой. Таким образом, транспортируют также заготовки картонных ящиков, если их переработка осуществляется на другом предприятии. Чтобы сформовать плотный пакет, применяют упаковочные прессы. Пакет заготовок укладывается на тележку, опорная плита которой имеет продольные и поперечные пазы, в которые можно пропускать ленту для обвязки. Аналогичной конструкции и верхняя прижимная плита. Пакет заготовок с тележкой устанавливается под пресс, производится подпрессовка, затем обвязка металлической лентой, после чего прижим освобождается и тележка выкатывается из прессы, уступая место новому пакету.

Пакеты могут формироваться на стандартном поддоне, образуя с ним единый грузовой пакет. Уложенные на поддон заготовки или кипы заготовок обвязываются металлической лентой вместе с поддоном, лента пропускается в окна поддона. Обвязка пакетов может осуществляться механизированным ручным инструментом и специальными лентообвязочными машинами. Обвязочная полуавтоматическая установка имеет напращ-

ляющие, проходящие при обвязке в окна поддона, обеспечивая таким образом проход ленты. Натяжение и скрепление ленты производится механизированным инструментом. Имеются также полностью автоматизированные установки для формирования и обвязки транспортных пакетов. Хорошим дополнением к существующим складывающе-склеивающим установкам является универсальная обвязочная двухстропная машина фирмы «Коперс» США. Машина рассчитана на комбинирование с печатно-просекальной машиной и соответствующей складывающе-склеивающей установкой. Разработано два типоразмера обвязочной машины: на заготовки размером до  $890 \times 2160$  мм и  $1280 \times 2800$  мм.

#### 9. АГРЕГАТИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ, КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ЯЩИКОВ ИЗ ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА

Агрегатирование станков становится характерным для изготовления ящиков из гофрированного картона и является одним из основных направлений современного производства. В этом направлении работают изготовители оборудования многих стран.

Агрегатирование станков в одну линию позволяет автоматизировать весь процесс, начиная от подачи заготовок в печатно-просекальную машину и кончая выходом пачки готовых и увязанных ящиков.

Фирма «Лангстон» в США выпустила новую печатно-просекальную машину с флексографической печатью, соединенную со складывающе-склеивающей установкой. Машина позволяет обрабатывать листы картона с любым типом гофра, включая и гофр Е, со скоростью до 15 тыс. заготовок в час. Загиб клапанов производится с нижней стороны.

Одна из моделей печатно-просекального складывающе-склеивающего агрегата этой фирмы позволяет за один проход производить печатание, просечку, рилевание, складывание, склеивание, отсчет и укладку ящиков в пачки. Один типоразмер этой установки позволяет обрабатывать заготовки размером до  $920 \times 2040$  мм, другой до  $1270 \times 2920$  мм.

На рис. 65 приведена схема установки в одну линию печатно-просекальной машины и складывающе-склеивающей установки.

К штабелеукладчику печатно-просекальной машины подсоединен конвейер, который может перемещаться по высоте при накоплении заготовок на приемной части складывающе-склеивающей машины. Производительность указанной линии составляет 130—300 ящиков в минуту, в зависимости от размера ящика.

Французская фирма «Мартин» выпускает автоматическую установку для производства картонной тары на базе печатно-просекальных машин. На установке производится многокрасочная флексографическая печать, складывание заготовок и склеивание их по соединительному клапану, укладка в пачки. Скорость подачи заготовок — до 20 тыс. шт. в час.

Установки выпускаются трех типоразмеров, на которых можно перерабатывать заготовки ящиков в широком диапазоне: от размеров 290×340 мм до 1600×2800 мм.

Аналогичную машину выпускает шведская фирма «Емба». Характерным отличием этой установки является разделение печатно-просекальной машины на отдельные секции, передача

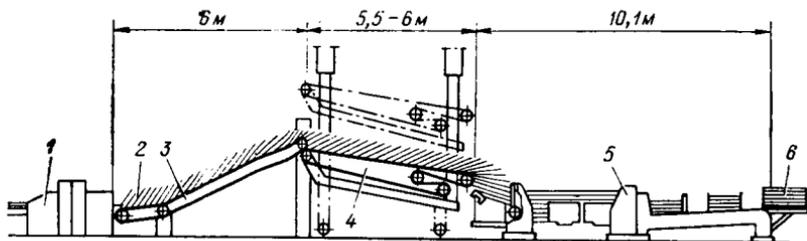


РИС. 65. Установка в одну агрегатную линию печатно-просекальной машины и складывающе-склеивающей установки:

1 — печатно-просекальная машина; 2 — заготовки ящиков; 3, 4 — передаточный конвейер; 5 — складывающе-склеивающая установка; 6 — пачки сложенных ящиков

с одной секции на другую производится специальными вакуумными лентами, что исключает тяговые ролики и уменьшает деформацию картона и его загрязнение красками от нанесенного рисунка. Вакуумное устройство также осуществляет складывание заготовки, что позволяет лучше регулировать положение соединительного клапана во время склейки. Существенным в данной установке является автоматическое устройство для предварительной установки просекальных и рилевочных муфт.

#### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Производительность, заготовок в мин . . . . .	50—250
Минимальные размеры заготовок, мм . . . . .	280×600
Максимальные размеры заготовок, мм . . . . .	1100×2400

Толщина перерабатываемого картона, мм:

максимальная . . . . .	8
минимальная . . . . .	1,5
Установленная мощность двигателей, кВт . . . . .	44

На складывающе-склеивающей установке фирмы «Универсал» (США) производятся операции по складыванию, склейке, отсчету, укладке и обвязке пачки ящиков.

Дальнейшее развитие производства картонных ящиков будет осуществляться в направлении автоматизации производственных процессов на базе внедрения автоматизированных систем контроля и управления, создания единой автоматизированной линии, начиная от подачи рулонов бумаги и картона и кончая выходом упакованных картонных ящиков. Уже сейчас решены такие вопросы, как автоматизированный отбор заготовок с гофроделательного агрегата и передача их на печатно-просекательные машины, складывание и склеивание заготовок и укладка их в пачки, формирование транспортных пакетов.

Введен контроль и управление отдельных процессов с использованием электронно-вычислительных машин, осуществляется программное управление отдельными операциями.

## Глава IV

### ПРОИЗВОДСТВО КАРТОННОЙ ТАРЫ ИЗ СПЛОШНОГО СКЛЕЕННОГО КАРТОНА

Производство картонной тары из сплошного клеенного картона можно разбить на два основных технологических процесса: изготовление сплошного клеенного картона и переработка листов картона на картонные ящики.

#### 1. ПРОИЗВОДСТВО СПЛОШНОГО СКЛЕЕННОГО КАРТОНА

Производство сплошного клеенного картона отличается от производства гофрированного картона.

Сплошной клеенный картон представляет собой многослойный материал, состоящий из двух и более плоских слоев картона, плотно склеенных между собой. Склейка слоев картона производится на картонно-клеильной машине (рис. 66). Количество слоев картона определяется в зависимости от требований к ящикам из сплошного картона, при этом учитываются свойства исходного материала, его прочностные показатели.

Технология изготовления сплошного клеенного картона позволяет использовать разные материалы на наружные и внутренние слои, на внутренние слои используются обычно более низкие марки картона. Склеивание картона производится силикатным клеем. При изготовлении специальных картонов могут применяться влагостойкие клеи. Нанесение клея производится двухвалковым клеящим устройством. Внутренние слои картона проходят через валки, погруженные в клей. Количество наносимого клея регулируется зазором между валками. При выходе из валков поверхности всех слоев картона оказываются покрытыми клеем с двух сторон. Дальше полотно картона подается

под прессовые валы, при этом сверху и снизу подается полотно без клея.

Полотно картона подпрессовывается на прессовых валах, давление на которых постепенно увеличивается. Отмечается постепенно растущая тенденция к повышению (в целях уменьшения расхода клея) числа склеивающих узлов на клеильной машине. Это позволяет наносить клей только с одной стороны полотна картона. В табл. 20 указывается число слоев клея, которое необходимо наносить на поверхность склеиваемых картонов при использовании клеильной машины с одной или несколькими клеильными установками.

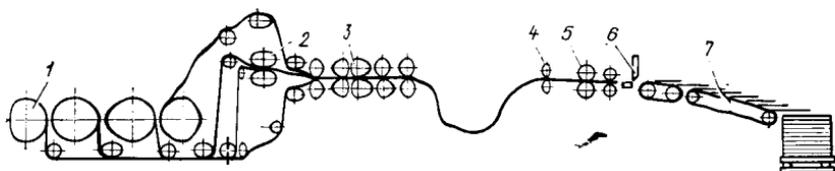


Рис. 66. Схема картоно-клеильной машины:

1 - рулоны картона; 2 - мезильный узел; 3 - прессовые валы; 4 - подающие валы; 5 - продольно-резательный узел; 6 - узел поперечной резки; 7 - съемный конвейер

При раздельном нанесении клея на нескольких склеивающих установках достигается экономия клея на 15—30%. Это имеет значение и для уменьшения количества влаги, поступающей вместе с клеем и впитываемой картоном.

20. КОЛИЧЕСТВО КЛЕЕВЫХ СЛОЕВ ПРИ ОДНОЙ И НЕСКОЛЬКИХ СКЛЕИВАЮЩИХ УСТАНОВКАХ

Число слоев картона	Число слоев клея при одной склеивающей установке	Число слоев клея при нескольких склеивающих установках
1	—	—
2	1	1
3	2	2
4	4	3
5	6	4
6	8	5

После склейки на этой же машине производится разрезка полотна картона на требуемые форматы. Сначала полотно разрезается дисковыми ножами на продольные полосы, одновременно производится обрезка кромок, затем производится поперечным ножом обруб полотна по длине. Все заготовки получаются прямоугольной формы, укладываются на поддоны и передаются на дальнейшую переработку. Поперечная разрезка полотна картона может осуществляться тремя способами:

отрез заготовки при помощи двух поперечных ножей, которые отрезают картон со скоростью, значительно превышающей скорость его собственного движения;

отрез заготовки при помощи ножа гильотинного типа и неподвижной нижней балки, к которой нож прижимается во время отруба;

отрез заготовки при помощи ножей, которые имеют скорость перемещения, синхронную со скоростью перемещения полотна картона. Преимуществом этого отрезного устройства является то, что заготовки получаются точной длины и нет необходимости их обрезать на высекальном станке.

Сплошной склеенный картон имеет более высокие, по сравнению с гофрированным картоном, прочностные показатели за счет увеличения торцевой жесткости вдоль полотна и более высокого сопротивления продавливанию, о чем свидетельствуют данные, приведенные в табл. 21.

21. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ГОФРИРОВАННОГО И СПЛОШНОГО СКЛЕЕННОГО КАРТОНА

Показатели	Гофрированный картон	Сплошной склеенный картон
Масса 1 кв. метра, г	678	1010
Толщина, мм	4,8	2,1
Сопротивление продавливанию, МПа	1,0	1,4
Сопротивление торцовому сжатию, Н/см:		
вдоль полотна	13	36
поперек полотна	45	12
Разрывной груз, Н/см:		
вдоль полотна	1090	2050
поперек полотна	750	1030

Величина основных показателей сплошного склеенного картона зависит от характеристики волокнистых полуфабрикатов картона-основы: чем больше в композиции сульфатной целлюлозы, тем выше сопротивление растяжению картона и выше прочность изготовленной из него картонной тары.

## 2. ПЕРЕРАБОТКА СПЛОШНОГО СКЛЕЕННОГО КАРТОНА

**Раскрой картона на форматы.** Для изготовления деталей тары и прокладок часто требуются заготовки небольших размеров, которые нельзя получить непосредственно при раскросе картона на клеевой машине. В этом случае дополнительный раскрой листов картона осуществляется на продольно-резательной машине. Такая машина обычно состоит из подающего устройства, резательного узла, приемного устройства. Подающее устройство представляет собой подъемную платформу, на

которую устанавливается пачка картона. По мере подачи листов в машину платформа поднимается. Аналогичным подъемником оборудовано и приемное устройство, которое, по мере накопления листов в пачке, опускается. Резательный узел представляет собой две пары массивных валов с укрепленными на них дисковыми ножами. На этих же валах размещаются подающие резиновые кольца, установленные между ножами, но чаще применяются отдельно подающие валы, которые располагаются парно перед резательным устройством и после него.

В отличие от гофрированного картона, для разрезания и нанесения рилевок на сплошной склеенный картон требуются

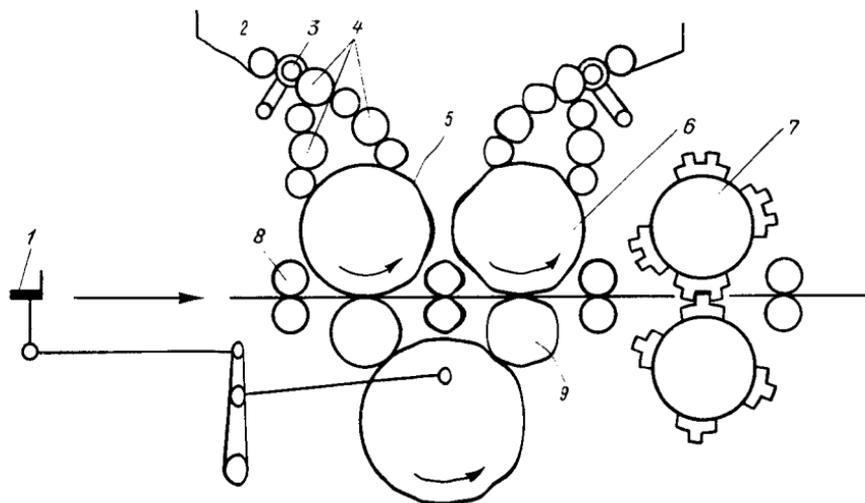


РИС. 67. Схема нанесения печати на сплошной склеенный картон:

1 — толкатель; 2 — корыто для краски; 3 — дукторный вал; 4 — раскаточные валы; 5 — первый печатный цилиндр; 6 — второй печатный цилиндр; 7 — рилевоочный цилиндр; 8 — подающие валы; 9 — прижимные цилиндры

бóльшие усилия, поэтому применяемое оборудование для этих целей более массивное.

**Печать на сплошном склеенном картоне.** Отличается от печати на гофрированном картоне, так как сплошной склеенный картон способен выдержать высокое плоскостное сжатие. На рис. 67 показана схема нанесения печати на сплошной картон. В большинстве случаев на картон наносят одноцветную печать, реже — двухцветную. Печатные формы обычно изготавливаются из бронзы, толщина печатных форм составляет 9,5 мм.

Листы картона при помощи толкателя подаются под первый печатный цилиндр, где наносится (при двухцветной печати) краска более светлого цвета, что обеспечивает лучшее сочетание цветов. Обычно открытого типа красочный аппарат на таких машинах размещается непосредственно над печатными ци-

линдрами. Краски наносятся на печатную форму посредством нескольких раскатных и передаточных валиков, на которые они в свою очередь наносятся посредством редукторного валика, совершающего поступательное движение между красконаносящими валиками и валиком, погруженным в ванну с краской.

**Изготовление развертки ящика.** Изготовление развертки ящика осуществляется на печатно-высекальной машине. На рис. 68 приведена схема печатно-высекальной машины «Свифт». Машина работает следующим образом: толкатель подает заготовку в подающие валки, которые передают ее на цепной питатель, на котором закреплены поперечные планки. Заготовка попадает через подающие валки на биговочное устройство, состоя-

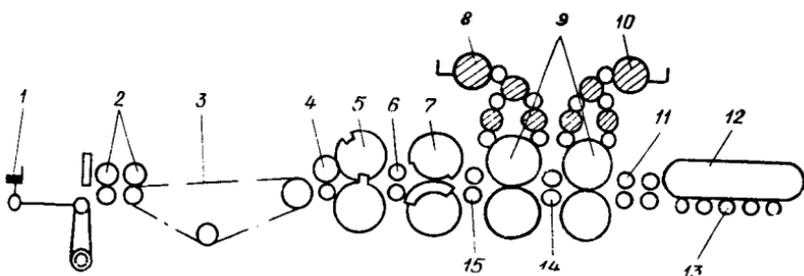


РИС. 68. Схема печатно-высекальной машины для сплошного клеенного картона:

1 — питатель; 2, 4, 6, 11, 14, 15 — подающие валки; 3 — цепной транспортер; 5 — рилевоочные цилиндры; 7 — высекальные цилиндры; 8, 10 — валики красконаносящие; 9 — печатные цилиндры; 12 — рилевоочная цепь; 13 — валики рилевоочной цепи

щее из двух цилиндров, на которых закреплены биговочные планки. При прохождении листа между цилиндрами на лист наносятся две поперечные биговки, затем заготовка, проходя через вторую пару цилиндров, просекается, на нее наносится печать в печатной секции машины, состоящей из двух пар печатных цилиндров (для двухцветной печати). После этого заготовка валиками передается на рилевоочное устройство, наносится продольная рилевка при помощи ряда рилевоочных роликов и рилевоочных цепей. Заготовки укладываются в стопы и подаются на шивку или склейку. Производительность печатно-просекальной машины «Свифт» 6000 ящиков в час.

Для переработки сплошного клеенного картона применяются и другие машины. Так, нанесение линий рилевки может осуществляться на специальных биговочных машинах. Эти машины имеют биговочный механизм, состоящий из одной пары планок. Одна планка имеет паз, а другая — прямоугольное сечение. При нанесении линии рилевки выступ верхней планки вдавливают картон в паз нижней планки на глубину, достаточную чтобы образовалась четко выраженная рилевка, но без появления трещин на картоне. Биговочные машины могут быть

с одной или несколькими парами биговочных механизмов. Биговка на таких машинах осуществляется последовательно, одной парой планок за другой, так как при одновременном биговании смещение картона приводит к его сильному натяжению и иногда к разрыву картона. Сплошной склеенный картон может перерабатываться и на ротационных просекальных машинах тяжелого типа, например машинах, выпускаемых английской фирмой «Деритенд».

Ящики из сплошного склеенного картона имеют один или два соединительных шва в зависимости от раскрытия картона и возможностей перерабатывающего оборудования. Соединительный шов образуется сшивкой картона круглой проволокой диаметром 0,8—1,0 мм или плоской 0,5×2,5 мм. Проволока должна иметь антикоррозионное покрытие. Для сшивки применяются сшивальные машины, как и для ящиков из гофрированного картона, но с усиленными сшивными головками. На действующих предприятиях имеются многопостовые сшивные машины, сшивка на которых осуществляется одновременно несколькими сшивными головками, что увеличивает производительность и повышает качество соединительного шва.

### 3. КАРТОННАЯ ТАРА ИЗ ВЛАГОПРОЧНОГО СПЛОШНОГО СКЛЕЕННОГО КАРТОНА

Несмотря на многие преимущества ящиков из сплошного склеенного картона по сравнению с деревянными, полностью они заменить деревянные не могут, так как не обеспечивают достаточной влагонепроницаемости и влагопрочности. Поэтому для упаковки и транспортирования продукции в картонной

#### 22. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЛАБОРАТОРНЫХ ОБРАЗЦОВ СПЛОШНОГО СКЛЕЕННОГО ВЛАГОПРОЧНОГО КАРТОНА

Наименование показателей	Склейка ПВАД	Склейка битумом
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	1200	2630
Толщина, мм	1,6	1,46
Сопротивление продавливанию, МПа/мм	1,16	1,72
Сопротивление продавливанию после 24 часов пребывания в воде, МПа/мм	0,75	1,0
Влагопрочность, %	63,0	58,1
Водопоглощаемость, %	42,7	27,0
Жесткость, МПа:		
вдоль	1,37	1,82
поперек	0,85	1,75
Жесткость после погружения в воду на 24 ч, МПа:		
вдоль	0,44	0,81
поперек	0,37	0,77

таре в условиях высокой влажности необходимо иметь материалы повышенной влагопрочности. Этого можно достичь, изготавливая картон из влагопрочных исходных материалов и применяя при этом влагостойкие клеи. Влагопрочность и водонепроницаемость материала можно получить проклейкой массы раствором меламиновой смолы и канифольным клеем, а склейку производить поливинилацетатной эмульсией, латексом, битумным клеем.

В табл. 22 приведены данные двух видов картона [46], полученных в лабораторных условиях. Промышленные выработки влагопрочного картона позволили получить картон с высокими прочностными показателями, которые приведены в табл. 23.

### 23. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ВЛАГОПРОЧНОГО СПЛОШНОГО СКЛЕЕННОГО КАРТОНА ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫРАБОТОК

Наименование показателей	Варианты картона			
	I	II	III	IV
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	1778	1690	1843	1650
Толщина, мм	2,1	2,5	2,6	2,3
Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	0,85	0,67	0,71	0,73
Влажность, %	5,6	—	6,9	6,0
Сопротивление продавливанию, МПа	3,90	2,18	1,35	2,49
Сопротивление продавливанию после пребывания в воде в течение 24 ч, МПа	2,20	0,80	0,88	0,65
Водопоглощение за 24 часа, %	30,0	38,3	40,3	49,6
Жесткость, МПа:				
вдоль	3,50	1,95	1,88	1,51
поперек	2,29	1,46	1,47	1,11

Приведенные варианты влагопрочного картона отличаются разными сочетаниями картона:

- I вариант Картон изготовлен из трех слоев картона, состоящего из 100% сульфатной целлюлозы.
- II вариант Наружные слои состоят из картона, изготовленного из 75% сульфатной целлюлозы и 25% древесной массы, внутренний слой — из картона, имеющего 85% макулатуры и 15% древесной массы.
- III вариант Наружные слои состоят из картона, содержащего 75% макулатуры, 15% древесной массы и 10% сульфатной целлюлозы, которая образует наружный элементарный слой; внутренний слой из картона, как и во втором варианте.
- IV вариант Один наружный слой картона состоит из 75% сульфатной целлюлозы и 25% древесной массы, второй наружный слой — из картона с 75% макулатуры, 15% древесной массы и 10% сульфатной целлюлозы, образующих покровный слой; внутренний слой имеет состав, аналогичный второму варианту.

Испытания ящиков после их пребывания в течение 24 часов в воде показали их высокие прочностные свойства. Результаты испытаний приведены в табл. 24.

## 24. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЯЩИКОВ ИЗ ВЛАГОПРОЧНОГО КАРТОНА

Вариант картона	Размер ящика, мм	Сопротивление сжатию, Н	Сопротивление перевалкам	
			Масса ящика, брутто, кг	Число оборотов барабана
I	315 × 315 × 180	2300	19,0	120
II	315 × 315 × 250	5540	—	—
III	387 × 270 × 270	4930	27,4	74
IV	387 × 270 × 270	4070	28,3	48
		3270	27,7	58

Несмотря на высокие прочностные показатели, изготовление влагопрочного сплошного клеенного картона с применением меламиновой смолы затруднительно из-за загрязнения сточных вод и трудности их очистки, а также необходимости устройства хорошей приточно-вытяжной вентиляции и специальной вытяжной системы на участках внесения смолы и сушки картона.

УкрНИИБ разработал технологию проклейки бумажной массы синтетическим латексом, что дало хорошие результаты.

Для организации производства ящиков из влагопрочного сплошного клеенного картона имеют значение следующие показатели, оказывающие влияние на прочность и стоимость изготовленных из него ящиков: масса квадратного метра; сопротивление торцовому сжатию; сопротивление продавливанию; водонепроницаемость; разрывной груз рилевки; влагостойкость склейки.

В табл. 25 приведены основные показатели влагопрочного картона, клеенного различными клеями. Более высокие показатели имеет картон, клеенный поливинилацетатной дисперсией, однако применение этого клея увеличивает значительно стоимость картона.

Ящики из сплошного клеенного картона могут быть изготовлены с полиэтиленовым покрытием. Для этого на рулонный

## 25. ПОКАЗАТЕЛИ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОГО СПЛОШНОГО КЛЕЕННОГО КАРТОНА

Показатели	Вид клея		
	силикатно-латексный	поливинилацетатный	силикатный
Масса 1 м <sup>2</sup> , г	1690	1630	1566
Толщина, мм	2,6	2,4	2,2
Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	0,64	0,67	0,72
Сопротивление продавливанию, МПа	2,31	2,46	2,15
Сопротивление торцовому сжатию поперек полотна картона, Н/см	55	65	53
Водонепроницаемость, ч	24	24	24

картон, используемый для наружного слоя, предварительно методом экструдирования наносят полиэтиленовое покрытие, а затем на клеильной машине производят склейку картона. Таким способом можно получить сплошной склеенный картон с одно- или двухсторонним полиэтиленовым покрытием. Так как полиэтиленовый слой влагонепроницаемый, то для склейки картона необходимо использовать клеи с минимальным содержанием влаги. Для этой цели пригодны латексные или поливинилацетатные клеи, а также термоплавные клеи.

Повышение влагостойкости картонных ящиков из сплошного склеенного картона может быть достигнуто нанесением восковых сплавов на его наружную поверхность. Нанесение покрытий осуществляется на машине для нанесения покрытий, конструкция которой была описана в предыдущей главе. Покрытия наносятся на высеченную и прорилеванную заготовку ящика. Для нанесения покрытий используется разработанный ВНИЭКИТУ восковой сплав ЦППВ-30—5 [55].

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОСКОВОГО СПЛАВА ЦППВ-30-5

Температура размягчения, °С . . . . .	77
Вязкость в условных градусах . . . . .	14
Пенетрация:	
при 40°С . . . . .	15
при 20°С . . . . .	6
Прочность пленки при перегибе, мм . . . . .	1
Прочность пленки при ударе, Н/см . . . . .	400
Температура вспышки в открытом тигле, °С . . . . .	200

Восковые сплавы марки ЦПП-30—5 являются достаточно эластичными, создают на материале равномерную плотную пленку и применяются для покрытия сплошного склеенного и гофрированного картона.

Расход воскового состава на единицу поверхности материала заготовки зависит от скорости прохождения заготовки через завесу. При увеличении скорости покрытия в два раза (от 175 до 350 м/мин) расход воскового сплава уменьшается почти в два раза [55].

Ящики из сплошного склеенного картона выпускаются в меньшем объеме по сравнению с ящиками из гофрированного картона и используются в основном для упаковки продукции, требующей достаточной прочности тары в условиях повышенной влажности. Так, в ящики из сплошного склеенного картона упаковывается сливочное масло, плодоовощная продукция, взрывчатые вещества, запасные части, метизы и пр.

Применение влагопрочного картона позволяет использовать ящики для отправки экспортной продукции в районы Крайнего Севера. Из сплошного склеенного картона изготавливаются в основном обычные четырехклапанные ящики, ящики с крышкой,

а также ящики лоткового типа или комбинированные с деревянными планками и др.

В настоящее время за рубежом стал больше применяться сплошной склеенный картон взамен гофрированного для образования решетчатых перегородок, что дает значительную экономию при транспортировке собранных решеток потребителям (объем сокращается на 20%), а также позволяет уменьшить размеры ящиков и более экономично использовать материал на упаковку продукции.

## Глава V

### ПРОИЗВОДСТВО ТАРЫ И ПРОКЛАДОК ИЗ БУМАЖНОГО ЛИТЬЯ.

Изделия из бумажного литья производят из жидкой волокнистой массы. Форму изделия приобретают в отливных сетчатых матрицах соответствующих конфигураций. Это позволяет получать изделия с высокой стабильностью заданной формы. Практически способом бумажного литья можно получить тару любой конфигурации, однако, чтобы придать ей необходимую прочность, требуется дальнейшее уплотнение изделия методом прессования, что вызывает значительные затруднения. Необходимость создания сложных прессовых устройств приводит к большим трудозатратам на производство литой тары, снижает производительность, поэтому производство в основном развивается по пути изготовления различных прокладок, лотков и других изделий, не требующих большого уплотнения.

Литые изделия из жидкой волокнистой массы формируются тремя основными способами: вакуумирования, гидравлического давления; давления сжатым воздухом.

Для изготовления литых изделий используются древесная масса, отходы целлюлозно-бумажного производства, бумажная макулатура. Лучшим сырьем для изготовления литых изделий является древесная масса. Основными требованиями, предъявляемыми к волокнистой массе для бумажного литья, являются: быстрое и равномерное оседание на сетчатых формах; обеспечение малой усадки и незначительного коробления отливок в процессе сушки; степень помола для целлюлозы 17—26°ШР, для древесной массы 30—50°ШР; макулатура не должна иметь посторонних включений, загрязнений, должна быть хорошо разработанной.

Снятие отливок с отливных и прессовых форм производится обычно сжатым воздухом. Для этого пресс-формы имеют целую сеть равномерно расположенных отверстий, через которые подается сжатый воздух, создавая избыточное давление между

поверхностью пресс-формы и самим изделием. В зависимости от конфигурации изделия и конструкции пресс-форм давление подаваемого сжатого воздуха колеблется от 50 до 400 Па. Пересъем изделий с одной формы на другую также производится при помощи сжатого воздуха и вакуума, создаваемого в приемной пресс-форме.

Сушат отливки в камерных сушилках периодического и непрерывного действия. При свободном размещении изделий на загрузочных этажерках или сетчатых транспортерах происходит значительная усадка и коробление изделий, поэтому необходимо учитывать изменение размеров в процессе сушки. Чтобы избежать коробления и получить изделия более стабильные по размерам, сушку производят на контрформах. Усадка изделий при сушке составляет по толщине от 15 до 55%, а по длине изделий от 2,5 до 14%. Для получения изделий заданных размеров и придания им необходимой прочности и производится калибровка изделий. После калибровки размеры и форма изделий остаются неизменными. Литые изделия калибруются в обогреваемых пресс-формах при температуре 200°C, удельное давление прессования в зависимости от вида изделий и требований к его прочности составляет от 2 до 5 МПа. Калибровке подвергаются отливки, предварительно высушенные до постоянной массы и влажности 8—10%.

## 1. ВАКУУМНЫЙ СПОСОБ ФОРМОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

Производить небольшие партии литых изделий можно на отливных станках путем налива бумажной массы, разбавленной при соотношении 1:2000, на сетчатую форму. Вода проходит через сетку и отсасывается (рис. 69), а волокно равномерно оседает на поверхность формы. После полного удаления воды форму снимают, уплотняют и сушат. Для получения толстостенных изделий и ускорения процесса наслаивания волокна применяется вакуумирование. Принцип действия такого устройства показан на рис. 70. В форме, помещенной в разбавленную бумажную массу, создается вакуум, волокнистая масса наслаивается на наружной поверхности формы. При достижении требуемой толщины изделия форму вынимают из массы и уплотняют, после чего изделие просушивают и передают на дальнейшую обработку.

Для формирования изделий вакуумным способом наибольшее распространение получили барабанные машины непрерывного действия. Эти машины применяются для изготовления тонкостенных изделий неглубокой формы — прокладок для яиц, фруктов, тарелок, лотков и др. Схема машины барабанного типа приведена на рис. 71.

На цилиндрической поверхности формирующего барабана расположено несколько рядов сетчатых форм, которые через

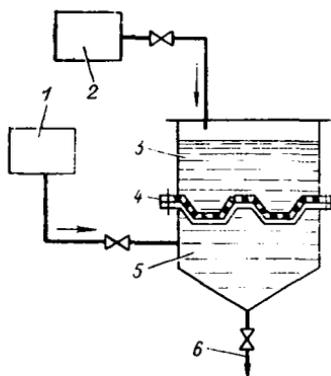


РИС. 69. Схема формования литых изделий:

1 — бак оборотной воды; 2 — бак с бумажной массой; 3 — съемная форма; 4 — матрица; 5 — основание формы; 6 — вакуумный трубопровод

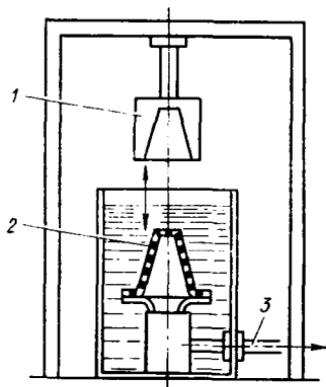


РИС. 70. Вакуумное формование литых изделий:

1 — отжимная форма; 2 — матрица; 3 — вакуумный трубопровод

штуцера и распределительное устройство, расположенное в торце барабана, поочередно соединяются с вакуумом или атмосферой. При вращении барабана сетчатые формы погружаются в ванну

с жидкой волокнистой массой, уровень которой поддерживается постоянным. Под действием вакуума происходит формование отливок, которые пересъемным валом передаются сетчатыми контрформами на сетчатые формы верхнего барабана, где производится сушка отливок горячим воздухом, который подается под кожу. С сетчатых форм верхнего барабана отливки сжатым воздухом сдуваются на транспортер. Концентрация волокни-

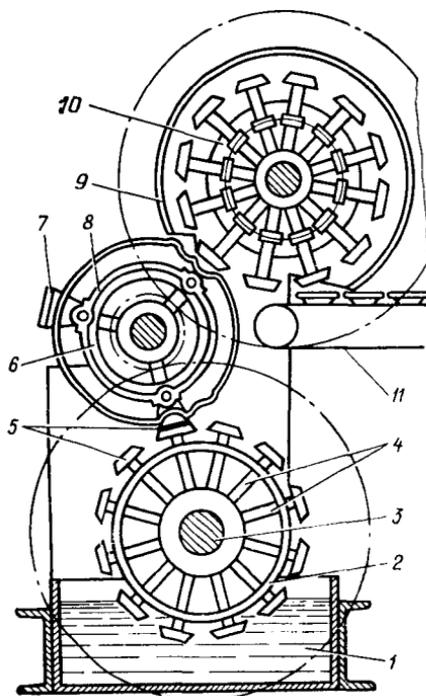


РИС. 71. Схема машины барабанного типа для литья бумажных изделий:

1 — ванна с массой; 2 — формирующий барабан; 3 — главный приводной вал; 4 — штуцера для подвода вакуума и воздуха; 5 — сетчатые формы; 6 — направляющая; 7 — сетчатые контурные формы; 8 — пересъемный барабан; 9 — сушильная камера; 10 — верхний барабан; 11 — транспортер

стой массы в ванне 1%, вакуум при формовании 520 Па, давление сжатого воздуха для снятия отливок 0,2 МПа. Толщина слоя волокон, нанесенного на сетчатую форму, зависит от продолжительности процесса формования и регулируется временем нахождения сетчатой формы в жидкой волокнистой массе строго постоянной концентрации. После формования отливки обычно имеют влажность 75—80%. Скорость наслаивания волокнистой массы на сетчатые формы в значительной мере определяется свойствами волокнистого материала, величиной вакуума при формовании, температурой жидкой волокнистой массы и продолжительностью формования отливок. Некоторые данные процесса формования представлены в таблицах 26, 27.

26. КОЛИЧЕСТВО ВОЛОКНА, ОСЕВШЕГО НА СЕТКУ ФОРМЫ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ФОРМОВАНИЯ

Композиция волокнистой массы	Степень помола, в °ШР	Концентрация массы, %	Вакуум при формовании, %	Продолжительность формования, с	Количество осевшего волокна, г/см <sup>2</sup>
Белая древесная масса	50	0,75	130	40	0,056
70%				60	0,085
Сульфатная небеленая целлюлоза 30%	50	0,75	390	32	0,056
То же				50	0,085
То же	50	0,75	650	25	0,056
Сульфатная небеленая целлюлоза 30%				40	0,085
То же	35	0,75	130	35	0,085
Сульфатная небеленая целлюлоза 30%				25	0,085
То же	35	0,75	650	25	0,085
Сульфатная целлюлоза 100%				30	0,060
То же	27	0,6	520	30	0,060
Сульфатная целлюлоза 100%				70	0,104
Бурая древесная масса 100%	30	0,5	520	42	0,130
Сульфатная целлюлоза 60%				58	0,130
Бурая древесная масса 40%	30	0,5	520	58	0,130

Как видно из приведенных в табл. 27 данных, композиция массы, степень ее помола и концентрация значительно влияют на продолжительность процесса формования. После отлива изделия имеют рыхлую структуру и прочность высушенных изделий невелика, отливки должны быть уплотнены. Уплотнение производится прессованием в штампах соответствующей формы или непосредственно в отливных формах давлением резиновой формы, изготовленной по конфигурации изделия. При прессовании обычно применяется удельное давление от 1 до 5 МПа.

Прочность готового изделия во многом зависит от продолжительности уплотнения и удельного давления, при этом время прессования менее сказывается на изменении прочности нежели

27. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И СТЕПЕНИ ПОМОЛА ВОЛОКНИСТОЙ МАССЫ ИЗ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА СКОРОСТЬ ФОРМОВАНИЯ И СВОЙСТВА ОТЛИВКИ

Показатели	Температура формования, °С					
	16	40	60	15	40	60
	Степень помола 23° ШР			Степень помола 18° ШР		
Вакуум в Па	390	390	390	390	390	390
Продолжительность формования, с	210	155	115	145	100	85
Толщина волокнистого слоя, (мм) после:						
формования	22	21	21	24	24	24
влажного прессования	11	10	11	12	12	12
сушки	7	6,5	6,5	8,5	9	9
горячего прессования	4	4	4	4,2	4,2	4,2
Характеристика стенки отливки готового изделия:						
объемная масса, г/см <sup>3</sup>	0,76	0,72	0,78	0,78	0,78	0,78
разрывное усилие, МПа	17,5	17,5	17,0	15,5	16,0	15,0

увеличение давления. Зависимость механической прочности отливок от условий уплотнения и горячего прессования приведена в табл. 28.

28. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ УПЛОТНЕНИЯ И ПРЕССОВАНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ОТЛИВОК

Уплотнение		Сушка	Давление горячего прессования, МПа	Отливки после горячего прессования		
продолжительность, мин	давление, МПа			толщина после сушки, мм	толщина, мм	объемная масса, г/см <sup>3</sup>
—	—	16	5,0	4,5	0,85	27,0
—	—	16,5	—	16,5	0,25	8,0
10	0,5	5,3	2,5	4,5	0,88	33,6
15	2,0	5,1	2,5	4,5	0,94	39,3
25	5,0	4,0	1,5	3,6	1,08	45,0
25	0,5	6,1	5,0	4,2	0,87	31,4
25	2,0	5,0	5,0	3,8	0,94	39,4
25	5,0	4,8	5,0	3,7	0,97	42,7

2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ СПОСОБ ФОРМОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

Гидравлический способ бумажного литья применяется для формования изделий, которые имеют значительную толщину стенки (более 3 мм) и массу 1 см<sup>2</sup> стенки более 0,25 г. Гидрав-

личный способ позволяет получить толщину стенки во влажном состоянии более 60 мм с объемной массой 0,3 г/см<sup>3</sup>. При дальнейшем горячем прессовании изделия уплотняются до объемной массы 0,65—1 г/см<sup>3</sup>. Этот способ целесообразно применять для изделий плоской формы или изделий, имеющих небольшую высоту.

На рис. 72 представлена общая схема формирования изделий гидравлическим способом. Формование отливок производится под давлением гидропресса 7 путем опускания пуансона 6 в отливную форму 5, заполненную массой. После окончания формования готовые отливки при помощи вакуума вынимаются пуан-

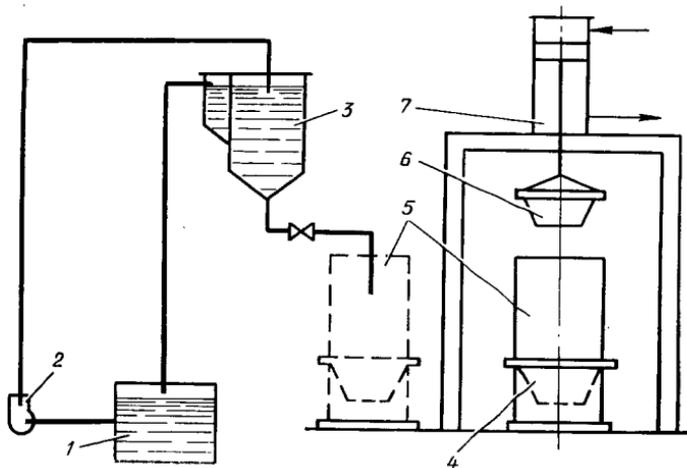


РИС. 72. Схема формования литых изделий гидравлическим способом:

1 — ванна с жидкой массой; 2 — насос; 3 — дозатор; 4 — отливная сетчатая форма; 5 — корпус формы; 6 — сетчатый пуансон; 7 — гидравлический пресс

соном с матрицы и затем отделяются от последнего при помощи сжатого воздуха.

Машины, работающие гидравлическим способом, имеют следующие параметры технологического режима:

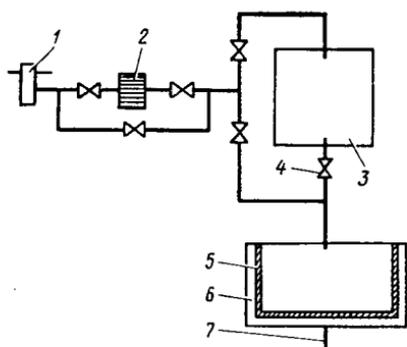
Концентрация массы перед поступлением в дозатор, %	до 2,5
Давление волокнистой массы во время формования, МПа	0,6—1,2
Вакуум, Па	780
Давление сжатого воздуха, Па	0,1—0,2
Влажность отливок после формования, %	76—78

Продолжительность формования зависит от конструкции формующих устройств, композиции волокнистой массы, ее концентрации, степени помола. Увеличение давления с 0,3 до 1,2 МПа сокращает продолжительность формования на 20—25%.

### 3. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛЫХ ЛИТЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Литые изделия сложной конфигурации и замкнутого объема (бутылки, банки, барабаны, ящики и др.) могут быть получены формованием их в разъемных сетчатых матрицах без пуансонов путем создания сжатым воздухом давления внутри матрицы после ее заполнения массой. Схема такого способа формования представлена на рис. 73.

Волокнистая масса насосом непрерывно подается в массный бачок 3, откуда через задвижку 4 сливается в дозировочную емкость 5, после чего в эту емкость подается сжатый горячий воздух, который оказывает давление на волокнистую массу.



Вода под действием давления воздуха проходит через сетчатые стенки матрицы 6, а волокна оседают ровным слоем на внутренней поверхности формы. Сжатый воздух пода-

РИС. 73. Формование литых изделий с применением сжатого воздуха:

1 — насос; 2 — компрессор; 3 — массный бачок; 4 — задвижка; 5 — матрица; 6 — камера матрицы; 7 — сток воды

ется до тех пор, пока стенки отлитых изделий не высохнут до требуемой влажности, после чего матрица раскрывается и готовое изделие передается на дальнейшую обработку. При формовании изделий приведенным способом рекомендуется выдерживать следующие технологические параметры:

Композиция волокнистой массы, %	
сульфатная целлюлоза . . . . .	25
древесная масса . . . . .	75
Степень помола массы, °ШР . . . . .	30
Концентрация массы, %	
в массном бачке . . . . .	0,7—1,5
в дозаторе . . . . .	0,5—0,6
Диаметр отверстий сита на поверхности матрицы, мм	0,5
Давление сжатого воздуха, МПа . . . . .	0,4
Температура воздуха, °С . . . . .	370—400

Формование изделий из волокнистой массы приведенным способом может осуществляться на специальных автоматических машинах с многогнездовыми пресс-формами.

Для повышения производительности таких машин сушка изделий проводится до влажности 45%, после чего изделия досушиваются в сушильных камерах. На механическую прочность полученных литых изделий большое влияние оказывает

давление сжатого воздуха, подаваемого в процессе формования. Увеличение давления воздуха с 0,1 до 0,4 МПа повышает объемную массу отливки на 40—45%, прочность изделия при этом возрастает на 60—65%.

#### 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТАРЫ ИЗ БУМАЖНОГО ЛИТЬЯ

Технологический процесс производства тары из бумажного литья можно разбить на следующие операции: сортировка макулатуры; размол макулатуры на массу и составление композиции; проклейка массы; составление рабочей концентрации, формовка изделий; холодное прессование изделий; калибрование изделий.

Макулатура является одним из основных компонентов в производстве тары из бумажного литья. Поступающая макулатура (отходы производства гофрированного картона, газетная бумага, картонная тара) подлежит тщательной сортировке и отделению посторонних включений. Это производится на современных гидроразбивателях и сортировочных машинах. Очищенная таким образом макулатура подвергается размолу для превращения ее в однородную массу. Размол макулатуры может осуществляться как на оборудовании периодического действия (роллы), так и на машинах непрерывного действия (кониические мельницы, рафинеры, гидрофайнеры). В процессе размола в массу могут добавляться другие виды волокна — древесная масса, целлюлоза.

Проклейка волокнистой массы производится для повышения влагостойкости литых изделий. Массу проклеивают обычно канифольным клеем, парафиновой эмульсией или канифольно-парафиновым клеем. Проведенные опытные работы [40] показали, что для получения высококачественных изделий в массу следует вводить (при приготовлении ее из непроклеенных видов макулатуры) канифольную эмульсию из расчета 3% канифоли к массе сухого волокна, а при использовании проклеенной макулатуры вводится 1,5—2% канифоли.

Канифольную эмульсию готовят следующим образом. В обогреваемый открытый автоклав с мешалкой загружают кальцинированную или каустическую соду и растворяют ее в воде. Раствор нагревают до кипения, затем засыпают в него мелкими партиями предварительно измельченную канифоль. Варка клея производится при постоянном перемешивании и при температуре 100—105°C продолжительностью 3—4 ч. Конец варки определяется по прекращению выделения пузырьков углекислоты. Клей должен быть однородным, без сгустков. При визуальной проверке при помощи деревянной лопатки клей должен отрываться короткими пластинками. Так как в процессе варки клея выделяется большое количество пены, то емкость

для его приготовления должна иметь объем в 5—6 раз больше объема готового клея. После окончания варки готовый клей перекачивается в промежуточную емкость, где он охлаждается и затем разбавляется водой до концентрации 1—2%. Введение клея в волокнистую массу производится в процессе ее приготовления в роллах или в мешальных бассейнах. Для удержания клея на волокнах в массу вводят сернистый глинозем 10%-ной концентрации. Полнота осаждения клея определяется показателем рН среды, которая должна быть 4,5—5.

При необходимости волокнистой массе придают различную однородную окраску, так как наличие в макулатуре различной печатной продукции приводит к образованию отдельных пятен

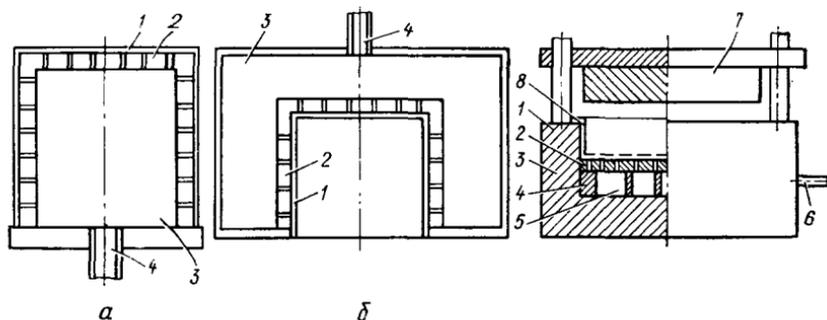


РИС. 74. Матрицы для формования тары из бумажного литья:  
*а* — насосная; *б* — подсосная; 1 — корпус, 2 — сетка, 3 — полость, 4 — труба

РИС. 75. Установка, работающая под давлением, для формования изделий плоской формы:

1 — пресс; 2 — каркас матрицы; 3 — сетка; 4 — упор; 5 — камера; 6 — отводная труба; 7 — пуансон; 8 — съёмник

на поверхности литых изделий, а окрашенная масса позволяет получить литые изделия однородной цветовой окраски. В отличие от производства картона рабочая концентрация волокнистой массы для изготовления литой тары значительно выше и составляет 1—2%.

**Формование тары.** Формование тары может быть осуществлено одним из трех способов, описанных выше. Возможно применение комбинированных способов, что повышает эффективность производства. Формование изделий производится на матрицах, которые повторяют форму изделий. Матрица состоит из жесткого каркаса с большим количеством отверстий или прорезей и сетки, которая плотно обтягивает каркас и удерживает на своей поверхности волокна, пропуская воду. Матрицы могут быть с наружной или внутренней формирующей поверхностью (рис. 74). Поверхность изделия, прилегающая к сетке, будет более ровной и однородной, что необходимо учитывать при формовании изделий. Для формования изделий плоской

формы (крышки и донья для барабанов, крышки для ящиков, заготовки складных ящиков) могут применяться установки, работающие под давлением (рис. 75).

Установка представляет собой пресс, в котором смонтирован каркас матрицы с натянутой сеткой. В кожух над сеткой

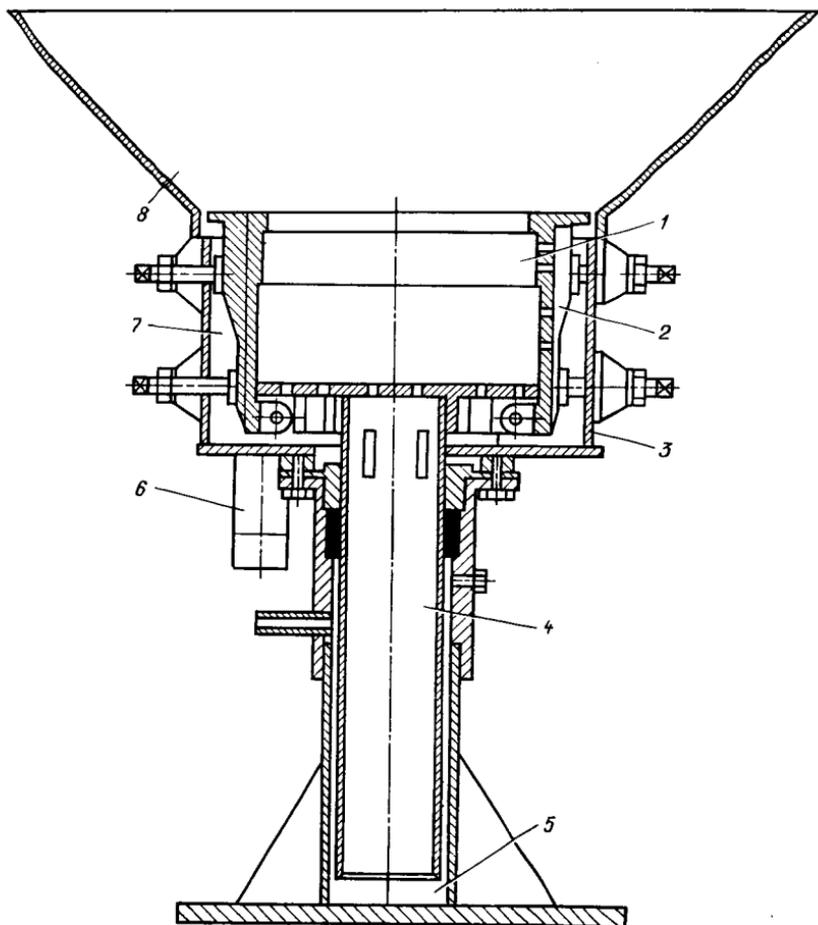


РИС. 76. Установка для формирования ящика из бумажного литья:

1 — матрица; 2 — откидные стенки и дно; 3 — кожух; 4 — шток; 5 — гидроцилиндр; 6 — отводная труба; 7 — герметичная камера; 8 — наклонная стенка

наливают расчетное количество волокнистой массы с концентрацией 2—3%, подводят пуансон. За счет давления пуансона, который плотно входит в матрицу, происходит интенсивная фильтрация воды через сетку в камеры, откуда вода отводится трубкой. После полного опускания пуансона и подпрессовки сформованного изделия он отводится в верхнее положение,

а изделие при помощи съемников снимается с сетки и передается на сушку и дальнейшую обработку. Для формования изделий объемной формы применяются более сложные установки. Такие изделия формуются в большинстве случаев вакуумным способом. На рис. 76 показана установка для формования литого ящика. Установка состоит из матрицы, имеющей дно, и откидных стенок на шарнирах. Матрица вставлена в кожух, верхняя часть которого имеет наклонные стенки. При опускании матрицы в крайнее нижнее положение между стенками матрицы и кожуха образуется герметичная камера, соединенная трубой с вакуумной установкой. Матрица закреплена на штоке гидроцилиндра.

Масса заполняет объем матрицы и верхней части кожуха, вода отсасывается через сетчатые стенки матрицы, а волокна наклеиваются на поверхности стенок. После окончания формо-

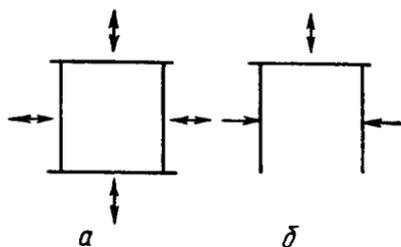


РИС. 77. Схема обжатия стенок при формировании ящика из волокнистой массы:

а — формирование боковых стенок; б — формирование дна

вания при помощи гидроцилиндра производится подъем матрицы, боковые стенки откидываются и корпус ящика снимается и передается на подпрессовку и сушку. Подпрессовка изделий осуществляется в специальных пресс-формах, состоящих из пуансона и матрицы. Конструкция этих пресс-форм должна быть такой, чтобы при подпрессовке не происходило растяжение волокон, так как это может привести к разрыву стенок изделия, поэтому все пресс-формы этого типа работают по принципу обжатия изделий. На рис. 77 схематично показана схема обжатия стенок при формировании ящика. При прессовании необходимо иметь вакуумный отсос для удаления воды из зоны прессования.

В зависимости от степени уплотнения изделия перед сушкой имеют влажность от 100 до 300%. В процессе сушки изделия должны быть доведены до влажности 10—12%, а в некоторых случаях до 3—4%. Имея высокий процент влажности, после прессования изделия в процессе сушки имеют высокую степень усадки по толщине и линейным размерам. В табл. 29 приведены данные по трем видам цилиндрических изделий, из которых видно, что размеры изделий после сушки по толщине уменьшаются на 22—24%, а линейные размеры изменяются на 4,3—5%.

## 29. ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЛИТОЙ ТАРЫ ПОСЛЕ СУШКИ

Показатели	Вид изделия		
	I	II	III
Масса изделий до сушки, г	1094	1098	2927
Масса изделий после сушки, г	361	518	932
Размеры до сушки, мм:			
толщина	6,5	8,6	10,3
высота	195	285	450
диаметр	186	195	215
Размеры изделий после сушки, мм:			
толщина	4,9	6,5	7,8
высота	185	271	429
диаметр	178	186	205
Усадка размеров после сушки, %:			
толщина	22,2	24,4	24,2
высота	5,0	4,9	4,7
диаметр	4,3	4,4	4,6

Удаление влаги в процессе сушки изделий приводит к их значительному короблению, поэтому сушку изделий рекомендуется производить на формах, которые фиксируют заданные внутренние размеры тары, исключают коробление и ограничивают изменение линейных размеров. Сушка изделий производится в сушилках периодического или непрерывного действия. Изделия, установленные на сушильные формы этажерок, загружаются в сушилку, где в процессе сушки поддерживается определенный температурный режим. Сушат изделия горячим воздухом сначала при температуре 250—300°C (изделия в течение 7—10 мин отдают 50% влажности), затем при температуре 100—105°C. Сушилки могут быть проходного, конвейерного типа, где изделия проходят через различные температурные зоны, высушиваются до конечной влажности 10—12%. После сушки изделия окончательно уплотняются путем прессования их в обогреваемых пресс-формах. Это необходимо для выравнивания толщины, сглаживания наружной поверхности и повышения прочности стенок литой тары.

Прессование изделий производится на разъемных сложных пресс-формах, имеющих полированную гладкую поверхность. Сложность с изготовлением пресс-форм и сравнительно низкая их производительность являются одним из главных недостатков в производстве литой тары и препятствием к созданию массового ее производства.

Откалиброванная литая тара может быть окрашена в любой цвет масляными или нитрокрасками, что придает ей хороший внешний вид. Наиболее распространенным и перспективным является изготовление на высокопроизводительном оборудовании

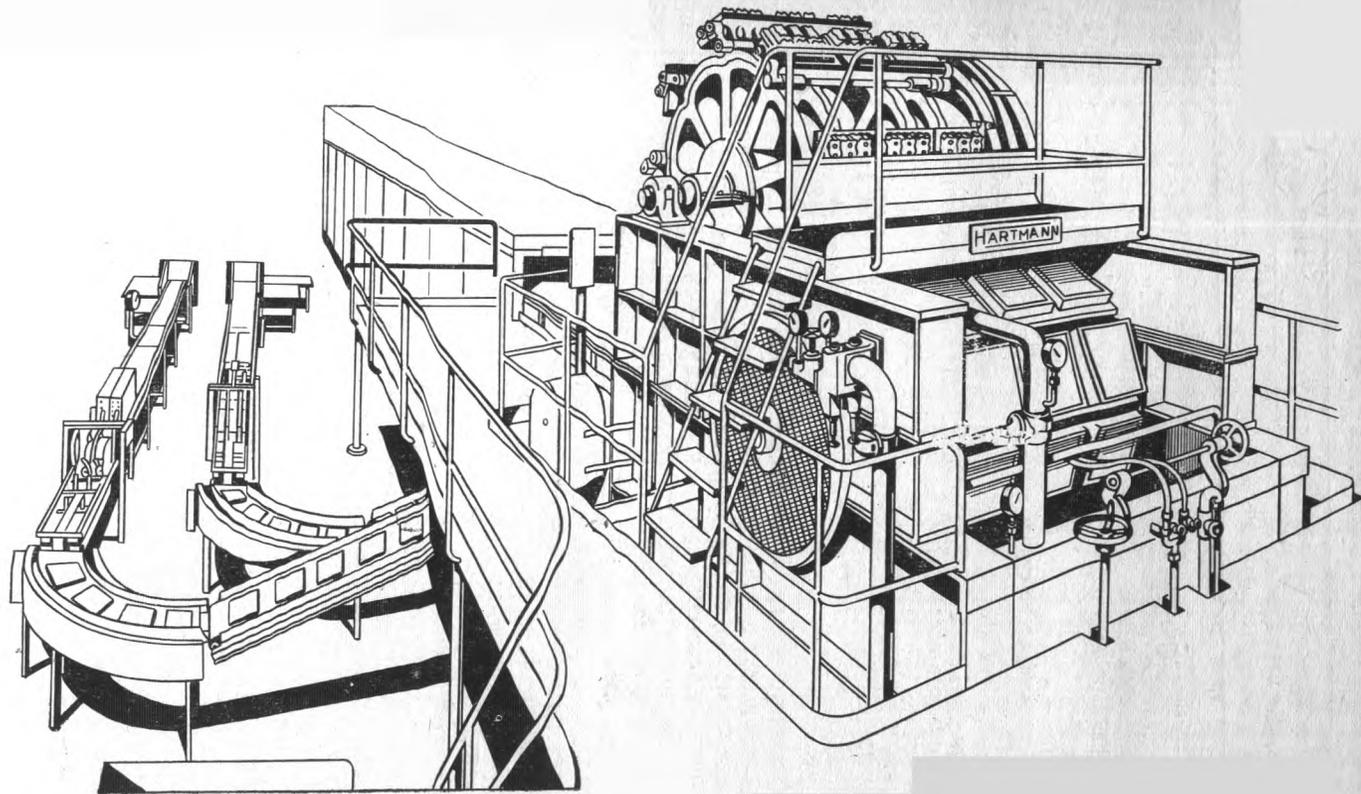


РИС. 78. Автоматическая линия по изготовлению литых изделий

литых изделий в виде прокладок, лотков и другой аналогичной продукции, которые обеспечивают хорошие амортизационные свойства, высокую воздухопроницаемость, достаточный воздухообмен для упаковываемых изделий и создание необходимого микроклимата внутри упаковки. Для изготовления этих изделий применяются поточные высокомеханизированные и автоматизированные машины (рис. 78).

##### 5. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПОТОЧНАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УПАКОВКИ ИЗ БУМАЖНОГО ЛИТЬЯ ФИРМЫ «ХАРТМАН»

Машина для изготовления прокладок, лотков из бумажного литья (рис. 79) состоит из следующих основных узлов: отливной (формовочной) установки барабанного типа с пересъемным устройством, сушильной камеры, счетно-штабелирующего устройства, упаковочного устройства, установки для подготовки горячего воздуха. Основным узлом машины является отливная установка, которая и определяет производительность всей машины.

Подготовленная бумажная масса подается в ванну машины, постоянный уровень массы поддерживается с помощью перегородки, через которую непрерывно переливается избыток массы, поступающей в ванну. Формующий цилиндр, вращаясь, погружает в бумажную массу закрепленные на нем пресс-формы, которые по мере прохождения через массу наслаивают на сетчатой поверхности требуемый волокнистый слой. По выходе из массы производится предварительная сушка изделия, которая продолжается до контакта формующего цилиндра с пресс-формой, на которую производится передача полусухого изделия. В момент контакта изделие уплотняется. После уплотнения изделия в пресс-форме оно передается на транспортер сушильной установки. Транспортер делает несколько горизонтальных ходов в сушильной камере и изделие постепенно высушивается горячим воздухом, подаваемым в камеру сушки по направляющим жалюзи. Горячий воздух температурой 250°C подается в верхнюю часть установки и отсасывается в нижней, насыщаясь влагой.

После сушки готовые изделия передаются на приемный транспортер и поступают на штабелирующую машину, на которой изделия формируются в пакеты. Пакеты изделий транспортером передаются на упаковку. Упаковка изделий может осуществляться в бумажные пакеты или картонные ящики.

На вышеприведенной машине могут изготавливаться прокладки для яиц, фруктов, бутылок, лотки под ягоды, пищевые полуфабрикаты и другие изделия подобной конструкции. Для перехода на изготовление другого изделия необходимо произвести замену пресс-форм и формующих форм.

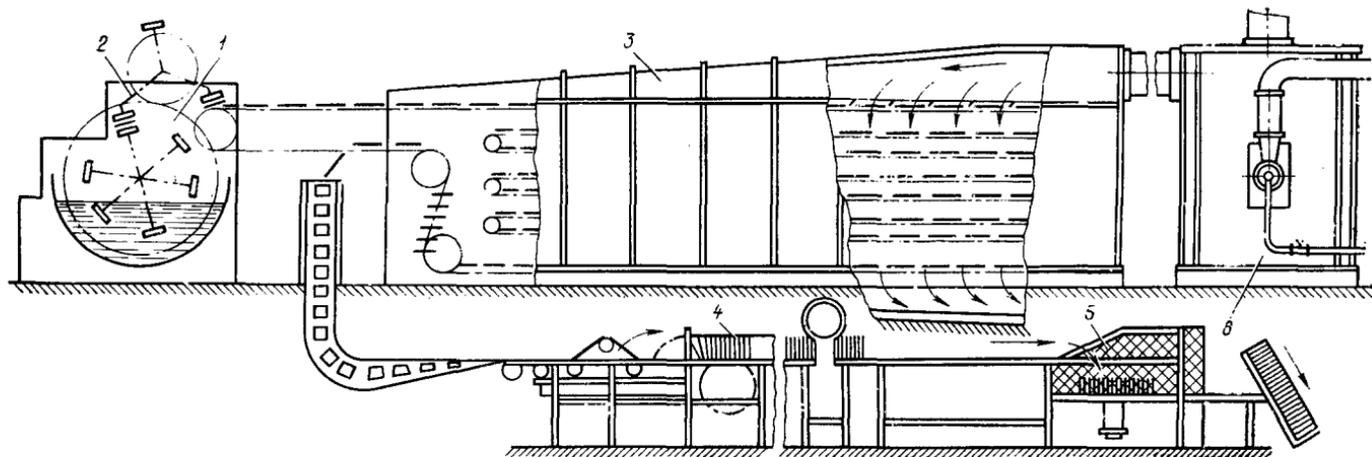


РИС. 79. Схема установки фирмы «Хартман» для изготовления прокладок из бумажного литья:

1 — формовочная установка; 2 — пересъемное устройство; 3 — сушильная камера; 4 — счетное устройство; 5 — упаковочный узел; 6 — воздуходогреватель

## Глава VI

### СПОСОБЫ ЗАКРЫВАНИЯ КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ

Выбор правильного и эффективного способа закрывания тары имеет большое значение для повышения прочности тары и обеспечения сохранности упаковываемой продукции.

#### 1. ЗАКРЫВАНИЕ КАРТОННЫХ ЯЩИКОВ

Для закрывания картонных ящиков используются следующие способы: склеивание клапанов, склеивание стыков клапанов клеевой лентой, склеивание стыков клапанов липкой самоприклеивающейся лентой, склеивание стыков клапанов термоклеевой лентой, сшивка клапанов скобами, обвязка ящика металлической или полимерной лентой.

**Склеивание клапанов.** Клапаны ящика склеивают вручную и механизированным способом, с применением автома-

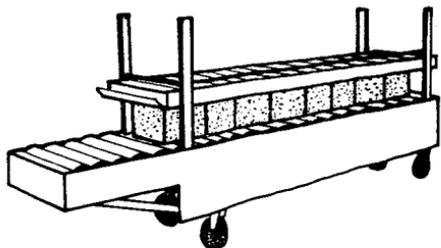


РИС. 80. Прижимной роликовый транспортер для фиксации клапанов после нанесения клея

тических и полуавтоматических машин. При ручном склеивании клапанов клей наносят кистью или клеевым валиком. При сплошном нанесении клея закрытый ящик трудно открывать, и повторно использовать его нельзя, так как клапаны при вскрытии разрываются. В автоматических машинах для упаковки клей наносится на отдельные участки в виде полосок, точек, расположенных на определенных участках клапана, что несколько облегчает вскрытие ящика и дает возможность его дальнейшего использования. Чтобы после склейки клапаны не расклеивались, применяется прижимной роликовый транспортер (рис. 80). Длина такого устройства зависит от скорости упаковки ящиков и схватывания клея. Такое прижимное устройство можно регулировать по высоте в зависимости от высоты ящика. Кроме того, в устройстве может дополнительно применяться боковой прижим, который поджимает наружные клапаны ящика так, чтобы между ними не образовалась продольная щель и клапаны не находили в месте стыка друг на друга; иногда применяется разделительная направляющая.

Ниже приведена характеристика машины шведской фирмы «Сека» для заклейки картонных ящиков по клапанам.

ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИНЫ ДЛЯ ЗАКЛЕЙКИ КАРТОННЫХ  
ЯЩИКОВ ПО КЛАПАНАМ

Производительность, ящиков в мин . . . . . до 18

Максимальные размеры ящика, мм:

длина . . . . .	450
ширина . . . . .	450
высота . . . . .	485

Минимальные размеры ящика, мм:

длина . . . . .	250
ширина . . . . .	150
высота . . . . .	150

Мощность привода, кВт . . . . . 1,5

Габариты машины, мм:

длина . . . . .	5300
ширина . . . . .	1500
высота . . . . .	1460

Масса машины, кг . . . . . 2350

**Закрывание картонных ящиков клеевой лентой.** Это самый распространенный способ закрывания различных видов ящиков вручную и на автоматических машинах. Ящик, закрытый клеевой лентой, легко вскрывается и может быть использован повторно. На рис. 81 показаны различные варианты закрывания ящиков при помощи клеевой ленты. Наиболее массовым способом является продольная склейка клапанов. Клеевая лента плотно закрывает стыки клапанов ящика, повышает его жесткость и предохраняет содержимое ящика от пыли. Применение фирменной склеивающей ленты служит одновременно и пломбированием упаковки. Ящики, закрытые клеевой лентой, легко вскрываются по месту стыка клапанов и могут быть повторно использованы, так как при этом клапаны не разрываются. Закрывают ящики при помощи клеевой ленты различными способами. Самый простой — смачивание ленты необходимой длины и ручное склеивание клапанов ящика (рис. 82). Обычно склеивают продольный стык клапанов, но в отдельных случаях с целью укрепления ящика и более плотного закрывания склеивают и поперечные ребра ящика. Для смачивания ленты применяются несложные приспособления. Одно из таких приспособлений приведено на рис. 83. Рулон клеевой ленты закреплен на оси, лента вытягивается, перегибается через поперечную стяжку, проходит под зубчатым ножом и клеевой стороной касается смачивающих щеток. Щетки установлены в ванне, куда заливается вода, которая смачивает верхнюю часть щеток. Для лучшего смачивания клеевой ленты, равномерного ее наклеивания устройства могут иметь подогрев воды.

Степень увлажнения должна быть такой, чтобы происходило растворение клеевого слоя, а клей таким, чтобы он возможно быстрее растворялся в воде. Недостаточное увлажнение делает

РИС. 81. Способы оклейки картонных ящиков клеевой лентой

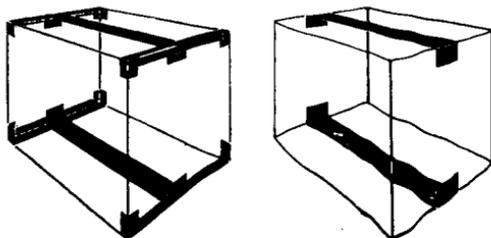


РИС. 82. Ручное оклеивание картонных ящиков клеевой лентой

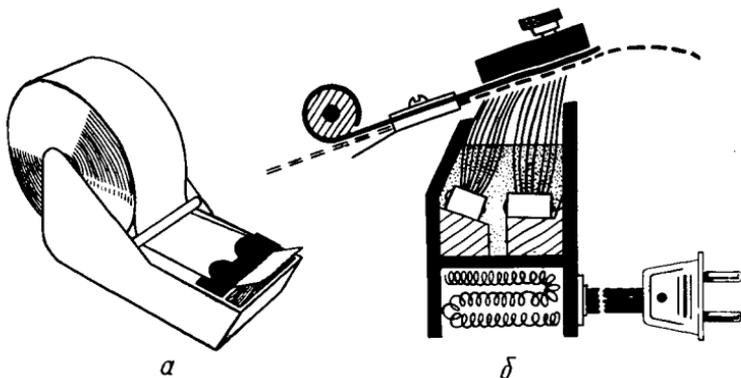
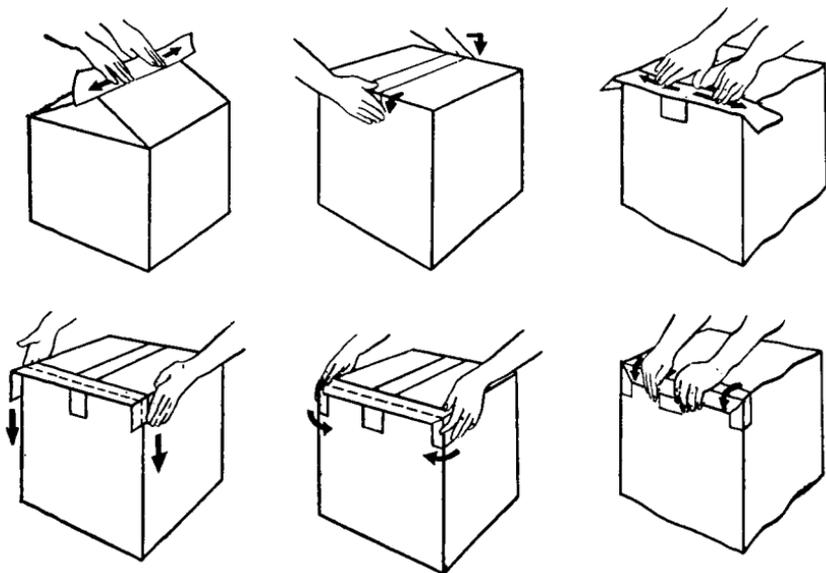


РИС. 83. Устройство для смачивания клеевой ленты:

*а* — общий вид устройства; *б* — увлажняющий узел устройства с подогревом воды

поверхность клея только вязкой, но не позволяет проникать клеевому раствору в структуру материала. Недостаточное количество воды приводит к тому, что клей растворяется местами и неравномерно, излишнее же количество воды, например погружение клеевой ленты полностью в воду, приводит к тому, что клей чрезмерно растворяется и не успевает высохнуть за время накладки ленты на поверхность ящика. Значительное влияние на качество склейки ленты оказывает температура. Для увлажнения следует употреблять теплую воду с температурой до 70°C, которая быстро растворяет клей. При оклеивании могут возникнуть затруднения из-за жесткости воды, что можно устранить путем добавления в воду простого или синтетического мыльного раствора. Чтобы повысить влагостойкость

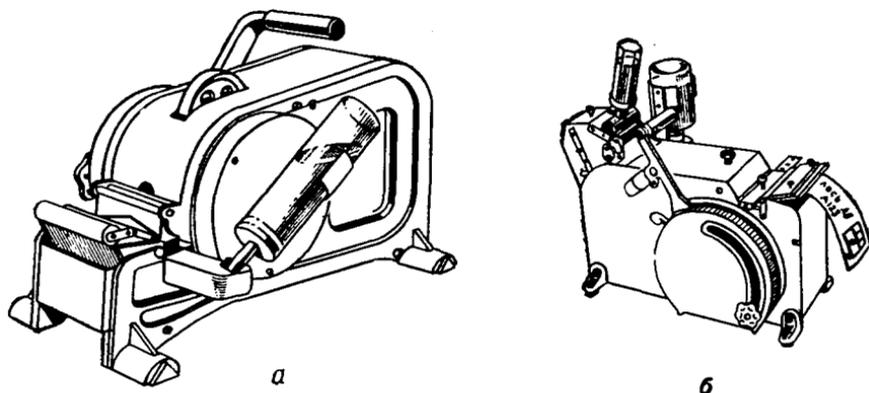


РИС. 84. Механизированная установка для смачивания и выдачи клеевой ленты требуемой длины (а), установка с печатным устройством (б)

клея, иногда в воду для смачивания добавляют 5—10% муравьиного альдегида. При пользовании муравьиным альдегидом необходимо соблюдать соответствующие предосторожности.

Наряду с простейшими приспособлениями применяются для оклейки ящиков и более сложные устройства, у которых автоматически поддерживаются уровень и температура воды в ванне, где находятся смачивающие щетки, производится продвижение ленты и резка ее на части требуемой длины, что можно заранее устанавливать (рис. 84) на шкале прибора. Такие увлажнительные установки могут иметь печатное приспособление для нанесения текста или рисунков на клеевую ленту. Печать производится при помощи печатного валика с резиновым клише, замену которого можно производить при изменении текста или рисунка. При необходимости с помощью такого простого печатного приспособления можно на клеевую ленту наносить дату упаковки, фирменный знак, рекламный текст и другие данные. Такое за-

крытие ящика служит одновременно и для его пломбирования. Применение указанных устройств механизмирует в основном операции смачивания ленты и отрезку ее на необходимую для оклейки ящика длину, а процесс оклейки ящика производится вручную. Этот способ применим при закрытии небольшого количества ящиков. Для закрытия картонных ящиков при массовом производстве применяются полуавтоматические и автоматические установки. Как правило, такие установки производят не только оклейку, но и закрывают клапаны ящика после заполнения продуктом. Машина для оклейки ящика лентой шведской фирмы «Сека» имеет следующую характеристику:

Производительность, ящиков в мин . . . . .	15
Размеры ящика максимальные, мм:	
длина . . . . .	430
ширина . . . . .	450
высота . . . . .	450
Ширина склеивающей ленты, мм . . . . .	40—80
Масса установки, кг . . . . .	675

Машина предварительно регулируется на высоту и длину закрываемых ящиков. Ящики от места заполнения их продуктом транспортером подаются на приводной транспортер оклеивающей установки, где автоматически, при помощи профильных направляющих и формирующих рычагов, сначала закрываются внутренние клапаны, затем наружные; стык клапанов склеивается лентой, концы которой прижимаются к торцовым стенкам ящика.

Имеются машины, которые могут автоматически настраиваться в зависимости от размеров ящика, что позволяет непрерывно закрывать различные по размерам ящики, поступающие на упаковку. Однако конструкция таких машин и их обслуживание более сложно, а их производительность меньше. В связи с этим целесообразней использовать обычные машины и закрывать отдельные партии ящиков одного размера. Клеевая лента, применяемая для закрывания картонных ящиков, изготавливается из прочной бумаги из сульфатной целлюлозы массой 45—120 г/м<sup>2</sup>. Клеевой слой составляет 20—30 г/м<sup>2</sup>. Обычно используется лента массой 120 г/м<sup>2</sup>, шириной 60—70 мм. Помимо обычной клеевой ленты применяются специальные ленты: из влагопрочной бумаги; из дублированной битумной бумаги; из дублированной бумаги с наружным слоем из крепированной бумаги; с наружным полиэтиленовым покрытием; армированные, у которых армирующая сетка расположена между двумя слоями бумаги.

Армированные ленты могут иметь различную форму армирующей сетки (рис. 85). Сетка может быть закреплена между слоями бумаги водостойким клеем, битумом, термосвариванием

слоев. Кроме этого, поверхность ленты может иметь полиэтиленовое или микровосковое покрытие. Для армирования клеевой ленты используют обычно нити из стекловолна, имеющие минимальную вытяжку. При применении армированных клеевых лент необходимо учитывать особые требования к режущему устройству, которое одновременно с бумагой должно обеспечивать хорошее разрезание армирующих нитей.

**Закрывание ящиков при помощи самоприклеивающейся ленты.** Применение самоприклеивающихся липких лент не требует увлажнения и времени на высыхание клеевого слоя. Лента легко приклеивается к поверхности картона, при этом нет не-

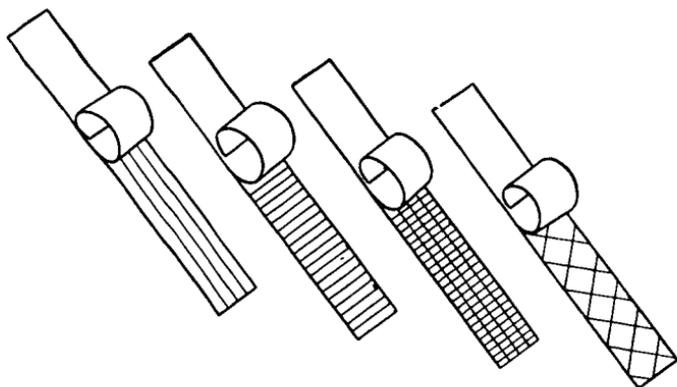


РИС. 85. Армированные ленты

обходимости ее удерживать для обеспечения хорошего склеивания, достаточно в момент приклеивания плотно прижать ее к поверхности картона прижимным роликом. Использование армированных самоприклеивающихся лент позволяет создать прочное и надежное закрытие ящика. Самоприклеивающиеся ленты применяются для ящиков, имеющих различное наружное покрытие, которое не дает возможности использовать клеевые ленты. Самоприклеивающиеся липкие ленты могут быть на бумажной и на полимерной основе, а также на комбинированном материале.

Заклеивание ящиков и упаковок из картона липкой лентой производится при помощи простейших приспособлений или специальных оклеивающих машин. Простейшее приспособление для оклейки ящиков липкой лентой, нанесения угловых соединений состоит из корпуса, в который вставляется рулончик ленты, и отрезного устройства.

Автоматические установки для липкой ленты более производительны. Ниже приведена характеристика установки итальянской фирмы «Коломбо».

**ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИНЫ ДЛЯ ОКЛЕИВАНИЯ ЯЩИКОВ  
ЛИПКОЙ ЛЕНТОЙ**

Производительность, ящиков в час . . . . .	600
Максимальные размеры ящика, мм:	
длина . . . . .	680
ширина . . . . .	480
высота . . . . .	555
Ширина ленты максимальная, мм . . . . .	80
Масса установки, кг . . . . .	750

Для цилиндрической тары применяется установка, которая плотно оклеивает липкой лентой, оборачивая ее по периметру вокруг упаковываемой тары. Характеристика такой обандероливающей машины итальянской фирмы «Коломбо» приведена ниже:

Производительность, обвязок в час . . . . .	1000—1200
Максимальные размеры тары, мм:	
длина . . . . .	не ограничена
ширина . . . . .	600
высота . . . . .	600
Масса установки, кг . . . . .	180

**Закрывание ящиков скобами.** Этим способом можно закрывать ящики, изготовленные из обычного картона и из картона с различными покрытиями. Прочность закрывания при помощи скоб зависит от количества скоб. Скобы могут легко удаляться с упаковки при помощи простейших приспособлений и ящики могут использоваться повторно, при этом ящики не теряют своего внешнего вида из-за остатков оклеивающей ленты. Для этого применяются шивальные машины, работающие на плоской или круглой проволоке, ручные инструменты и механизмы, полуавтоматические и автоматические установки.

Шивальные машины применяются для сшивания дна ящиков перед заполнением.

Машины такого типа применяются для закрывания ящиков из сплошного склеенного картона и трехслойного гофрированного картона с малой высотой гофра.

Большое распространение получил способ закрывания картонных ящиков при помощи скоб типа «Гигант», ими сшивают все виды гофрированного картона. Скобами «Гигант» можно сшивать дно ящика, закрывать верхние клапаны, сшивать соединительный клапан, боковые стенки неразборных ящиков. На рис. 86 показаны виды соединений, образуемых скобами «Гигант». Скобы могут полностью пробивать сшиваемый материал и подгибаться с внутренней стороны, частично вминаясь в верхний слой картона; могут не проходить через всю толщину материала и загибаться внутри материала; полностью проходить через материал и подгибаться к внутренней поверхности. Скобы

«Гигант» изготавливаются из плоской проволоки сечением  $2,2 \times 1$  мм.

Устройства, работающие на скобах «Гигант», применяют готовые скобы, сформированные в блоки, которые вставляются в магазин швейного устройства. Загиб скоб при шивании дна производится с помощью профилированного упора, разме-

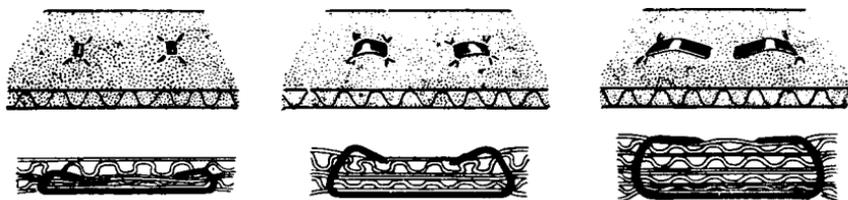


РИС. 86. Шивка картона скобами «Гигант»

щенного на вертикальной стойке, а во всех остальных случаях скоба подгибается при помощи формирующих щек, которые пробивают картон и подгибают ножки скобы. Процесс подгиба скобы показан на рис. 87. Этот способ пригоден для закрепления верхних клапанов ящика, соединения отдельных деталей при изготовлении контейнеров, поддонов из многослойного гофрированного картона.

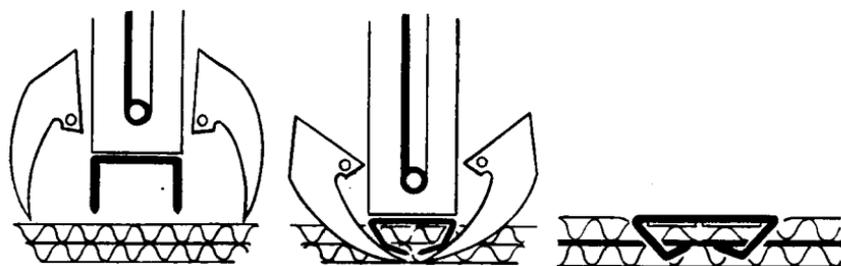


РИС. 87. Формирование и подгиб скобы при шивке

Прошивка скобами «Гигант» производится различными устройствами: механизированным и ручным инструментом, на станках и установках.

Ручной скобосшиватель (рис. 88) состоит из корпуса, рычажного устройства для пробивания и формования и магазина для скоб. Устройство устанавливают на шиваемую поверхность, нажимают рукоятку, и скоба прошивает материал и загибается формирующими щеками. Такое устройство может быть применено в любых условиях для закрывания верхних клапанов ящиков. Более совершенным является скобосшиватель, работающий от сжатого воздуха. Для закрепления дна применяются ножные скобосшиватели или с пневмоприводом. При массовом

производстве сшивание боковых стенок осуществляется на производственном оборудовании. Имеются полуавтоматические машины для сшивки дна ящиков. Ящик устанавливается на подающий транспортер, верхние клапаны отгибаются, днище с внутренней стороны поддерживается накладкой, сшивание производится двумя головками. Максимальная производитель-

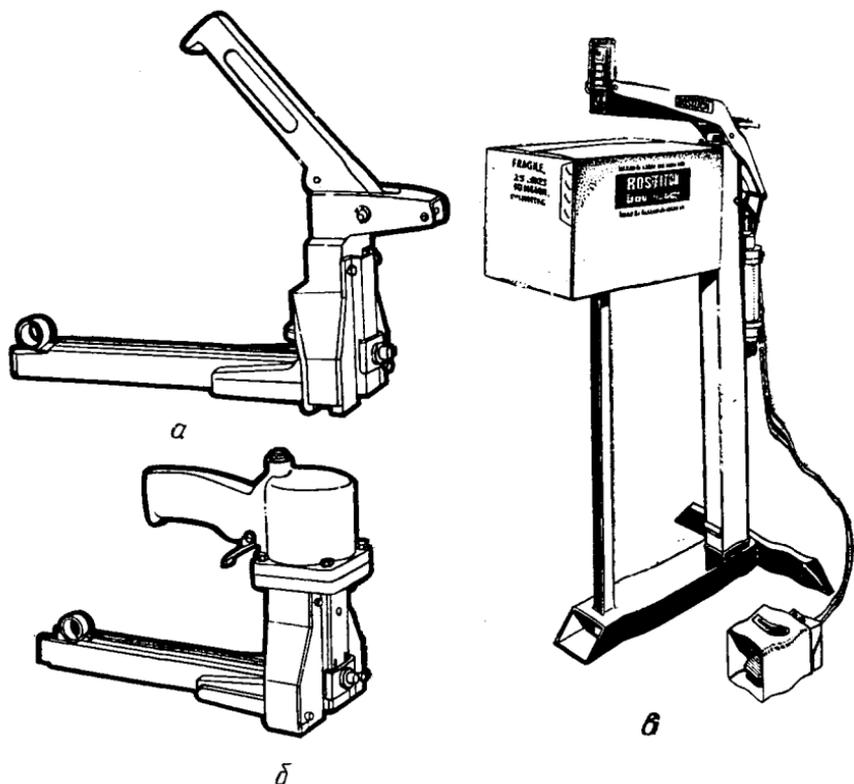


РИС. 88. Устройства и инструмент для сшивания картонных ящиков скобами «Гигант»:

а, б — ручной; в — пневматический

ность машины — 1500 ящиков в час. Более универсальной является машина, которая производит одновременно закрывание верхних клапанов и дна ящика. Такая машина проходного типа и имеет следующую характеристику:

Производительность, ящиков в час . . . . .	1500
Расход воздуха, л/мин . . . . .	400
Размеры сшиваемых ящиков, мм:	
максимальная высота . . . . .	750
"                    ширина . . . . .	600
минимальная высота . . . . .	100
"                    ширина . . . . .	210
Длина ящиков не ограничена.	

Установка автоматически настраивается по высоте и позволяет автоматически сшивать ящики с отклонениями по высоте на 25 мм.

Для бокового сшивания клапанов применяются машины проходного типа с боковым расположением сшивных головок. Производительность таких машин зависит от количества установленных сшивальных головок: при двух головках производительность до 900 ящиков в час, при четырех головках — 1200 ящиков в час.

**Скобосшивная головка, работающая на широкоскобной ленте.** Головка этого типа формирует скобу из отрезка плоской проволоки. Отдельные отрезки проволоки при помощи специального клея соединены между собой в ленту, которая наматывается в виде катушки и устанавливается в сшивальную головку. Одна катушка рассчитана на 4000 скоб. Головка работает на сжатом воздухе давлением 0,6—0,8 МПа. Сшивальные головки могут устанавливаться вертикально и горизонтально. Механизм вначале формирует скобу, а затем пробивает картон и загибает ножки скобы.

Производство скоб осуществляется на специальных скободелательных автоматах, на которых из плоской проволоки формируются скобы заданных размеров, склеиваются между собой в блоки.

#### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СКОБОДЕЛАТЕЛЬНОГО АВТОМАТА

Производительность, скоб в мин . . . . .	60
Размер изготовленных скоб, мм:	
длина скобы . . . . .	35
длина ножки . . . . .	18, 22
Потребляемая мощность, кВт . . . . .	1
Масса автомата, кг . . . . .	350

**Закрывание ящиков при помощи металлической или полимерной ленты.** На рис. 89 представлены различные способы соединения ленты. Для стягивания и закрепления ленты используют ручные устройства, механизированный инструмент и лентобвязочные машины. Применение обвязочной ленты значительно усиливает прочность упаковки изделий в картонной таре, это имеет большое значение для упаковки тяжелых грузов (метизов, металлоизделий, электродов и пр.). Обвязка лентой используется для закрывания крупногабаритной картонной тары, картонных контейнеров. В зависимости от вида продукции, размеров картонной тары обвязка может образовывать один, два или несколько поясов с различным их расположением (рис. 90). Крупногабаритная тара, например для холодильников, собирается и закрывается при помощи металлической ленты. Металлической лентой можно закрывать картонные контейнеры,

прикрепляя их одновременно к стандартному плоскому поддону, образуя единый грузовой пакет. Во избежание глубоких вмятин на ребрах ящика при сильной затяжке ленты на углы под ленту подкладывают полоски картона.

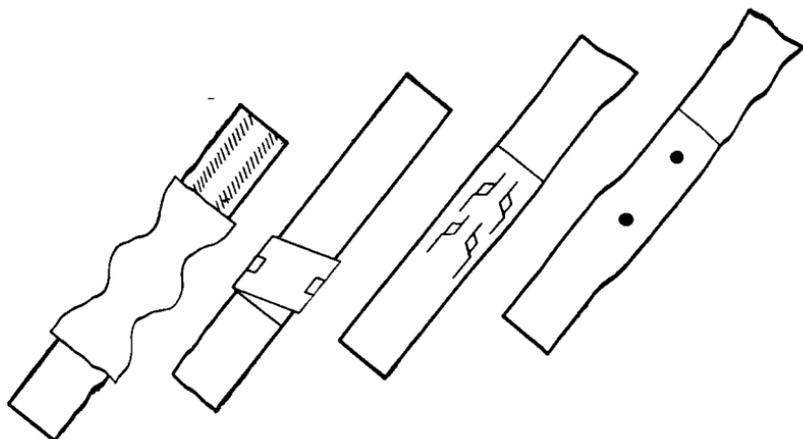


РИС. 89. Способы образования замка на обвязочной металлической ленте

**Оборудование для закрывания картонной тары при помощи обвязки лентой.** Ручные обвязочные машинки являются простейшими приспособлениями, при помощи которых производятся

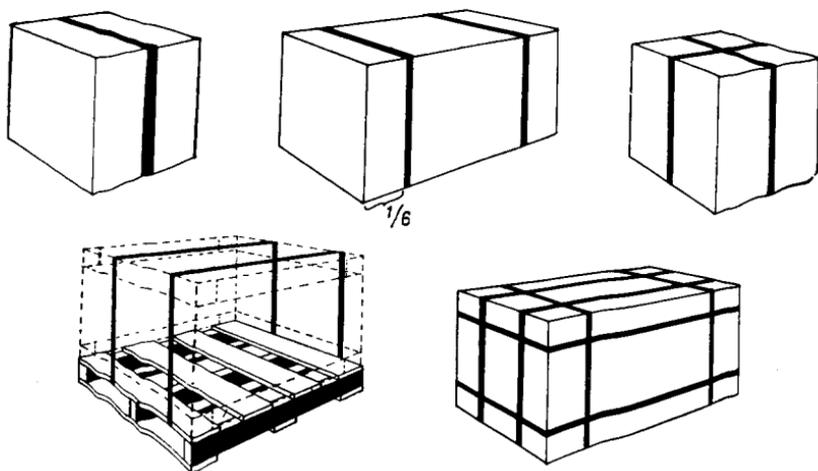


РИС. 90. Обвязка картонной тары металлической или полимерной лентой

натяг ленты, образование замкового соединения и отрезка конца ленты. Машинки могут образовывать соединение ленты просечкой или при помощи металлической накладки, их можно использовать для обвязки в любых условиях, для любых габаритов тары.

Механизированный обвязочный инструмент производит натяг и образование замкового соединения ленты (привод механизма электрический или пневматический), делает до 1000 вязок в час. Для удобства механизированный инструмент подвешивают на балансире, располагая его над местом упаковочных операций. На автоматических лентообвязочных машинах весь процесс обвязки выполняют полностью автоматически. В машинах проходного типа лента подается по направляющим, автоматически обтягивается вокруг ящика, образование замка производится методом сварки или просечки, в зависимости от конструкции машины. Машины могут иметь приводные транспортеры, которые подают ящик под обвязочное кольцо и управляются оператором или при помощи конечных выключателей.

Максимальный размер обвязываемого ящика определяется размером проходного окна, которое образуют направляющие для ленты, а минимальный размер зависит от возможностей лентопротяжного и вытяжного механизма.

Автоматические машины могут производить обвязку полипропиленовой лентой со сваркой ее концов.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕНТООБВЯЗОЧНЫХ МАШИН ДЛЯ ОБВЯЗКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЛЕНТОЙ СО СВАРКОЙ КОНЦОВ**

	ОП-94	ОП-153
Производительность, вязок в час . . . . .	1000	6000
Максимальные размеры ящика, мм:		
длина . . . . .	не ограничена	
ширина . . . . .	600	1360
высота . . . . .	650	1500
Минимальные размеры ящика, мм:		
длина . . . . .	не ограничена	
ширина . . . . .	150	600
высота . . . . .	200	600
Ширина обвязочной ленты, мм . . . . .	9—13	15—20
Толщина обвязочной ленты, мм . . . . .	0,5—0,8	0,4—0,8
Мощность привода, кВт . . . . .	1	1
Мощность сварочного трансформатора, кВт	14	14
Масса машины, кг . . . . .	500	500

**2. ЗАКРЫВАНИЕ БУМАЖНЫХ МЕШКОВ**

Закрывать бумажные мешки можно различными способами: завязыванием горловины, зашиванием горловины, склеиванием горловины, закрыванием при помощи металлических скрепок. Наиболее высокопроизводительным способом является прошивка мешков на швейной машине двухниточным швом. Повышение механической прочности и создание герметичного шва обеспечивается приклеиванием полоски крепированной бумаги сверху ниточного шва или накладкой полоски бумаги с покры-

тием и последующей термосваркой ее с поверхностью мешка. Для герметизации используют также клеи-расплавы (восковые составы). Прошивка бумажных мешков может осуществляться при помощи передвижных установок, которые легко устанавливаются на месте упаковки продукции в бумажные мешки.

**Оборудование для закрытия бумажных мешков.** Используют высокопроизводительные швейные агрегаты, устанавливаемые в поточную линию заполнения бумажных мешков. Применяются следующие виды машин: портативные переносные швейные машинки; швейные установки с передвижной кареткой; швейные установки с транспортером; швейные установки с транспортером и устройством для герметизации шва.

Портативные переносные швейные машинки применяют для прошивки небольшого количества мешков на месте их заполнения продуктом. Машинка имеет электропривод, при помощи направляющих роликов захватывается горловина мешка и прошивается двухниточным цепным швом при продвижении машинки вдоль горловины мешка.

При помощи портативной машинки можно сшивать до 180—230 мешков в час.

Швейная машина с передвижной кареткой прошивает мешок, предварительно установленный на каретку. Горловина мешка вставляется в швейную головку и мешок, продвигаясь на каретке, проходит через швейную головку. Производительность машин 200—300 мешков в час. Швейные машины этого типа могут иметь устройство для накладывания при прошивке крепированной бумажной ленты.

Наиболее совершенными и производительными являются установки проходного типа, на которых заполненные бумажные мешки устанавливаются на движущийся транспортер и подаются под шивную головку. Транспортер может быть ленточным, пластинчатым или состоять из двух ленточных транспортеров, установленных У-образно. В табл. 30 приведены данные установок для закрытия бумажных мешков японской фирмы «Ньюлонг».

30. ХАРАКТЕРИСТИКА УСТАНОВОК ПРОХОДНОГО ТИПА ФИРМЫ «НЬЮЛОНГ» ДЛЯ ЗАКРЫВАНИЯ БУМАЖНЫХ МЕШКОВ

Показатели	Тип машины			
	АО-2	СМ-4600	У	АО-6В
Производительность, мешков в час	500	600	500	500
Ширина шва, мм	7—11	7—11	7—11	7—11
Ширина крепированной ленты, мм	70	—	70	70
Скорость транспортера, м/мин	8	10	10	10
Масса установки, кг	1300	950	700	1200

Сшивные головки могут устанавливаться на различном уровне по высоте, в зависимости от размеров сшиваемых мешков. Установки для закрытия бумажных мешков в условиях массового производства встраиваются в поточную линию по расфасовке и упаковке продукции в бумажные мешки.

Закрывание бумажных мешков с внутренним полиэтиленовым покрытием или полиэтиленовым вкладышем производится на установках, оснащенных устройством для термосваривания внутреннего слоя мешка и последующей герметизации. Установка американской фирмы «Даубой» автоматически выравнивает горловину мешка, обрезает кромку, сваривает внутренние слои мешка, имеющие полиэтиленовое или другое термосвариваемое покрытие, прошивает и герметизирует горловину мешка при помощи бумажной ленты с термопластичным покрытием, образуя герметичный и прочный шов.

Производительность установки составляет до 30 мешков в минуту.

**Клеи-расплавы.** К клеям-расплавам относятся адгезивы, приобретающие жидкотекучее состояние при нагревании без участия растворителей и затвердевающие при нормальной температуре. Такие клеи имеют целый ряд преимуществ: быстрое схватывание, обратимость состояния, отсутствие растворителей, удобство транспортирования и хранения. Исходными материалами для клеев-расплавов служат полиэтилен, полипропилен, поливинилацетат, полиамиды, полиэфир, канифоль и ее производные, полиакрилаты, различные сополимеры и др. Состав клея-расплава приведен ниже.

Компоненты	Содержание массы, %
Сополимер этилена с винилацетатом . . . . .	25
Канифоль марки А . . . . .	50
Масло веретенное . . . . .	15
Низкомолекулярный полиэтилен низкого давления	10

Клей-расплав получают следующим образом. В смеситель, предварительно разогретый до температуры 100—110°C, при постоянном помешивании заливается веретенное масло и загружается канифоль, которая расплавляется в течение 40—60 мин, затем процесс варки продолжается при температуре 120—130°C в течение 60 мин. После этого загружается низкомолекулярный полиэтилен и температура повышается до 130—140°C. Плавление полиэтилена происходит при постоянном перемешивании в течение 1,5 ч, после этого в расплав добавляется сополимер этилена с винилацетатом и плавится в течение 40 мин до полной гомогенизации.

Клей-расплав применяется на высокопроизводительном оборудовании при обандероливании пачек ящиков из гофрирован-

ного картона, закрывании бумажной лентой картонных ящиков с микровосковым покрытием, герметизации бумажных мешков и др.

### 3. ЗАКРЫВАНИЕ КАРТОННЫХ БАРАБАНОВ

Закрывание картонных барабанов осуществляется тремя способами: закаткой горловины барабана; закреплением съемной крышки при помощи стяжного кольца; закрыванием барабана лепестковой крышкой.

Закатка горловины барабана осуществляется после его заполнения продуктом на закаточном станке аналогично операции закатки дна. Барабаны с закатными доньями могут иметь загрузочные отверстия, которые после заполнения барабана закрываются металлической или полиэтиленовой крышкой.

Закрепление съемной крышки барабана осуществляется при помощи стяжного кольца, при этом крышка плотно прижимается к горловине барабана. При необходимости после закрытия стяжное кольцо стопорится фиксатором и пломбируется.

Закрывание барабанов при помощи лепестковых крышек осуществляется путем прикатывания или запрессовки лепестков в кольцевой фигурный паз горловины. Специальные устройства запрессовывают в паз (в кольцевой зиг) горловины барабана, расположенные по окружности металлические лепестки крышек, и они, оставаясь в подпружиненном состоянии, прочно удерживают крышку на горловине, обеспечивая герметичность барабана.

При необходимости указанное устройство может быть выполнено в виде стационарной установки, работающей от гидродоцилиндра и совмещенной с расфасовочным автоматом, или же оно может представлять портативное ручное устройство, с помощью которого можно закрывать небольшие партии картонных барабанов лепестковыми крышками.

## Глава VII

### ПРОЧНОСТЬ КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ

#### 1. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЧНОСТЬ ТАРЫ ИЗ КАРТОНА И БУМАГИ

Основным отличительным признаком готовых изделий из картона и бумаги является ориентация продольного или поперечного направления волокон единичного слоя материала относительно вертикальной оси изделия, что оказывает существенное влияние на их прочностные показатели.

Анализируя нагрузки, которые воспринимает картонная тара в процессе ее изготовления, транспортирования, погрузочно-

разгрузочных работ и складирования, можно установить следующие основные виды напряжений, возникающие в отдельных элементах картонной тары:

сжатие в вертикальном направлении возникает в материале корпуса тары при операциях затаривания, закрывания тары, а также при штабелировании тары с продуктом, в процессе хранения и транспортирования. Это наиболее характерный вид нагрузок, вызывающий при недостаточной прочности материала разрушение тары;

сжатие в горизонтальном направлении возникает в основном при транспортировании, а также при погрузочно-разгрузочных работах;

сжатие в тангенциальном направлении возникает при образовании кольцевого профиля на круглой таре;

растяжение в осевом направлении возникает в процессе эксплуатации тары от динамических нагрузок при падении тары с сыпучим, пастообразным или другим продуктом, а также при технологических операциях изготовления тары;

раздирающие кромки возникают в процессе затаривания продукта, а также при эксплуатации.

Как показали наблюдения, проведенные в процессе изготовления и эксплуатации картонной и бумажной тары, а также лабораторные исследования механической прочности тары, основными видами деформации являются:

деформация от воздействия сжимающих усилий, возникающих от статических и динамических нагрузок в процессе транспортирования и эксплуатации тары;

деформация материала на отдельных участках от действия сосредоточенных нагрузок, при которых происходит разрушение тары или возникает остаточная деформация.

Величины деформаций и предельные нагрузки зависят от прочности тары, которая обуславливается свойствами материалов и конструкцией.

Несмотря на большой удельный вес бумажной продукции, перерабатываемой на тару и другие изделия, а том числе картонные ящики, барабаны, бумажные мешки и т. д., процессы ее переработки изучены мало. В литературе достаточно полно освещены вопросы технологии производства бумаги и картона, их свойства, зависимость этих свойств от исходного сырья, полуфабрикатов, технологии производства [3, 30, 68, 74]; вместе с тем взаимосвязь и влияние свойств бумаги и картона на процессы переработки в различные изделия и качественные показатели этих изделий раскрыты мало. Имеются отдельные публикации по переработке бумаги и картона на гофрированный картон и тару из него [17, 39], работы по переработке картона на потребительскую тару [67], отдельные работы по переработке бумаги на бумажные мешки [62].

## 2. НЕКОТОРЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОЧНОСТИ КАРТОННОЙ ТАРЫ

Использование картонной тары, расширение сферы ее применения, замена ею существующих видов малоэффективной и материалоемкой тары требует знания ее прочностных свойств, зависимости от свойств материалов, учета всего этого при конструировании тары.

Прочностные свойства картонной тары определяются прежде всего свойствами исходного материала — бумаги, картона, а также теми изменениями, которые происходят в материале в процессе его переработки на изделие. В связи с этим изучение и анализ свойств исходных материалов и влияние этих свойств на качественные характеристики изготавливаемой тары является крайне необходимым для установления прочностных зависимостей, которые могут найти практические применения при конструировании и выборе материалов для изготовления тары. Следует отметить, что свойства картона и бумаги достаточно хорошо изучены целым рядом исследователей, однако связь отдельных свойств материалов, влияние их на процессы переработки, на качественные показатели изделий как теоретически, так и практически в основном установлены недостаточно.

Главное влияние на производственные показатели картонной тары оказывают физико-химические свойства исходных материалов. Основными определяющими свойствами, оказывающими непосредственное влияние на прочностные показатели, являются упругопластические качества материалов. Поэтому исследование физико-химических свойств, установление зависимостей влияния различных факторов на упругопластичность бумаги и картона позволяют более правильно подходить к определению оптимальных параметров технологических процессов при производстве тары, определении ее прочностных показателей, оказывающих непосредственное влияние на качественные показатели изделий и сохранность упаковываемой продукции.

Достаточно полно свойства бумаги исследованы в работах Д. М. Фляте [72, 74]. Особый интерес представляет изучение механической прочности и упругопластических свойств бумаги.

Изучая процессы деформации бумажного полотна, А. Д. Шустов указывает [78], что в начальной стадии нагрузки при незначительном растяжении бумаге присущи чисто упругие свойства, а при дальнейшей нагрузке в бумаге происходит явление текучести (пластическая стадия). При снятии нагрузки в зоне пластической стадии наблюдаются пластические деформации. Процесс снятия и нового приложения нагрузки в зоне пластической стадии описывает небольшую замкнутую петлю, называемую «гисторезисной», после чего бумага продолжает вести себя так, как будто цикла разгрузки не было. Таким

образом, бумага проявляет свойства упругопластического тела. Процесс деформации бумаги при изгибе был исследован Н. П. Зотовой-Спановской [28, 29], которая полагает, что прочность бумаги при изгибе в основном зависит от суммарной величины удлинения и пластической части.

Д. П. Татиев отмечает [64], что упруго-эластичнопластические свойства бумаги проявляются, в частности, при ее переработке в полиграфическом производстве (аналогичные процессы имеют место и при изготовлении тары), при этом длительные и постоянные по величине упругие и эластические деформации переходят в пластические. Физический смысл перехода упруго-эластических деформаций в пластические и релаксации внутренних напряжений заключается в том, что для перехода из одного равновесного состояния в другое необходимо время, в течение которого происходит смещение частиц в деформированном теле, ослабление одних связей и усиление других. Такой процесс легко наблюдается, например, при формировании из плоского листа бумаги цилиндрической оболочки.

Известно, что прочность многослойного картона зависит от его структуры и структуры образующих его волокон, плотности их укладки, характера распределения в полотно картона и прочности межволоконных связей.

Одними из основных факторов, определяющих способность картона к переработке, являются прочность и гибкость образующих его структурных элементов, их распределение, переплетение и взаимная связь как внутри элементарных слоев, так и в зоне контактирующих между собой поверхностей отдельных слоев. Г. А. Тольский и А. А. Бадусов определяют физическую структуру картона [6] количеством волокон или их элементов в единице объема картона, взаимным расположением волокон и связью между ними, выражая это через объем воздушных пор, расположением этих пор в различных сечениях картона, средним радиусом пор и их распределением по размерам. При этом пористая структура рассматривается как одна из основных особенностей, определяющих свойства бумаги и картона.

Джемс П. Кейси, рассматривая прочностные свойства бумаги, указывает [34], что жесткость бумаги относится к свойствам текучести, так как зависит от способности слоя растягиваться на внешней стороне кривизны материала и сжиматься на внутренней стороне. Жесткость для толстых бумаг зависит от степени связи волокон, при этом автор отмечает, что для картонной тары важным свойством является упругая жесткость, так как материал не деформируется при нагрузках ниже предела его упругости.

Характеризуя жесткость бумаги, Д. М. Фляте обращает внимание [74] на зависимость этого показателя от жесткости волокон, из которых она изготовлена. Исследования Д. М. Фляте [36, 74] жесткости бумаги при изгибе подтвердили, что с уве-

личением толщины бумаги при прочих равных условиях жесткость при изгибе может возрастать, вместе с тем повышение рыхлости бумаги, сопровождаемое увеличением ее толщины при одновременном неизбежном уменьшении сил связи между волокнами, может привести к снижению жесткости бумаги. Поэтому для достижения максимальной жесткости материала необходимо иметь оптимальное соотношение между пределом увеличения рыхлости и пределом возможного при этом уменьшения межволоконных сил связи.

Исследуя жесткость бумаги при изгибе, В. И. Комаров [87] при испытаниях различных видов бумаги подтвердил, что величина модуля упругости, а следовательно и жесткости при изгибе зависит от природы волокнистого материала и величины межволоконных сил связи. На повышение жесткости при изгибе оказывает также влияние повышение степени ориентации волокон. Модуль упругости бумаги зависит от большого количества факторов, определяющих ее структуру, природу волокон, их размерные характеристики.

Ряд исследователей, рассматривающих взаимосвязь между структурными и прочностными свойствами бумаги и первичными элементами ее структуры, приводят расчетные формулы модуля упругости [8].

В процессе производства и использования картонной тары исходные материалы (картон, бумага) подвергаются определенным воздействиям: растяжению, сжатию, излому, продавливанию и др. Как показывает практика, основными нагрузками, вызывающими разрушение картонной тары в процессе ее эксплуатации, являются сжимающие или растягивающие усилия.

Любой элементарный участок картонной тары можно рассматривать как разновидность картона, представляющего собой многослойную волокнистую необратимо разрушающуюся нетекстурную структуру, которая обладает отчетливо выраженными прочностными свойствами. Высокая прочность таких волокнистых структур возможна лишь в том случае, если нагрузка распределяется неравномерно на все элементы структуры, т. е. происходит перераспределение напряжений в процессе их увеличения. Для этого волокна материала должны быть достаточно длинными и гибкими, поскольку разрушение межволоконных связей носит в основном необратимый характер и перераспределение напряжений в структуре материала может происходить только за счет деформации волокон. При этом наряду с повышением прочности картона будут возрастать его эластичность и деформируемость, что имеет большое значение при переработке на изделия.

Поведение картона при воздействии на него нагрузок может быть объяснено на основе некоторых физических моделей [8, 82]. Проявление упругопластических свойств структуры листа картона при его сжатии или растяжении можно представить по

физической модели В. Брехта (рис. 91) в виде соединенных элементов Максвелла и Кельвина-Фогта, состоящих из упругих элементов  $G_1$  и  $G_2$ , вязкого элемента  $\eta$  и неперверсивного элемента  $S$  (элемента Сен-Венана). Применение этой модели в определенной мере позволяет объяснить кинетику деформаций полотна картона при возрастании нагрузки на картон в процессе его сжатия или растяжения в плоскости листа. Действие приведенной модели может быть объяснено следующим образом. При сжатии картона упругая полностью обратимая деформация  $\Delta_1$  соответствует сжатию упругого элемента  $G_1$ . Эта деформация возникает мгновенно при приложении нагрузки.

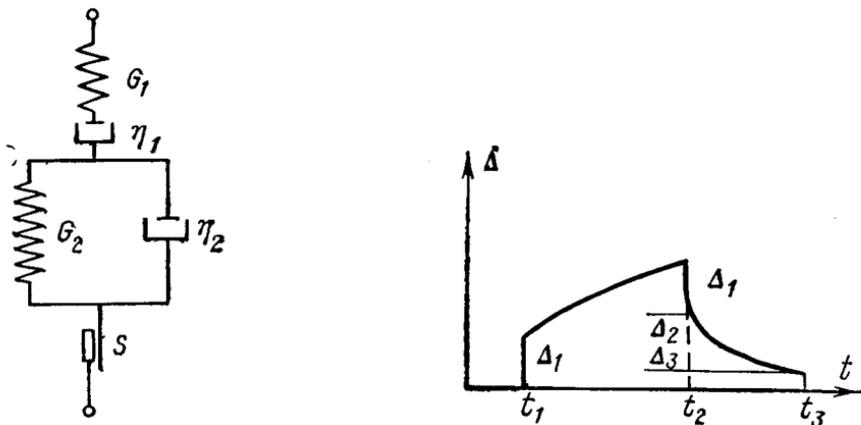


РИС. 91. Физическая модель бумаги Брехта. Графическая зависимость «усилие—деформация»

Затем за период приложенной нагрузки  $t_2 - t_1$  нелинейно нарастают две другие составляющие деформации:  $\Delta_2$ , замедленно обратимая деформация листа картона, которая соответствует сжатию элемента модели Кельвина—Фогта, представляющего собой параллельно включенные упругий  $G_2$  и вязкий элементы;  $\eta_2$  и  $\Delta_3$  — необратимая пластическая деформация, которая соответствует сжатию вязкого элемента  $\eta_1$  и неперверсивного элемента  $S$ .

С момента снятия нагрузки  $t_2$  до момента  $t_3$ , обозначающего полную релаксацию напряжений в материале, обратимые части деформаций  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$  уменьшаются до 0, а остаточная деформация  $\Delta_3$  остается, отражая необратимые изменения в структуре картона при его сжатии, связанные с действием напряжения. Величины упругой и пластической деформаций должны учитываться при изготовлении картонной тары, при этом упругие и замедленные эластические деформации оказывают влияние на сохранение изделиями приданной им формы в процессе их дальнейшего использования.

Следует отметить, что, по мнению ряда исследователей [8], указанной выше модели подчиняется реологическое поведение одного волокна в структуре картона, взаимодействие ряда волокон приводит к дополнительным эффектам, которые не учитываются вышеприведенной моделью. Так, взаимодействие волокон в листе картона за счет всевозможных поперечных связей между ними ограничивает возможность деформации каждого отдельного волокна. Для того чтобы сместить одно волокно относительно другого, необходимо некоторое предельное напряжение, но если это предельное напряжение велико, то разрушение материала не произойдет. В реологическую модель были введены дополнительные элементы, учитывающие взаимодействие волокон, в результате чего модель стала более сложной (рис. 92). В этой модели первый элемент Сен-Венана  $S_1$  опи-

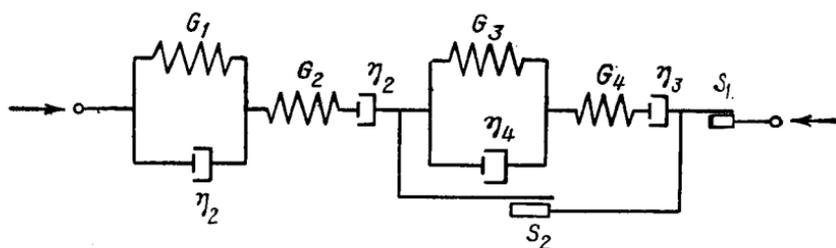


РИС. 92. Реологическая модель картона

сывает пластическое поведение материала, связанное со смещением волокон относительно друг от друга. Эту пластичность можно назвать внешней, характеризующей пластическое поведение образца как одного целого. Второй элемент Сен-Венана  $S_2$ , включенный параллельно части модели, характеризует вязкоупругое поведение материала, описывает его внутреннюю пластичность, которая состоит в том, что при некоторых нагрузках, меньших порога внешней пластичности, отдельные волокна начинают скользить друг по другу и у них появляются большие возможности к деформациям. Такая пластичность может проявляться в неоднородных материалах за счет концентрации локальных напряжений при малых значениях средних напряжений, что имеет место при разрушении образцов картона в процессе их испытания, например на сжатие в плоскости листа (торцовое сжатие). Исследованиями установлено, что примерно 30% прочности картона при воздействии усилий в плоскости листа картона обуславливается силами трения скольжения, возникающими при перемещении волокон.

Рассматривая общую деформацию картона как упругопластического материала под влиянием приложенного к нему усилия, можно разделить ее на отдельные составляющие: упругую деформацию, характеризующую изменением межмолекулярных

расстояний в структуре картона, а также отдельных волокон; замедленно-упругую деформацию, при которой изменяется конфигурация микромолекул, составляющих волокна, а также изменяется конфигурация волокон в целом; пластическую деформацию, при которой необратимо смещаются волокна с нарушением молекулярных связей между сопряженными поверхностями.

На упруго-вязкие свойства картона существенное влияние оказывает релаксация напряжений. При воздействии деформирующей силы достаточно долго вследствие релаксации напряжений упругие и замедленно-упругие деформации переходят в необратимые пластические, что приводит к увеличению остаточной деформации. Эти процессы достаточно ярко выражены при переработке картона и формировании картонной тары. Физический смысл перехода упругопластических деформаций в пластические и релаксации внутренних напряжений заключается в том, что для перехода из одного равновесного состояния в другое равновесное состояние необходимо время, в течение которого происходит смещение частиц в деформированном теле, ослабление одних связей и усиление других; такой процесс легко наблюдается, например, при рилевании картона, формировании из плоского листа цилиндрической оболочки и других процессах переработки картона. Известно, что прочность многослойного картона зависит от его структуры и структуры образующих его волокон, плотности их укладки, характера распределения в полотне картона и прочности межволоконных связей. Одним из основных факторов, определяющих способность картона к переработке, является прочность и гибкость образующих его структурных элементов, их распределение, переплетение и взаимная связь как внутри элементарных слоев, так и в зоне контактирующих между собой поверхностей отдельных слоев.

Физическая структура картона может быть определена [6] количеством волокон или их элементов в единице объема картона, взаимным расположением волокон в объеме и связью между ними; выражается это объемом воздушных пор, расположением этих пор в различных сечениях картона, средним радиусом пор и их распределением по размерам. При этом пористая структура рассматривается как одна из основных особенностей, определяющих свойства картона.

Обобщая вышеизложенное, можно прийти к следующему выводу: структура тарного картона должна обладать достаточной жесткостью, обеспечивающей прочностные показатели изготавливаемой тары, и в то же время иметь достаточные упругие свойства, которые позволяют не деформироваться материалу при нагрузках ниже предела его упругости.

В общем виде жесткость картона можно характеризовать произведением модуля его упругости  $E$  на момент инерции  $I$ ,

который для листового материала пропорционален его толщине в третьей степени. Исследования жесткости бумаги при изгибе [36] подтвердили, что с увеличением толщины бумаги (при прочих равных условиях) жесткость при изгибе может возрастать, вместе с тем повышение рыхлости бумаги и снижение плотности, сопровождаемое увеличением ее толщины при одновременном неизбежном уменьшении сил связи между волокнами, может привести к снижению жесткости. Поэтому для достижения максимальной жесткости материала необходимо иметь оптимальное соотношение между пределом снижения плотности и пределом возможного при этом уменьшения межволоконных сил связи. Установлено, что величина модуля упругости, а следовательно, и жесткости при изгибе зависит от природы волокнистого материала и величины межволоконных сил связи [37].

На повышение жесткости при изгибе оказывает также влияние степень ориентации волокон. Модуль упругости картона зависит от большого количества факторов, определяющих его структуру, природу волокон, их размерные характеристики. Существует ряд теорий, которые исходя из различных допущений дают отдельные математические выражения для модуля упругости бумаги исходя из характеристик волокон [8].

Так, согласно теории равномерного растяжения (равномерной сети) предполагается, что деформация растяжения сегмента отдельного волокна между точками его контакта с другими волокнами такая же, как и всего листа в окружающем районе.

В теории равномерных усилий высказано предположение, что все участки волокон передают одинаковые усилия. На основании теоретического анализа различных геометрических и физических моделей ряд исследователей дают выражения модуля упругости бумажного листа, которые приведены в табл. 31.

где  $a$  — поперечное сечение волокна  $\omega d$ ,  $\text{см}^2$ ;  $d$  — плотность волокна,  $\text{г}/\text{см}^3$ ;  $\gamma$  — объемная масса бумажного листа,  $\text{г}/\text{см}^3$ ;  $E$  — модуль Юнга волокна,  $\text{дин}/\text{см}^2$ ;  $g^*$  — длина сегмента волокна (расстояние между центрами соседних связей),  $\text{см}$ ;  $g$  — свободная длина волокна (расстояние между зонами оптического контакта),  $\text{см}$ ;  $G$  — модуль жесткости на срез,  $\text{дин}/\text{см}^2$ ;  $I$  — момент инерции поперечного сечения волокна относительно вертикальной нейтральной оси,  $\text{см}$ ;  $\lambda$  — длина волокна,  $\text{см}$ ;  $r$  — радиус круглых волокон,  $\text{см}$ ;  $\omega$  — ширина прямоугольных волокон,  $\text{см}$ ;  $\zeta$  — кривизна волокон.

Однако практическое использование приведенных формул невозможно из-за большого количества показателей, которые в свою очередь зависят от многих факторов. С другой стороны, как показали экспериментальные проверки, выводы указанных теорий подтверждаются только частично [8].

В. А. Ерыхов и А. А. Бадусов, исследуя взаимозависимость упругих и прочностных свойств тарного картона [23], сделали вывод, что прочностные показатели картона лучше коррелируют

31. ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ МОДУЛЯ ЮНГА БУМАЖНОГО ЛИСТА, ПОЛУЧЕННЫЕ ПРИ ТЕОРЕТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ [8]

Теория	Автор	Формула
Равномерной сети	Конне Кэмпбелл	$\frac{1}{3} \frac{\gamma}{d} E$
	Ле-Кашо	$\frac{1}{3} \left(1 + \frac{2g}{\lambda}\right) \frac{\gamma}{d} E$
	Ван-ден-Аккер	$\frac{1}{3} \left[1 + \frac{4IG}{aGg^{*2} + 12EI + 2GI}\right] \frac{\gamma}{d} E$
	Каллмес и др.	$\frac{1}{3} \left[1 + \frac{16IG}{aGg^{*2} + 36EI + 8GI}\right] \frac{\gamma}{d} E$
Равномерных усилий	Оноги и Сасагури	$\frac{8}{\pi^2} \left[\frac{1}{g^{*2}r/32^2 + 1}\right] \frac{\gamma}{d} E$
	Лит	$\frac{8}{\pi^2} \left[\frac{1}{g^{*2}/\omega^2 + 1}\right] \frac{\gamma}{d} E$
	Каллмес и др.	$\frac{8}{\pi^2} \left[\frac{2IG}{aGg^2 + 2EI + 2GI}\right] \frac{\gamma}{d\xi} E$

с динамическим модулем сдвига, чем с модулем упругости при изгибе. Динамический модуль сдвига определялся динамическим неразрушающим методом на основе измерения частоты крутильных колебаний физического маятника, подвешенного на исследуемом образце. Однако по приведенным в табл. 32 данным исследований четкая зависимость между такими показателями, как кольцевая жесткость, модуль сдвига и модуль упругости, не подтверждается.

32. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕСТКОСТИ МОДУЛЯ СДВИГА И МОДУЛЯ УПРУГОСТИ КАРТОНА

Масса картона, г/м <sup>2</sup>	Толщина, мм	Кольцевая жесткость, Н/см	Модуль	
			сдвига, приведенного к нулевой нагрузке, МПа	упругости E, МПа
302	0,44	47,0	1,72 · 10 <sup>3</sup>	3,33 · 10 <sup>3</sup>
300	0,46	36,3	1,77 · 10 <sup>3</sup>	2,96 · 10 <sup>3</sup>
300	0,52	27,4	1,12 · 10 <sup>3</sup>	2,13 · 10 <sup>3</sup>
212	0,61	10,6	2,87 · 10 <sup>3</sup>	5,74 · 10 <sup>3</sup>

Одной из основных проблем по реологии и прочности являются изучение упруго-вязких свойств бумаги и выяснение,

являются ли они результатом явлений, проходящих внутри волокон бумаги или между волокнами. Имеются отдельные гипотезы механизма разрыва бумаги, учитывающие: упруго-вязкий характер растяжения бумаги; разрыв связей перед разрывом бумаги; матричную модель.

Институтом бумаги и бумагоделательных машин политехнического института в Лодзе разработан метод [96], учитывающий следующие явления, возникающие в процессе разрыва бумаги: ориентация волокон в направлении действующей силы; растяжение волокон в напряженной структуре; разрыв связи между волокнами; разрыв волокон.

Каждое из этих явлений требует затраты работы, величину которой можно определить графически. Установлено также, что в процессе нагружения бумаги после превышения некоторой величины внутреннего напряжения начальный модуль упругости (модуль Юнга) раскладывается на два составляющих: модуль жесткости и модуль эластичности.

Пользуясь этим методом и методом определения упруго-пластических свойств бумаги, можно по испытаниям бумаги (без приготовления специальных образцов) в основном дать полную реологическо-прочностную характеристику бумаги, которая включает следующие показатели: разрывную длину; начальный модуль упругости (модуль Юнга); модуль жесткости; модуль эластичности; модуль пластичности; внутреннее напряжение; напряжение точки текучести; полную работу разрыва; работу ориентации волокон в направлении действующей силы; работу и растяжение волокон; работу разрыва связей; работу разрыва волокон; действительную нулевую разрывную длину; прочность межволоконных связей и распределение количества межволоконных контактов.

При разработке технических требований к прочностным показателям картона и бумаги для тары необходимо учитывать их физическую структуру. Существует определенная зависимость механической прочности и упругих свойств картона от показателей физической структуры; в частности, определены влияния элементарных слоев на модуль упругости при изгибе, на растяжимость, на динамический модуль сдвига, на величину упругой деформации при плоскостном сжатии.

При исследовании прочности картона установлено [6], что показатели предела прочности при растяжении, сопротивлении продавливанию и кольцевой жесткости увеличиваются с уменьшением пористости и радиуса пор в картоне. Таким образом, задаваясь определенными прочностными показателями, технологические параметры процессов производства картона необходимо регулировать так, чтобы получить наиболее оптимальную структуру материала, удовлетворяющую заданным показателям.

Вместе с тем практика показала, что определять прочностные свойства картона и картонной тары, пользуясь одним показателем модуля упругости, практически невозможно из-за нестабильности этого показателя, его зависимости от большого количества факторов.

Принимая во внимание, что разрушение материала происходит в основном при возникновении предельных нагрузок в плоскости листа, наиболее целесообразным является определение прочностных показателей на сжатие и растяжение в плоскости листа [5]. Учитывая характер нагружения, следует принимать во внимание его периодичность, длительность воздействия, скорость нагружения, распределение нагрузки по конструктивным элементам.

Картонная тара представляет собой упруго-вязкую систему, обладающую определенной жесткостью и упругопластическими свойствами. Пространственная жесткость картонной тары зависит от свойств материала и прежде всего его жесткости, способа образования гибких элементов конструкции — линий рилевания, закрепления клапанов, ее геометрических размеров.

Картонный ящик или картонную коробку следует рассматривать как тонкостенную призматическую оболочку. Предполагается, что плоские стенки такой призматической оболочки находятся в условиях плоского напряженного состояния (при этом в продольном направлении ребра работают на растяжение — сжатие) и что нагрузка приложена вдоль ребер оболочки в плоскости стенок и равномерно распределена по длине.

Таким образом, рассматривая картонный ящик (коробку) как упруго-вязкую систему в виде тонкостенной призматической оболочки и принимая во внимание, что волокнистый материал оболочки обладает упругопластическими свойствами, его поведение при растяжении — сжатии подчиняется вышеприведенным моделям и представляется возможным с учетом некоторых допущений построить приближенную физическую модель картонного ящика (рис. 93).

Учитывая, что для картонных ящиков в процессе их эксплуатации наиболее характерными являются статические и динамические нагрузки, действующие в вертикальной и горизонтальной плоскости, которые вызывают определенное напряженное состояние в направлении ребер и плоскости стенок ящика, модель позволяет объяснить характер деформации картонного ящика при нагружении [18].

Система упругих элементов  $G_1, G_2$ , вязких элементов  $\eta_1, \eta_2$  и нереверсивного элемента  $S_1$  показывает поведение вертикальных ребер ящика. Система упругого элемента  $G_3, G_5$ , вязкого  $\eta_3, \eta_5$  и нереверсивного  $S_2, S_3$  характеризует поведение горизонтальных ребер ящика; система упругих элементов  $G_4, G_6$  пластического  $\eta_4, \eta_6$  представляет упругопластическое поведение боковых стенок ящика, для которых в первую очередь ха-

рактены упругие свойства, система упругих элементов  $G_7, G_8$  и вязких  $\eta_7, \eta_8$  показывает поведение закрытых и склеенных клапанов ящиков. Вместе с тем следует иметь в виду, что все эти системы действуют в тесной взаимной связи.

Общая суммарная деформация картонного ящика при действии вертикальной нагрузки будет составлять:

$$E_0 = E_y + E_{уп} + E_n,$$

где  $E_y$  — упругая деформация картонного ящика;

$E_{уп}$  — упругопластическая деформация картонного ящика;

$E_n$  — остаточная деформация картонного ящика.

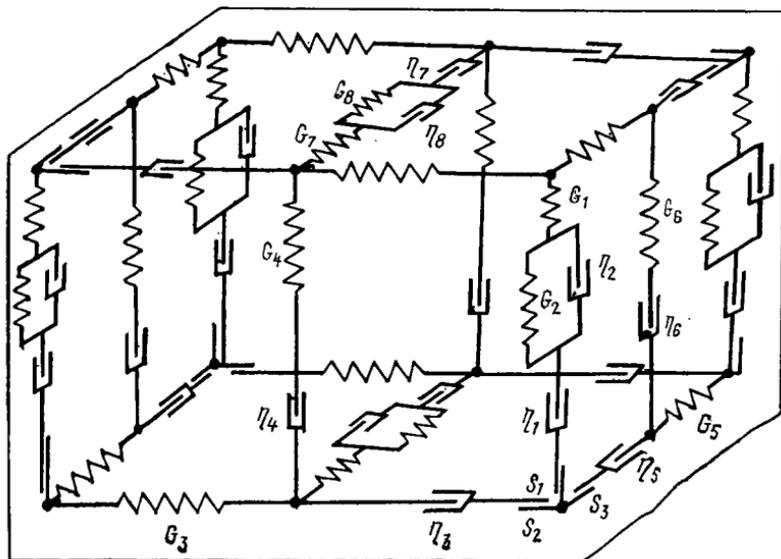


РИС. 93. Физическая модель картонного ящика

Учитывая анизотропные свойства картона, а также неравнопрочность отдельных элементов картонного ящика при нагрузке его, указанные виды деформации протекают практически одновременно.

Сопротивление картонного ящика сжимающим нагрузкам зависит от прочности его отдельных элементов. В качестве прочностного показателя, представляющего прочность картона при сжатии, наиболее целесообразно избрать показатель торцевой жесткости материала.

### 3. ПРОЧНОСТЬ КАРТОННЫХ ЯЩИКОВ НА СЖАТИЕ

Рассматривая в соответствии с приведенной физической моделью сопротивление картонного ящика сжимающим нагрузкам,

суммарное сопротивление сжатию можно в общем виде определить следующей зависимостью, Н:

$$P = 2Ж (l + b) K_p K_{л} K_a K_s K_k K_b K_{ц},$$

где Ж — торцовая жесткость картона, Н/см;

l — длина ящика, см;

b — ширина ящика, см;

$K_p$  — коэффициент прочности ребер;

$K_{л}$  — коэффициент устойчивости стенок ящика;

$K_a$  — коэффициент анизотропности картона;

$K_s$  — коэффициент площади основания;

$K_k$  — коэффициент способа укупорки клапанов;

$K_b$  — коэффициент продолжительности действия нагрузки;

$K_{ц}$  — коэффициент цикличности нагружений.

Для определения прочности картонного ящика на сжатие необходимо знать конкретные величины коэффициентов, отражающих влияющие действующие факторы на прочностные показатели картонных ящиков. Указанные коэффициенты могут быть определены опытным путем.

Важной характеристикой прочности картонных ящиков является сопротивление сжатию от действия вертикальных сжимающих усилий. Именно этот параметр определяет возможность штабелирования, а в современной практике высота складирования постоянно увеличивается. Этот показатель является характерным и для процессов транспортирования.

Существующая технология изготовления гофрированного картона, при которой гофры располагаются поперек полотна материала, не полностью использует прочностные свойства, присущие самим исходным материалам — бумаге и картону. Гофрированный слой лучше всего противостоит сжатию вдоль гофров, а облицовочные слои — вдоль машинного направления полотна, в гофрированном картоне эти направления взаимно перпендикулярны.

Известна новая технология производства гофрированного картона методом продольного гофрирования [86], который состоит в том, что гофры располагаются вдоль полотна материала, в результате чего направления максимальной прочности гофрированного слоя и плоских слоев совпадают, что повышает прочность готовой тары к вертикальному сжатию. По данным приведенных экспериментов этот показатель увеличивается на 49—67%.

Для конструирования картонной тары из гофрированного картона необходимо заранее определить необходимые прочностные показатели. По данным Молтенфорта [86], можно применить следующие эмпирические формулы:

для ящиков с гофром А:  $T_b = 5,8L + 12B - 1,1H + 6,5Ж + 365$ ;

для ящиков с гофром В:  $T_b = 5,8L + 12B - 2,1H + 6,5Ж + 350$ ;

для ящиков с гофром С:  $T_b = 5,8L + 12B - 2,1H + 5,4Ж + 212$ ,

где  $T_B$  — прочность вертикального сжатия в фунтах;  
 $L$  — длина ящика в дюймах;  
 $B$  — ширина ящика в дюймах;  
 $H$  — высота ящика в дюймах;  
 $J$  — жесткость плоских слоев картона, фунт/дюйм.

Формула, предложенная Макки [84], применена для ящиков любой стандартной высоты, изготовленных из картона с любыми типами гофра:

$$P = 2,028 P_T^{0,746} (\sqrt{D_x D_y})^{0,254} Z^{0,492},$$

где  $P$  — прочность ящика на сжатие, фунт;  
 $P_T$  — прочность образца гофрированного картона на сжатие, фунт/дюйм;  
 $D_x$  — жесткость материала в продольном направлении, фунт/дюйм;  
 $D_y$  — жесткость материала в поперечном направлении, фунт/дюйм;  
 $Z$  — периметр ящика, дюйм.

Из формулы видно, что прочность ящика в большей степени зависит от прочности образца картона на сжатие и в меньшей степени от параметра тары.

Вышеприведенная формула может быть преобразована в более упрощенную зависимость,  $H$ :

$$P = 2,55 P_m \sqrt{\delta Z},$$

где  $\delta$  — толщина картона, см;  
 $Z$  — периметр ящика, см;  
 $P_m$  — торцовая жесткость, Н/см.

Формула может быть применена для приближенных расчетов прочности картонных ящиков на сжатие.

Прочность гофрированного картона торцовому сжатию ( $P_T$ ) зависит от свойств гофрированного и плоских слоев картона. Установлена следующая зависимость между прочностью продавливания плоского слоя, жесткостью гофрированного слоя и сопротивлением торцовому сжатию гофрированного картона [86]:

$$P_m = 0,968 (P_1 + P_2 + P_3),$$

где  $P_1$  — сопротивление сжатию одного плоского слоя, Н/см;  
 $P_2$  — второго плоского слоя, Н/см;  
 $P_3$  — гофрированного слоя, Н/см.

Жесткость картона при изгибе влияет на прочностные свойства картонной тары. Кроме того, это свойство картона оказывает существенное влияние и на процессы изготовления картонной тары. От жесткости картона зависит качество рилевки, наносимой на картон для образования линий сгиба. Недостаточная жесткость картона приводит к его деформации на печатно-

просекальных и складывающе-склеивающих машинах, в результате чего ящики приобретают неправильную форму, что затрудняет их использование при автоматизированной укладке продукции и их штабелировании.

Установлено [11], что решающую роль при этом имеет не среднее значение жесткости картона при изгибе, а ее минимальное значение и разброс этого показателя. Чем меньше разброс, тем легче обеспечить необходимые прочностные показатели картонной тары.

**Сжатие картонной тары при штабелировании.** Использование складских помещений и объемов хранилищ и складов, где хра-

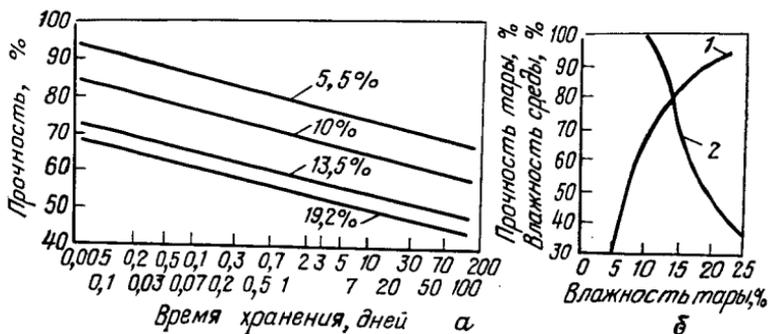


РИС. 94. Зависимость снижения прочности картонных ящиков из гофрированного картона:

а — в процессе их хранения; б — от изменения влажности, в зависимости от влажности окружающей среды

нится продукция, упакованная в картонную тару, имеет большое значение в тарном хозяйстве. Поэтому при укладке продукции стремятся увеличить высоту штабеля и более рационально использовать складскую площадь. Это достигается использованием сформированных пакетов на стандартных поддонах, установкой их в несколько ярусов.

Общая высота штабеля картонной тары, уложенной на стандартные поддоны, определяется, см:

$$H = hn + h_i n_i,$$

где  $h$  — высота одного ящика, см;  
 $n$  — количество рядов в одном пакете;  
 $h_i$  — толщина поддона, см;  
 $n_i$  — количество поддонов в штабеле.

На высоту штабелирования картонной тары оказывают влияние следующие факторы: способ штабелирования, климатические условия в складе, влияние этих условий на прочность картонной тары.

Продолжительность хранения продукции в таре и условия влажности окружающей среды влияют на прочностные свойства

картонной тары. На рис. 94 приведена графическая зависимость снижения прочности картонных ящиков из обычного гофрированного картона в процессе их хранения при различных условиях влажности [97], а также зависимость снижения прочности картонной тары от содержания влажности и изменения влажности тары в зависимости от влажности окружающей среды.

Высота штабелирования с учетом сроков хранения определяется по ГОСТ 18211—72 из следующей зависимости прочности картонной тары на сжатие, МПа:

$$D = 0,1KG(H-h)/hS,$$

где  $D$  — величина сопротивления сжатию, МПа;

$K$  — коэффициент запаса прочности;

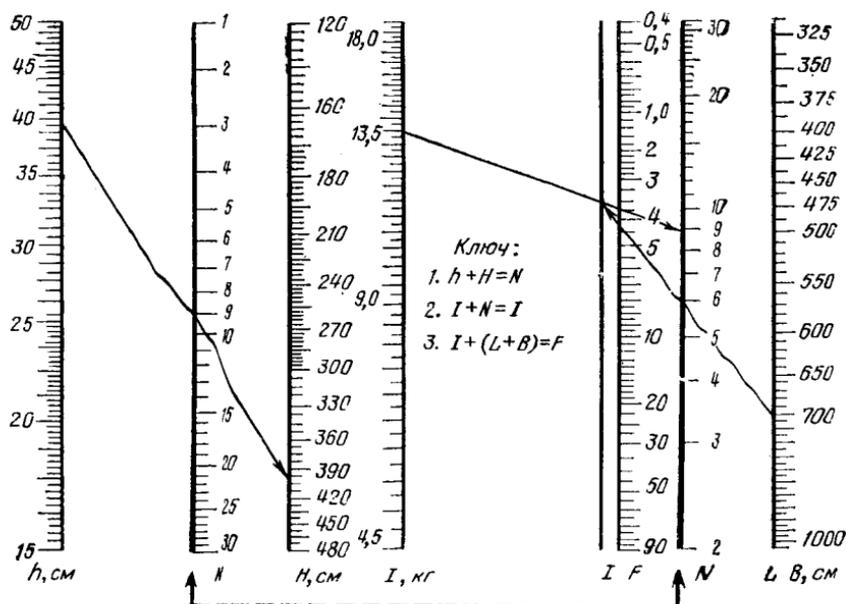


РИС. 95. Монограмма для определения фактора штабелирования 4-клапанного картонного ящика

$G$  — масса продукции, кг;

$H$  — высота штабеля, см;

$h$  — высота ящика, см;

$S$  — площадь основания см<sup>2</sup>.

Коэффициент запаса прочности характеризует сроки хранения затаренной продукции: при хранении до 30 дней  $K=1,6$ ; до 100 дней  $K=1,65$ ; свыше 100 дней  $K=2$ .

Высота штабелирования исходя из вышеприведенной зависимости определяется, см:

$$H = \frac{h(DS + KG)}{KG}.$$

Для определения сравнительных характеристик и способности тары к штабелированию предложен метод [97] определения фактора штабелирования  $F$ , представляющего собой следующую зависимость:

$$F = \frac{100 \sqrt{2(L+B)}}{G(N-1)} = K \frac{P_k}{P_n},$$

где  $L$  — длина ящика, см;  
 $B$  — ширина ящика, см;  
 $G$  — масса затаренной в ящике продукции, кг;  
 $N$  — количество рядов ящиков в штабеле;  
 $K$  — коэффициент запаса прочности;  
 $P_k$  — прочность ящика, Н;  
 $P_n$  — нагрузка на ящик, Н.

Для определения этого показателя применительно к стандартному четырехклапанному ящику разработана номограмма, представленная на рис. 95.

При помощи этой номограммы определяется возможное количество ящиков в штабеле и фактор штабелирования. Чем выше фактор штабелирования, тем целесообразнее применение данного ящика, при прочих равных условиях, для упаковки продукции.

#### 4. КОНСТРУИРОВАНИЕ КАРТОННЫХ ЯЩИКОВ

**Определение размеров раскроя картонного ящика из гофрированного картона.** При определении размеров заготовки за

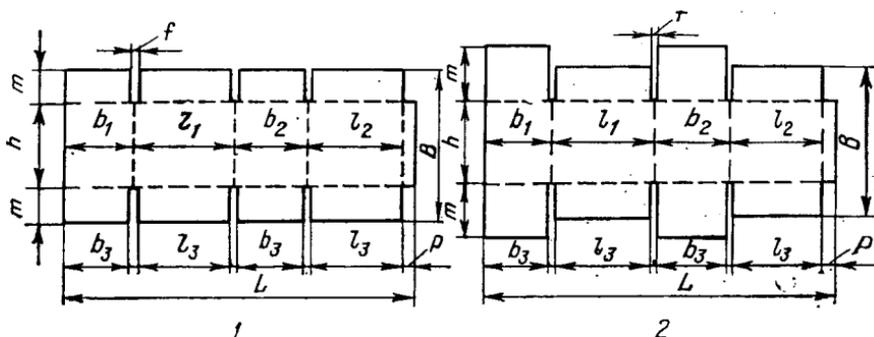


РИС. 96. Развертка 4-клапанного картонного ящика:

1 — с равновеликими клапанами; 2 — с разновеликими клапанами

основу при расчетах принимают требуемые внутренние размеры ящика и толщину картона. На рис. 96 приведены чертежи разверток четырехклапанного картонного ящика с равновеликими и разновеликими клапанами. Определение размеров раскроя картонного ящика производится в соответствии с табл. 33.

Размеры ящика и его элементов	Обозначение размеров	Тип ящика	
		равновеликими клапанами	ящик с разновеликими клапанами
Исходные данные			
Внутренние размеры ящика, мм:			
длина	$L$	$L$	$L$
ширина	$B$	$B$	$B$
высота	$H$	$H$	$H$
Толщина картона, мм	$S$	$S$	$S$
Расчетные размеры			
Длина стенки	$l_1$	$L + \frac{S}{2}$	$L + \frac{S}{2}$
	$b_1$	$B + S$	$B + S$
	$l_2$	$L + S$	$L + S$
	$b_2$	$B + \frac{S}{2}$	$B + \frac{S}{2}$
Соединительный клапан	$P$	30—40	30—40
Расстояние между продольными рилевками	$h$	$H + S$	$H + S$
Расстояние от продольной рилевки до кромки клапана	$m$	$\frac{B}{2} + \frac{S}{2} + 1$	$\frac{L}{2} + \frac{S}{2} + 1$
Длина клапана длинной стенки	$l_3$	$H + S$	$H + S$
Длина клапана торцевой стенки	$b_3$	$\frac{B}{2} + \frac{S}{2} + 1$	$\frac{L}{2} + \frac{S}{2} + 1$
Ширина прорезей	$f$	$2S$	$2S$

**Расчет картонного ящика на сопротивление сжатию.** Сопротивление ящика сжатию зависит от следующих основных факторов: размеров ящика; свойств материалов, из которых он изготовлен; продолжительности нагрузки.

Необходимое сопротивление ящика сжатию определяется по следующей формуле [65], Н:  $P = S_p S_t \sigma A$ , где  $S_p$  — коэффициент прочности при одновременной нагрузке;  $S_t$  — коэффициент прочности при длительной нагрузке;  $\sigma$  — нагрузка на нижний ящик при возможной высоте штабелирования, Па;  $A$  — площадь основания ящика, м<sup>2</sup>. Коэффициент прочности при одновременной нагрузке определяется:

$$S_p = 100/P_s,$$

где  $P_s$  — изменение сопротивления сжатию, учитывающее распределение нагрузки на поверхности ящика, %.

Величина  $P_S$  определяется по графической зависимости [90], приведенной на рис. 97, а.

Коэффициент, учитывающий длительность нагрузки, определяется по формуле

$$S_t = 100/\eta,$$

где  $\eta$  — процент относительной нагрузки, определяемый по графической зависимости, представленной на рис. 97, б.

Для обеспечения требуемой прочности картонных ящиков картон должен иметь необходимый показатель сопротивления

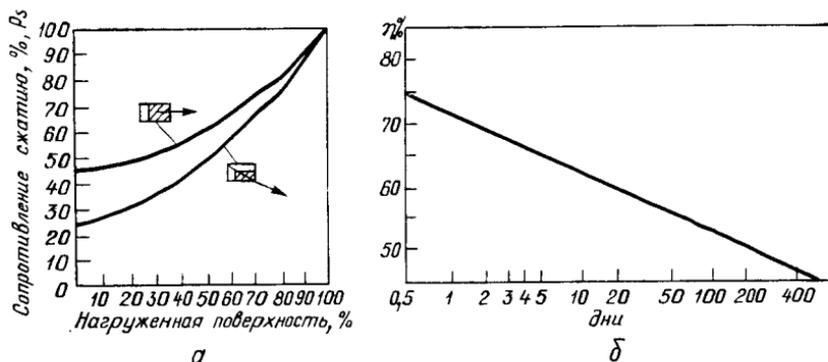


РИС. 97. Зависимость сопротивления сжатию:

а — от распределения нагрузки на поверхности ящика; б — относительная нагрузка в зависимости от длительности действия нагрузки

излому, который определяется по приведенной ниже формуле, Н/см:

$$P_n = \frac{P - 250}{3,35 \sqrt{2(l + b)}},$$

где  $l$  — длина ящика, см;  
 $b$  — ширина ящика, см.

## 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КАРТОННОЙ ТАРЫ

Основным элементом цилиндрической картонной тары — картонных барабанов — является многослойная цилиндрическая оболочка (рис. 98), которая характеризуется следующими основными параметрами:  $d$  — диаметр внутренний;  $\delta$  — толщина стенки;  $l$  — длина оболочки;  $d_n$  — наружный диаметр оболочки;  $d_{cp}$  — средний диаметр оболочки;  $\delta_1$  — толщина единичного слоя материала;  $r$  — число слоев материала, образующих цилиндрическую оболочку.

Критическую осевую нагрузку на многослойную цилиндрическую оболочку можно определить, применив формулу Эйлера, характеризующую общую потерю устойчивости цилиндрической оболочки, подверженной равномерному осевому сжатию, Н:

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu l)^2} = \frac{\pi^3 ER^3 \delta}{(\mu l)^2},$$

где  $P_{кр}$  — критическое усилие сжатия, Н;

$E$  — модуль упругости, Па;

$R$  — радиус срединной поверхности в поперечном сечении оболочки, м;

$I$  — момент инерции, м<sup>4</sup>;

$\delta$  — толщина оболочки, м;

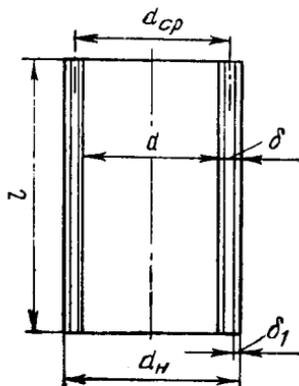
$l$  — длина оболочки, м;

$\mu$  — коэффициент приведенной длины, зависящий от способа закрепления и характера распределения нагрузки по длине.

Критическое напряжение по Эйлеру на сжатие от действия осевой нагрузки определяется, Па:

РИС. 98. Цилиндрическая оболочка:

$l$  — длина;  $d$  — внутренний диаметр;  $d_H$  — наружный диаметр;  $\delta$  — толщина стенки



$$\sigma_{кр} = \frac{P_{кр}}{F} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l)^2 F} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2},$$

где  $\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}}$ ,  $\lambda$  — гибкость оболочки;

$i$  — радиус инерции поперечного сечения, м.

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F}},$$

где  $F$  — площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>.

Величину допустимого усилия на сжатие можно представить в виде следующего уравнения, Н:

$$P_{\text{доп}} = \varphi [\sigma]_{\text{сж}} F,$$

где  $\varphi$  — коэффициент понижения допускаемого напряжения, который зависит от гибкости  $\lambda$  и характера применяемого материала;

$\sigma_{\text{сж}}$  — допускаемое напряжение на сжатие, Па.

Радиус инерции поперечного сечения оболочки равен, м:

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{\pi (d_H^4 - d^4)}{64\pi (d_H^2 - d^2)}} = \sqrt{\frac{d_H^2 + d^2}{16}}.$$

При толщине оболочки, значительно меньшей размеров  $d_n$  и  $d$ , радиус инерции можно принять:

$$i = \frac{2d_{\text{ср}}^2}{16} = \frac{d_{\text{ср}}}{2\sqrt{2}} = 0,35 d_{\text{ср}}.$$

Гибкость оболочки при этом определится:

$$\lambda = \mu l / i = l / 0,35 d_{\text{ср}} = 2,85 l / d_{\text{ср}},$$

при свободном незащепленном расположении концов оболочки коэффициент  $\mu = 1$ .

Для различной гибкости оболочек существуют коэффициенты понижения  $\varphi$ , которые зависят от свойств материала, но при малых значениях (в пределах от 0 до 20) этот коэффициент приближается к единице. Для волокнистых материалов, в частности любых пород древесины, этот коэффициент составляет при  $\lambda = 10$ ,  $\varphi = 0,99$ ;  $\lambda = 20$ ,  $\varphi = 0,97$ .

Таким образом, при условии  $\lambda \leq 20$  соотношение диаметра оболочки и ее длины, обеспечивающей достаточную устойчивость, приобретает следующую зависимость:

$$d_{\text{ср}} \geq 0,142l.$$

Учитывая, что рассматриваемые нами параметры оболочек укладываются в приведенное соотношение, расчетное допускаемое усилие на осевое сжатие можно считать по формуле, Н:

$$P_o = [\sigma]_{\text{сж}} E.$$

Используя размерные параметры оболочки, критическую осевую нагрузку можно выразить следующей зависимостью:

$$P_o = [\sigma]_{\text{сж}} \frac{\pi}{4} (d_n^2 - d^2)$$

или, заменив  $d_n$  параметрами  $d$  и  $\delta$ , получим, Н:

$$P_o = [\sigma]_{\text{сж}} \pi \delta (d + \delta) = [\sigma]_{\text{сж}} \pi \delta d_{\text{ср}}.$$

Таким образом, из данной формулы следует, что критическая осевая нагрузка находится в прямой зависимости от толщины многослойной цилиндрической оболочки и ее диаметра и показателя критической удельной нагрузки, зависящей от свойств применяемого материала [16].

В вышеприведенной зависимости толщина многослойной оболочки складывается из суммы толщин единичных слоев и суммы толщин промежуточных слоев, образуемых соединительной кле-

евой пленкой. Таким образом, общую толщину многослойной оболочки можно выразить следующей зависимостью:

$$\delta = \sum_{i=1}^n \delta_i + \sum_{i=1}^{n-1} S_i,$$

где  $\delta_i$  — толщина единичного слоя материала, мм;

$S_i$  — толщина соединительной межслоевой клеевой пленки.

Заменяв значения суммарных толщин средними величинами элементарных слоев, получим следующее выражение толщины многослойной оболочки:

$$\delta = n\delta_1 + (n-1)S,$$

где  $n$  — количество слоев оболочки;

$\delta_1$  — средняя толщина одного слоя, мм;

$S$  — средняя толщина межслоевой клеевой пленки, мм.

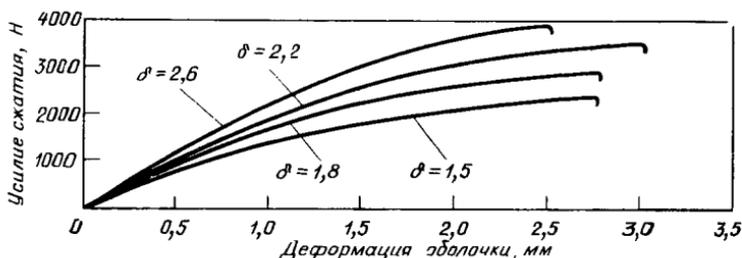


РИС. 99. Зависимость кривых «усилие—деформации» при сжатии многослойной цилиндрической оболочки разных толщин картона

Средняя величина межслоевого промежутка зависит от многих факторов: рельефа поверхности материала, свойств клея, удельного давления при склеивании, впитывающей способности материала, усадки материалов в процессе сушки. Проведенные исследования [15] показали, что при малом количестве слоев картона изменение суммарной толщины слоев за счет межслоевого промежутка незначительно и составляет 1—1,5%. Установлено [20], что сопротивление сжатию многослойной оболочки прямо пропорционально количеству слоев материала и возрастает с увеличением диаметра оболочки. Высота оболочки в пределах рассматриваемого соотношения  $l:d$  не влияет на величину предельного усилия сжатия.

При сжатии многослойных оболочек происходит их деформация. Как показали исследования, деформация оболочки возрастает с увеличением усилия и до момента разрушения протекает по закону Гука, что наглядно видно из графика (рис. 99) кривых «усилие—деформация». Это позволяет для определения прочности цилиндрической оболочки применять расчетные формулы сопротивления материалов.

Характерным является то, что изменение высоты испытуемого образца не влияет на величину деформации до момента первого разрушения оболочки, которая составляет для данного вида материала одинаковую величину. Это объясняется тем обстоятельством, что разрушение оболочки происходит первоначально у места приложения нагрузки — в верхней или нижней части оболочки. По-видимому, это происходит по той причине, что на этих участках создается концентрация напряжений, а с увеличением расстояния от места приложения нагрузки эти напряжения распределяются равномерно по волокнистой структуре.

На основании проведенных исследований установлено [15], что многослойная картонная оболочка обладает достаточно высокой жесткостью при ее осевом сжатии. Деформационные свойства материала оболочки приближаются к свойствам классических конструкционных материалов, что позволяет при прочностных расчетах применять формулы сопротивления материалов, в отличие от отдельных слоев бумаги и картона в конструкциях картонных ящиков, где применение формул сопротивления возможно лишь с известным приближением и учетом других действующих факторов.

**Влияние клеевого слоя на жесткость многослойной цилиндрической оболочки.** При изготовлении различных видов тары с применением силикатного клея в местах клеевых соединений жесткость материала повышается за счет увеличения сил связи контактирующих поверхностей бумаги и жесткости образовавшейся межслоевой клеевой пленки, связывающей смежные поверхности. Это имеет место и при образовании многослойных цилиндрических оболочек.

Общую зависимость осевого сжатия  $P_0 = [\sigma]_{сж} \pi b d_{ср}$  можно преобразовать применительно к показателям элементарного слоя материала, заменив

$$\delta = \sum_{i=1}^n \delta_i = n \delta_i,$$

где  $n$  — количество элементарных слоев;

$\delta_i$  — толщина элементарного слоя;

$[\sigma]_{сж}$  — сопротивление сжатию элементарного слоя материала;

$K$  — коэффициент влияния клеевого соединения на сжатие.

Сопротивление сжатию картона и бумаги характеризуется величиной кольцевой жесткости, определяемой по ГОСТ 10711—63, Н/см:

$$Ж = P/l,$$

где  $P$  — разрушающая нагрузка, Н;

$l$  — длина испытуемого образца, см.

Сопротивление сжатию элементарного слоя материала в многослойной оболочке можно выразить следующей зависимостью, Н:

$$P_o^1 = [\sigma]_{сж} l \delta_1,$$

где  $l$  — длина элементарного слоя материала, м;

$\delta_1$  — толщина слоя материала, м.

Таким образом,  $[\sigma]_{сж} = \frac{P_o}{l \cdot \delta} \cdot \delta_1$ , Па.

Заменив  $P_o/l$  показателем кольцевой жесткости, получим:

$$[\sigma_1]_{сж} = \frac{Ж}{\delta_1}, \quad [\sigma]_{сж} = \frac{Ж}{\delta_1} K;$$

$$P_o = \frac{Ж}{\delta_1} K n \delta_1 \pi d_{ср} = \pi Ж n d_{ср} K;$$

$$P_o = \pi d_{ср} n Ж K.$$

Исходя из приведенной зависимости, коэффициент влияния клевого слоя можно определить

$$K_1 = P_o / \pi d_{ср} n Ж.$$

При исследовании влияния клевого слоя из силикатного клея на прочностное свойство многослойного материала (на торцовое сжатие) были установлены [16] следующие коэффициенты:

картон для плоских слоев гофрированного картона . . . . .	1,5
картон коробочный . . . . .	1,2
бумага патронная . . . . .	2,2
бумага оберточная . . . . .	8,7

Анализ результатов показывает, что коэффициент влияния клевого слоя для разных материалов различен и колеблется в значительных пределах. В первую очередь это зависит от структуры материала, его впитывающей способности, степени проклейки, вида наполнителя и других факторов.

Одним из основных факторов является толщина материала и его пористость. В процессе нанесения клея и склеивания слоев происходит проникновение молекул клея с поверхности материала в межволоконное пространство, при малой толщине клей может полностью пропитывать материал и он резко теряет прочность, так как происходит снижение взаимной связи между волокнами. При сушке происходит обратная картина: высыхание клея влечет за собой стягивание волокон, возникновение дополнительных связей за счет клеевой пленки. Застывая в порах материала, клей цементирует волокна, при этом в зависимости от свойств клея жесткость материала резко изменяется. На процесс большое влияние оказывает количество нанесенного на поверхность материала клея.

**Определение сопротивления многослойной цилиндрической оболочки радиальным нагрузкам.** Радиальная нагрузка, действующая на многослойную цилиндрическую оболочку  $P$ , может быть выражена, следующей зависимостью, Н:

$$P = \frac{[\sigma_n] \frac{2}{3} l \delta^2}{d_{\text{ср}}},$$

где  $[\sigma_n]$  — допускаемое напряжение при изгибе, Н;

$l$  — длина оболочки, мм;

$\delta$  — толщина оболочки, мм;

$d_{\text{ср}}$  — средний диаметр оболочки, мм.

Как показали эксперименты, многослойная картонная оболочка обладает высокой степенью упругости. Так, при испытании оболочки диаметром 260 мм с толщиной стенки 2,5 мм и длиной 320 мм деформация диаметра оболочки составила 70 мм. После снятия нагрузки оболочка под действием упругих сил восстанавливает свои первоначальные размеры. Упругая деформация оболочки изменяет величину изгибающего момента при одной и той же нагрузке, при большей деформации диаметра оболочки изгибающий момент возрастает, Н·см:

$$M = \frac{P}{2} \cdot \frac{d_{\text{ср}} + \Delta d}{2}.$$

Отсюда можно определить максимальное усилие радиального сжатия, при котором происходит разрушение материала, Н:

$$P = \frac{4M}{d_{\text{ср}} + \Delta d}.$$

Зная изгибающий момент для данного вида материала оболочки, можно определить максимальное усилие сжатия. Рассмотрим усилие сжатия вышеприведенного образца оболочки. Для определения изгибающего момента можно воспользоваться формулой, выведенной для коробочного картона [73], Н·см:

$$M_n = 1,36 \cdot 9,8h^{2,38},$$

где  $h$  — толщина картона, см.

Предполагая, что величина изгибающего момента в случае многослойной оболочки зависит от клеевого слоя в той же степени, что и сопротивление сжатию, величину изгибающего момента для оболочки из коробочного картона можно записать, Н·см:

$$M_n = 136 \cdot 10^3 (1,2h)^{2,38}.$$

Приведенный на рис. 100 график «усилие—деформация», полученный при испытании промышленных образцов оболочек, подтверждает полученную расчетную величину.

Графические зависимости радиальной прочности от размерных параметров многослойной оболочки, представленные на рис. 101, показывают, что сопротивление многослойной оболочки радиальным нагрузкам в пределах упругой деформации пропорционально квадрату толщины стенки оболочки, длине оболочки и обратно пропорционально ее среднему диаметру.

Как видно из представленных графиков, разрушающие радиальные нагрузки значительно меньше тех нагрузок, которые были получены при испытании на сопротивление осевому сжатию, и составляют не более 10%.

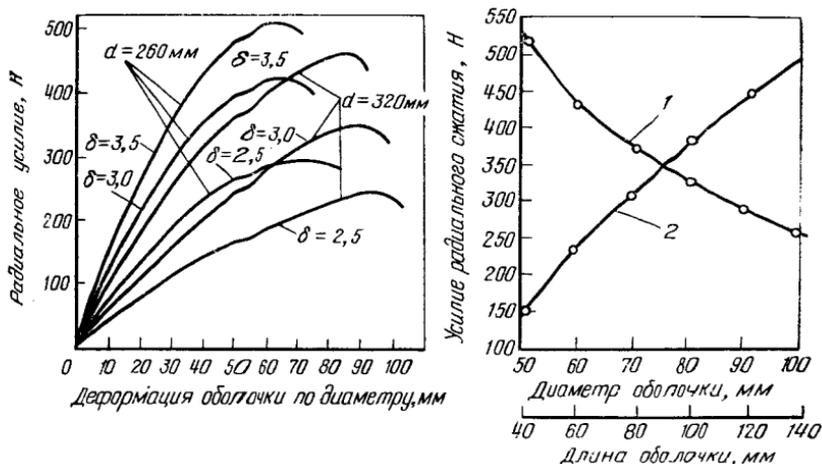


РИС. 100. Сопротивление радиальному сжатию многослойного цилиндрического корпуса

РИС. 101. Зависимость радиальной прочности многослойной оболочки от размерных параметров

Так как сопротивление оболочки радиальным нагрузкам не обеспечивает достаточно ее прочности, а увеличение ее толщины является нецелесообразным, то возникает необходимость в процессе производства цилиндрической тары оболочку усиливать. Это достигается окантовкой торцов оболочки металлическими кольцами с образованием профильных кольцевых зигов и закаточных швов, при этом зигование цилиндрической части оболочки совместно с металлическими обручами повышает ее жесткость в 3—4 раза, а последующее закрепление дна и крышки еще больше усиливает жесткость тары в радиальном направлении, что обеспечивает ее высокие эксплуатационные качества.

**Определение влияния направления волокон на сопротивление сжатию многослойной оболочки.** Известно, что ориентация волокон в бумажном полотне оказывает значительное влияние на физико-химические свойства бумаги и картона.

Так как бумага и картон обладает различными прочностными показателями вдоль и поперек направления волокон, то из одного материала может быть получена различная прочность цилиндрической многослойной оболочки, в зависимости от направления подачи бумажного полотна на навиваемый сердечник.

Направление волокон оказывает влияние на физико-химические свойства исходного материала, что находит свое отражение и на свойствах многослойной оболочки, полученной при различных углах навивки бумажного полотна. Например, И. Я. Эйдлин отмечает [79], что большую жесткость и меньшую массу имеют гильзы спиральной навивки.

34. ВЛИЯНИЕ ОРИЕНТАЦИИ ВОЛОКОН НА ПОКАЗАТЕЛЬ КОЛЬЦЕВОЙ ЖЕСТКОСТИ КАРТОНА [16]

Материал	Масса, г/м <sup>2</sup>	Кольцевая жесткость (Н/см) при угле наклона волокон						
		0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Картон для выработки гофрированного картона	200	11,6	11,8	11,0	12,5	12,6	12,8	12,8
	204	14,9	15,8	17,1	17,8	18,1	18,7	21,5
	220	15,7	16,4	16,8	17,3	17,6	18,0	20,9
	330	25,4	25,7	27,4	31,4	33,8	34,6	35,3
	360	23,5	23,9	25,0	28,8	31,6	32,8	33,4

Из табл. 34 видно, что показатель кольцевой жесткости картона колеблется для исследованных материалов в пределах 9—30% и находится в определенной зависимости от показателей кольцевой жесткости материала в продольном и поперечном направлении и угла наклона поперечного направления волокон в испытываемой полоске материала относительно продольной оси кольца.

Принимая допущение, что поведение волокон в образце материала аналогично поведению волокон в древесине, зависимость показателя жесткости от угла наклона волокон можно выразить следующей расчетной зависимостью [16], Н/см:

$$J_{\alpha} = \frac{J_0}{1 - \sin^2 \alpha \left(1 - \frac{J_0}{J_{до}}\right)},$$

где  $J_{\alpha}$  — жесткость материала при угле наклона волокон;

$J_0$  — жесткость материала в поперечном направлении;

$J_{до}$  — жесткость материала в продольном направлении;

$\alpha$  — угол наклона волокон относительно продольной оси цилиндрической оболочки.

На рис. 102 представлены кривые зависимости, полученные экспериментальным и расчетным путем. Как видно из графика, характер кривых совпадает. Это дает основание полагать, что

указанная расчетная зависимость может быть применена для расчета жесткости материала при спиральной навивке многослойной оболочки. При этом следует отметить, что для угла наклона до  $30^\circ$  характер расчетной и экспериментальной кривой почти совпадает, а спиральная навивка цилиндрических многослойных оболочек для изготовления картонных барабанов как раз осуществляется в пределах этого угла наклона.

С целью возможности упрощения приведенной выше зависимости была изучена связь продольной и поперечной жесткости картона для выработки гофрированного картона [16], общая функциональная зависимость при этом определена в следующем

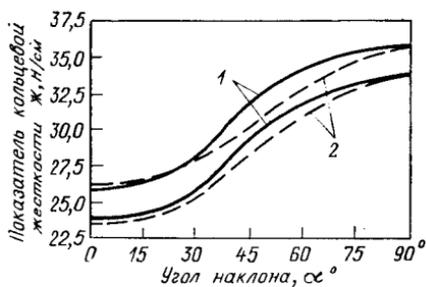


РИС. 102. Зависимость торцевого сжатия картона от степени наклона волокон (продольной ориентации)

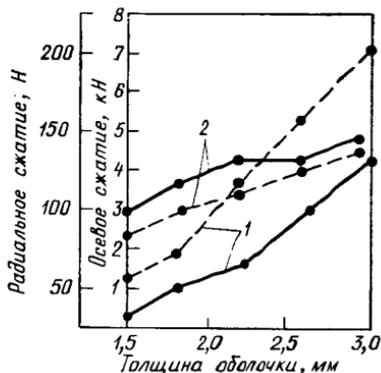


РИС. 103. Зависимость радиального и осевого сопротивления сжатию картона от ориентации волокон относительно продольной оси

виде:  $J_{до} = 0,195 + 1,447J_0$ ; при этом коэффициент корреляции составил  $R = 0,94$ .

В связи с изложенным расчетную формулу жесткости в зависимости от угла наклона волокон можно упростить:

$$J_\alpha = J_0(1 - 0,25 \sin^2 \alpha), \text{ Н/см.}$$

Следует отметить, что данная зависимость может быть применена только для этого вида материала, для других материалов необходимо проводить соответствующие исследования.

При исследовании жесткости бумаги при изгибе В. И. Комаров и Д. М. Фляте [35] также отмечают, что ориентация волокон оказывает значительное влияние на этот показатель. На рис. 103 показана графическая зависимость радиального и осевого сопротивления сжатию от ориентации волокон.

Из приведенной графической зависимости видно, что осевая жесткость оболочки при продольной ориентации волокон больше, а радиальная жесткость, наоборот, увеличивается при поперечной ориентации волокон. Таким образом, ориентация

волокон в материале, применяемом при изготовлении многослойных оболочек, влияет на их жесткость и это следует учитывать при конструировании изделий.

**Усилия, возникающие при формировании кольцевого профиля на корпусе картонного барабана.** Формование кольцевого профиля на корпусе картонного барабана является одной из основных технологических операций при их изготовлении.

Усилие деформации на разных стадиях формования (рис. 104) различно и возрастает с увеличением толщины формируемой оболочки, вместе с тем значение удельной нагрузки при окончании формования одинаково для всех толщин, и эта величина совпадает с величиной сопротивления сжатию картона.

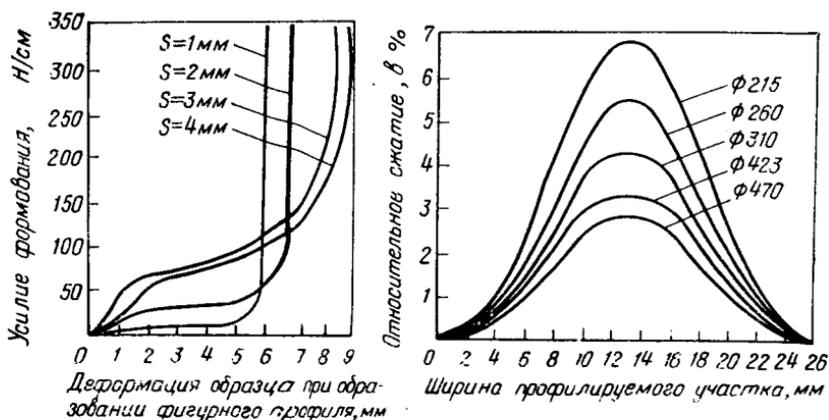


РИС. 104. Изменение усилия формования кольцевого профиля картонного барабана

РИС. 105. Относительное сжатие материала при формировании кольцевого профиля барабана

Анализируя полученные графические зависимости, можно полагать, что в начальной стадии формования происходит упругая деформация многослойного материала, затем изгиб и дальнейшая деформация при постоянной нагрузке, после чего усилие деформации начинает резко увеличиваться, процесс формования при этом заканчивается и происходит упругопластическое сжатие материала по всей площади контакта профилирующего приспособления, что приводит к резкому увеличению нагрузки.

Учитывая, что профиль кольцевого зига барабана в связи с необходимостью унификации узлов оборудования применяется одинаковый для разных диаметров, величина относительного сжатия будет различной и находится в обратной зависимости от величины диаметра многослойной цилиндрической оболочки (рис. 105).

При рассмотрении приведенной графической зависимости относительного сжатия профилируемого участка многослойной

оболочки видно, что максимальная деформация материала происходит в сечении оболочки, проходящем через середину профилируемого отрезка в месте перегиба профиля; наблюдаемая деформация при сжатии составляет 6,94%. Так как эти деформации превосходят величины упругой деформации картона, то по образующей оболочке в зоне профильного зига образуются продольные складки материала.

Эта деформация материала происходит, как было ранее сказано, в конечной стадии образования профиля, что также следует и из приведенного на рис. 104 графика процесса формирования кольцевого профиля многослойной оболочки. Таким образом, рассмотрение процесса формирования кольцевого профиля на многослойной цилиндрической картонной оболочке показывает, что формируемая часть оболочки подвергается сложным деформациям, при этом возникают предельные сжимающие усилия в формируемом сечении картона и происходит пластическая деформация материала, что необходимо учитывать при производстве картонных навивных барабанов.

**Зависимость между параметрами картонного барабана, кольцевой жесткостью материала и массой упаковываемого продукта.** Проведенные исследования позволяют установить общую зависимость прочности многослойных картонных барабанов от воздействия нагрузок, возникающих в процессе их эксплуатации.

При упаковке продуктов в картонные многослойные барабаны необходимо правильно определить основные их прочностные показатели и, в частности, их сопротивление сжимающим нагрузкам, являющимся главным действующим фактором в процессе их эксплуатации.

При выборе конструкций и размеров барабана руководствуются требованиями продукта, желательной его расфасовкой. Расчетное сжимающее усилие, действующее на барабан, определяется по формуле, Н:

$$P = 9,8K_1G \frac{H - h'}{h'}$$

где  $K_1$  — коэффициент запаса прочности по ГОСТ 17065—71;

$G$  — масса барабана с продуктом, кг;

$H$  — максимальная высота штабелирования при хранении продукции, см;

$h'$  — наружная высота барабана, см.

Массу барабана с продуктом можно определить через параметры барабана и продукта, кг:

$$G = Vg + G_1$$

где  $V$  — емкость барабана, см<sup>3</sup>;

$g$  — насыпная масса продукта, кг/см<sup>3</sup>;

$G_1$  — масса барабана, кг.

Но так как масса самого барабана по сравнению с общей массой занимает малый удельный вес и учитывая коэффициент запаса прочности  $K_1$  (для упрощения расчетов), этой величиной можно пренебречь.

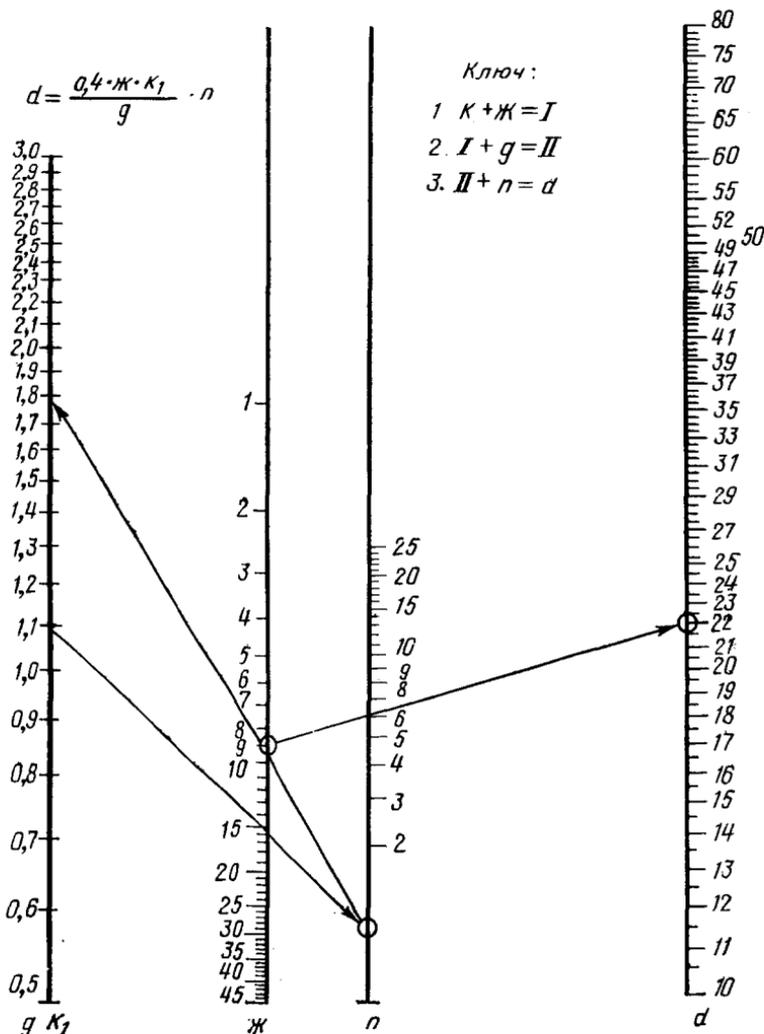


РИС. 106. Монограмма определения диаметра барабана в зависимости от жесткости картона, удельной массы продукта, числа слоев и коэффициента влияния клея

Коэффициент запаса прочности по ГОСТ 17065—71 принимается  $K_1=2$ , что соответствует условиям хранения продукции в штабеле свыше 100 суток. Высота штабелирования принимается максимальной — 500 см, выражение максимального рас-

четного сжимающего усилия, которое действует на барабан при штабелировании, можно записать в следующем виде,  $H$ :

$$P = VgK_1 \frac{500}{h_b} = 10^4 \frac{Vg}{h_b},$$

где  $h_b$  — внутренняя высота барабана, см.

С другой стороны:  $P_o = \pi dnJKK$ .

При условии, что должно соблюдаться равенство

$$P = P_o; \quad 10^4 \frac{Vg}{h_b} = 10^3 \pi dnJKK.$$

Заменив

$$h_b = 4V/\pi d^2,$$

получим выражение

$$10gd = 4nJKK$$

или

$$d = \frac{0,4nJKK}{g} \text{ [см]}.$$

Указанную зависимость можно преобразовать в номограмму. В нашем случае величины, входящие в вышеприведенное уравнение, могут иметь следующие пределы измерений, которые возможны в практике производства и применения многослойных картонных барабанов:  $0,5 < g < 3$ ;  $10 < d < 80$ ;  $2 < n < 25$ ;  $1 < Ж < 4,5$ ;  $0,5 > K > 2,5$ .

Построение номограммы производится по общеизвестным методикам [49]. Применение номограммы (рис. 106) дает возможность быстро определить необходимые параметры при конструировании или выборе картонного барабана для упаковки конкретных изделий и провести проверочные расчеты. Так, при жесткости картона 15 Н/см, коэффициенте влияния клея 1,1, насыпной массе груза 1,82 г/см<sup>3</sup> и трех навиваемых слоях материала диаметр барабана равен 22 см.

## Глава VIII

### ИСПЫТАНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ТАРЫ

#### 1. ИСПЫТАНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Современный технический уровень производства картонной тары требует строгого контроля за качеством поступающих для переработки материалов, соблюдением технологического режима и качеством вырабатываемой продукции. Определение физических и механических свойств исходных материалов производится

в соответствии со стандартами на испытание материалов, а также отдельных методов испытаний, определяющих те или иные свойства материала, или отдельных элементов тары. Наиболее существенное значение для картона и бумаги при изготовлении из них тары имеют следующие свойства материалов:

масса квадратного метра материала; толщина материала; объемная масса; прочность на разрыв; растяжимость при разрыве; сопротивление продавливанию; сопротивление излому; сопротивление изгибу; сопротивление раздиранию; жесткость материала по разрушению кольца; сопротивление пробиванию; сопротивление плоскостному сжатию (для гофрированного картона); влагопрочность; поверхностная водопоглощаемость; воздухопроницаемость; прочность картона по линии рилевки; истираемость материала; жиронепроницаемость; скручиваемость; влажность.

Упаковка продукции требует применения материалов с определенными свойствами, поэтому выбор материалов для изготовления картонной и бумажной тары является одним из основных этапов разработки и конструирования тары для упаковки конкретного вида изделий, что в свою очередь требует достаточных знаний основных свойств материалов и методов их определения.

**Масса квадратного метра** бумаги или картона определяется по ГОСТ 13199—67 путем измерения площади и взвешивания образцов. Для определения массы  $1 \text{ м}^2$  применяют шаблоны размером  $100 \times 100$  мм или  $200 \times 250$  мм. Испытуемые образцы должны кондиционироваться в стандартных условиях при 65%-ной относительной влажности воздуха и температуре  $20^\circ\text{C}$ . Массу  $1 \text{ м}^2$  вычисляют по формуле

$$X = G/A \cdot 10000,$$

где  $G$  — масса образца, г;  $A$  — площадь образца,  $\text{см}^2$ .

**Толщина материала.** Определяется по ГОСТ 12432—66, ГОСТ 13199—67 путем замера в различных точках образцов при помощи микрометра или толщиномера и выражается в миллиметрах.

**Объемная масса материала** определяется (ГОСТ 12432—66) по массе  $1 \text{ м}^2$  и толщине материала и вычисляется по формуле,  $\text{г/см}^3$ :

$$g = 0,001 \cdot q/h,$$

где  $q$  — масса  $1 \text{ м}^2$ , г;  $h$  — толщина материала, мм.

**Сопротивление разрыву** бумаги и картона определяется по ГОСТ 13525.1—68 на разрывных машинах. Сопротивление разрыву выражается величиной разрывного груза. В зависимости от продолжительности приложения нагрузки сопротивление разрыву может быть различным. При медленном приложении нагрузки показатель сопротивления разрыву будет меньше, чем при быстром. Для испытания на разрыв бумаги и картона ис-

пользуются разные машины. Предел прочности при растяжении определяется, Па:

$$\sigma = P/F,$$

где  $P$  — средний разрывной груз, Н;  $F$  — площадь поперечного сечения образца, мм<sup>2</sup>.

**Растяжимость при разрыве** определяется одновременно с сопротивлением разрыву по ГОСТ 13525.1—68 и выражается в процентах удлинения бумаги в момент разрыва и вычисляется по формуле

$$d = (l_1 - l_0)/l_0 \cdot 100\%,$$

где  $l_0$  — длина полоски образца до приложения нагрузки, мм;  
 $l_1$  — длина полоски образца в момент разрыва, мм.

Современные разрывные машины имеют самопишущие приборы, которые фиксируют процесс «деформации — нагрузки». В ряде случаев важно знать, как ведет себя материал при растяжении в различных температурных условиях.

Для этого испытание материала проводится на специальных разрывных машинах, оборудованных климатической камерой, в которой задается необходимый температурный режим. Диапазон температур в такой камере может поддерживаться в пределах от  $-80^\circ$  до  $+250^\circ\text{C}$ .

**Сопротивление продавливанию** является одним из основных показателей, характеризующих прочностные свойства тарных материалов. Сущность данного метода по ГОСТ 13525.8—68 заключается в продавливании закрепленного по контуру образца материала резиновой диафрагмой до момента разрыва материала. Для испытаний используют приборы, работающие на гидравлическом принципе действия. Показатель продавливания фиксируется на манометре.

**Сопротивление раздиранию** определяется по ГОСТ 13525.3—68 величиной работы, затрачиваемой на раздирание бумаги на определенную длину. Испытание производится на приборе Эльмендорфа или приборе Брехта-Имзета. По сравнению с прибором Эльмендорфа прибор Брехта-Имзета дает более точные показатели.

**Жесткость материалов.** Существует несколько стандартных методов определения жесткости материалов.

1. Метод определения прочности картона при изгибе по ГОСТ 13648.2—68 заключается в определении разрушающей нагрузки при изгибе лежащего на двух опорах образца картона под действием силы, сосредоточенной на образце в середине пролета между опорами, при этом расстояние между центрами опор составляет 100 или 150 мм. Предел прочности (Па) при этом определяется по следующей формуле:

$$[\sigma]_{\text{пн}} = \sqrt[3]{2} \cdot G l / b h^2 \cdot 100,$$

где  $G$  — средняя величина разрушающей нагрузки, Н;  $l$  — расстояние между центрами опор, м;  $b$  — ширина образца, равная 0,05 м;  $h$  — средняя толщина образца, м.

Недостатком этого метода является значительный разброс показателей, особенно при малых толщинах картона, и несопоставимость с показателями жесткости, установленными в стандартах на исследуемые материалы.

2. Метод определения сопротивления картона надлому позволяет измерить величину нагрузки, при которой надрывается поверхностный слой картона при изгибе. Для испытаний используется специальный прибор, позволяющий фиксировать угол надлома и нагрузку. Относительное сопротивление надлому, Па, определяется по формуле [53]

$$\sigma = 3G/h^2,$$

где  $G$  — показатель сопротивления надлому картона, Н;  $h$  — толщина картона, м.

Необходимо отметить, что усилие, возникающее при изгибе, в большей степени зависит от толщины образца и этот метод больше применим для толстых материалов.

3. Метод определения жесткости картона при изгибе, разработанный УкрНИИБ, основан на определении изгибающего момента, возникающего при сгибании полоски картона, закрепленной в одном конце на определенный угол, показатель жесткости при этом определяется в условных единицах. Указанный метод позволяет определить жесткость при изгибе, Н/см, используя следующую формулу:

$$\sigma_n = M_n l / h \alpha,$$

где  $l$  — длина испытуемой части образца, см;  $\alpha$  — угол сгибания образца;  $h$  — толщина образца, см;  $M$  — изгибающий момент, Н/см.

4. Метод определения жесткости по разрушению кольца (ГОСТ 10711—63) [26] основан на определении усилия при осевом сжатии поставленной на ребро и свернутой в кольцо полоски бумаги или картона, жесткость материала, Н/см, при этом определяется:

$$Ж = P/L,$$

где  $P$  — разрушающее усилие, Н;  $L$  — длина образца, см.

Указанный метод испытания позволяет определять жесткость материала в большом диапазоне толщин и широко применяется при установлении прочностных показателей бумаги и картона, используемых для производства картонной тары.

Характерным для этого метода является то, что нагрузка распределяется по большой площади и образец при этом вос-

принимает усилие сжатия аналогично воздействиям, которые возникают при различных условиях обращения с тарой.

Наряду со стандартными методами определения жесткости картона имеются и другие: метод определения стрелы прогиба зажатого по контуру образца картона, метод определения радиального усилия, необходимого для сжатия цилиндра из картонной полосы [73]. Интерес представляет определение жесткости методом крутильных колебаний, заключающемся в определении динамического низкочастотного модуля сдвига. Этот метод приемлем для картонов толщиной до 1 мм, однако, как показали исследования [7], показатель модуля сдвига не коррелирует с другими прочностными показателями, с такими, как жесткость по разрушению кольца, сопротивление продавливанию.

Анализ приведенных методов определения жесткости картона показывает, что наиболее сопоставимый и более близкий к практическим условиям является метод определения жесткости по разрушению кольца.

Сопротивление плоскостному сжатию определяется для гофрированного картона и показывает нагрузку, которую может выдержать картон от равномерно распределенной по плоскости нагрузки до разрушения гофр (потери устойчивости). Показатель сопротивления плоскостному сжатию определяется по формуле, Па:

$$\sigma_{сж} = P_{кр}/S,$$

где  $P_{кр}$  — среднее значение критической нагрузки на образец, Н;  
 $S$  — площадь образца, м<sup>2</sup>.

Для определения сопротивлению плоскостному сжатию обычно применяют круглые образцы диаметром  $90 \pm 0,5$  мм.

Сопротивление торцовому сжатию определяется по прочности ящика на сжатие. Испытание производится (ГОСТ 20683—75) на образцах картона размером  $100 \times 500$  мм. Показатель сопротивления торцовому сжатию рассчитывается по формуле, Н/см:

$$P_{сж} = Q/l,$$

где  $Q$  — разрушающая нагрузка, Н;  $l$  — длина образца, см.

Испытание картона на сжатие имеет большое значение для определения прочностных свойств картонной тары от воздействия сжимающих нагрузок. Особый интерес представляют испытания картона на сжатие в направлении, параллельном плоскости материала. Известно несколько методов испытания на сжатие. Однако, как показывает анализ полученных данных, одни из них не дают полной информации о величине деформации под нагрузкой, а другие позволяют оценивать материал толщиной не более 0,3 мм. Разработанный новый метод позволяет фиксировать напряжение и деформацию при сжатии картонных упаковочных материалов практически любой толщины.

Прибор для определения прочности при сжатии картона вдоль плоскости образца состоит из четырех основных узлов. Первый узел представляет собой оправку, в которую заправляется прямоугольный образец испытуемого картона, при этом оправка препятствует продольному изгибу образца и обеспечивает достаточную его устойчивость при приложении сжимающей нагрузки. Вторым узлом — система датчиков, передающих величину деформации на измерительный прибор. Третьим узлом является нагружающее устройство, при помощи которого с заданной скоростью нагрузка прикладывается к кромкам образца. Четвертый узел — самописец, который графическим путем фиксирует зависимость «нагрузка—деформация». Точность измерения усилий прибора  $\pm 9$  г, или  $\pm 0,2\%$  от величины нагрузки

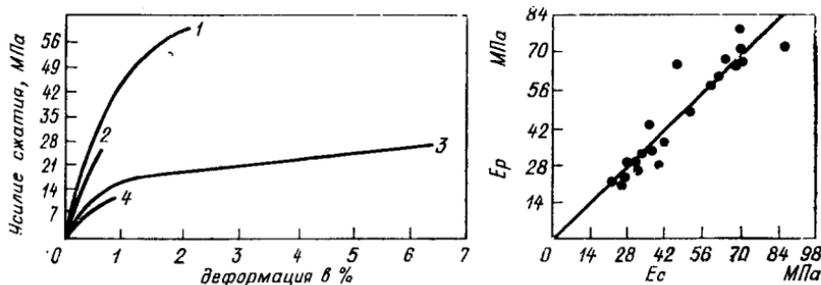


РИС. 107. Прочность картона:

1, 2 — растяжение и сжатие в продольном направлении; 3, 4 — растяжение и сжатие в поперечном направлении

РИС. 108. Зависимость между модулем эластичности при растяжении и сжатии картона

при максимальной деформации образца. Рабочая длина испытуемого образца равна 34 мм. Типичные кривые процесса «нагрузка—деформация», полученные по новому методу, представлены на рис. 107 при испытании картонов толщиной от 0,175 до 0,66 мм. Как видно из представленных зависимостей, прочность при сжатии картона меньше, чем прочность при растяжении; при этом в продольном направлении полотна картона эти показатели значительно выше, чем в поперечном.

Сравнение модуля жесткости при растяжении и сжатии позволило установить линейную зависимость между этими двумя параметрами, МПа:

$$E_p = 0,956E_c + 11,83.$$

Коэффициент корреляции составил при этом 0,89. На рис. 108 изображена графически линейная зависимость между модулем эластичности при растяжении и сжатии картона.

Прочность склеивания слоев гофрированного картона определяют для установления качества склеивания картона. Метод

испытаний основан на определении усилия отрыва плоского слоя картона от гофрированного слоя. Выполняется это при помощи специального приспособления в виде гребенок (рис. 109), которые вставляются в каналы гофр образца гофрированного картона и испытываются на лабораторном прессе аналогично определению плоскостного сжатия. Величина прочности склеивания зависит от свойств клея, пористости склеиваемых материалов и прочности их поверхности.

Прочность картона по линии рилевания определяется для установления влияния процесса рилевания картона и применяемых рилевочных муфт при изготовлении картонных ящиков. Сущность метода испытаний заключается в следующем: на образцы картона наносится рилевка, после чего проводится их испытание на разрыв. Результаты сравниваются с показателями непрорилеванного картона и устанавливается относительная потеря прочности картона от нанесенной рилевки. Для нанесения рилевки на образцы картона используется специальный лабораторный прибор.

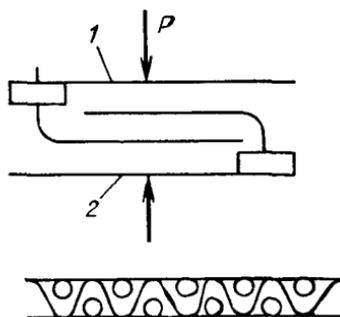


РИС. 109. Схема приспособления для определения прочности склеивания гофрированного картона:

1 — верхняя гребенка; 2 — нижняя гребенка

**Водонепроницаемость материала** определяется продолжительностью времени, в течение которого вода проникает через материал. Испытания проводятся (ГОСТ 9841—75) на аппарате ВУБ. Аппарат имеет сосуд для воды и камеры с круговыми зажимами для закрепления образцов картона и бумаги. В сосуд наливается вода высотой 500 мм и при помощи поворота крана сосуд соединяется с камерами. Материал считается водонепроницаемым, если вода в течение 24 ч не прошла через его толщину на наружную поверхность образца.

**Влагостойкость картона и бумаги** имеет большое значение для упаковки продукции, которая попадает в условия повышенной влажности. Жесткость и прочность материалов при их увлажнении резко снижаются. Применение различных покрытий, пропиток смолами повышает влагостойкость материала. Влагостойкость выражается в процентах и показывает отношение жесткости или других прочностных показателей после увлажнения к этому показателю в нормальных условиях:

$$B = \frac{Ж_{в}}{Ж} \cdot 100, \%,$$

где  $Ж_{в}$  — жесткость после увлажнения;  $Ж$  — жесткость до увлажнения.

Увлажнение образцов производится при 98%-ной влажности и температуре 20°C в течение 24 ч в климатической камере.

**Сопrotивление пробиванию** определяется для оценки прочностн тары протнвостоять сосредоточенным ударным нагрузкам, возникающим при проведении погрузочно-разгрузочных работ. Испытания проводятся на приборе маятникового типа. Принцип действия прибора: четырехгранная пирамида высотой 25,4 мм пробивает образец, при этом теряется часть энергии, эквивалентной сопротивлению образца разрыву. Поэтому угол маятника после размаха уменьшается по сравнению с углом до размаха в соответствии с величиной потерянной энергии. Таким образом, сопротивление образца материала пробоем определяется величиной уменьшения угла маятника, выраженной в количестве потерянной энергии, которая рассчитывается по следующей формуле, Н/см:

$$A = 9,8GL \cos \alpha,$$

где  $G$  — общая масса маятника с дополнительным грузом, кг;  
 $L$  — расстояние от центра размаха маятника до центра тяжести маятника, см;  $\alpha$  — угол маятника после размаха.

**Поверхностная водопоглощаемость картона** определяется (ГОСТ 12605—67) путем одностороннего смачивания образцов. Этот показатель имеет значение для гофрированного или сплошного картона при склеивании его. Для испытаний вырезают образцы картона 50×50 мм, взвешивают их на технических весах, покрывают кромки парафином и вновь подвергают взвешиванию. Затем испытуемой поверхностью образец помещают на поверхность воды с температурой 18—20°C, где выдерживают в течение 5 мин. При помощи фильтровальной бумаги снимают с поверхности избыток влаги и взвешивают.

Водопоглощаемость поверхности определяется по формуле, %:

$$E = \frac{g_3 - g_2}{g_1} \cdot 100,$$

где  $g_1$  — масса образца;  $g_2$  — то же, после парафинирования;  
 $g_3$  — после одностороннего смачивания.

**Сопrotивление картона и бумаги истиранию** определяется с целью установления свойств материала для тары, которая подвергается в процессе изготовления и эксплуатации трению о различные поверхности. Это портит внешний вид тары, а также в ряде случаев может привести к более серьезным повреждениям. Так, например, при изготовлении гофрированного картона и прохождении полотна картона по нагревательным плитам могут образоваться от трения о поверхность плит покатыши, которые в свою очередь могут привести к разрушению плоского слоя.

Испытание на истирание проводят на специальных приборах. Сущность метода заключается в истирании поверхности картона или бумаги абразивным материалом или резиной. При этом степень истирания за определенный промежуток времени или число циклов устанавливаются по уменьшению толщины материала или по изменению массы. Применяют также метод, основанный на изменении прочностных свойств материала, например изменение продавливания.

**Жиронепроницаемость бумаги** определяется с целью установления ее защитных свойств при упаковке жиросодержащих продуктов. Существует два метода испытаний: при помощи масла и при помощи 1%-ного раствора фуксина в этиловом спирте. Первый метод основан на определении количества трансформаторного масла, прошедшего под давлением 100 мм масляного столба через образец бумаги диаметром 80 мм по истечении определенного времени.

Второй метод заключается в определении количества пятен на 1 м<sup>2</sup> бумаги, образующихся на оборотной стороне бумаги, смазанной раствором фуксина.

**Старение бумаги и картона** хотя и не имеет такого значения для тары, как, например, для печати, но тем не менее также представляет интерес для упаковки. При нормальных условиях материалы незначительно изменяют свои свойства. Чтобы определить изменение свойств конкретного вида материала, пользуются ускоренным методом старения материала. Для испытаний используют везерометры.

Проведенные исследования по искусственному старению материалов в везерометре позволили установить, что 800 ч старения в везерометре дают такие же результаты, как и естественное старение в течение 1 года, при этом внешний вид материала изменяется незначительно.

## 2. ИСПЫТАНИЕ КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ

**Испытание тары на сжатие.** Испытание тары на сжатие производится для определения прочности тары при воздействии на нее сжимающих внешних нагрузок, возникающих в процессе хранения и транспортирования.

Для испытания тары на сжатие применяется пресс с усилием 50 кН со скоростью сближения сжимающих плит 10 мм/мин. Пресс имеет устройство для измерения деформации с точностью не менее  $\pm 0,5$  мм, а также самопишущее устройство, регистрирующее в процессе испытания зависимость «нагрузка—деформация». При испытании на сжатие определяют следующие показатели:

разрушающую нагрузку, при которой тара разрушается, теряет свою устойчивость или при которой деформация тары превышает предельное значение, Н;

удельную разрушающую нагрузку, представляющую собой отношение разрушающей нагрузки к площади основания тары, ограниченной внешними размерами, Па;

деформацию тары, определяемую величиной сжатия тары от момента приложения нагрузки 200 Н;

способность тары выдерживать заданную нагрузку без разрушения, потери устойчивости, превышения установленной предельной деформации.

Подготовка образцов и проведение испытаний производится в соответствии с ГОСТ 18211—72 «Тара транспортная. Метод испытания на сжатие».

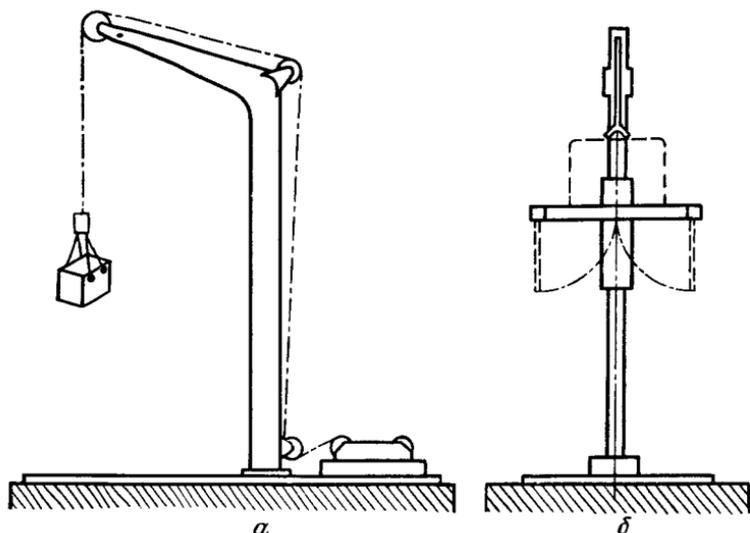


РИС. 110. Сбрасывающее устройство:

*а* — с раскрывающимся захватом; *б* — с раскрывающимися створками

**Испытание картонной и бумажной тары на удар при свободном падении.** Испытание картонной и бумажной тары на удар при свободном падении проводится с целью определения механической прочности тары при воздействии на нее динамических нагрузок, возникающих при падении тары во время погрузочно-разгрузочных работ, транспортировании и штабелировании. Для проведения испытаний (ГОСТ 18425—73) используют сбрасывающие устройства: подъемник с раскрывающимся захватом или створками (рис. 110). Сбрасывание должно производиться на ровную монолитную площадку. Высота сбрасывания устанавливается в зависимости от массы груза, затаренного в ящики:

Масса груза, кг . . .	7,5	10	15	20	25	30	35	40
Высота сбрасывания, мм . . . . .	1200	1000	800	700	650	500	550	500

Ящик сбрасывается на один из углов, затем на прилегающие к углу ребра (короткое, среднее, длинное), потом на прилегающие к углу плоскости (меньшую, среднюю, большую). Испытания считаются положительными, если все 10 образцов выдержали 7 сбрасываний; повторяются с отбором удвоенного количества ящиков, если 2 ящика из 10 не выдержали испытания. Партия бракуется, если 3 ящика из 10 не выдержали испытания.

Испытание бумажных мешков (ГОСТ 2226—75) может проводиться как на сбрасывающей машине с раскрывающимися створками, так и на специальной установке — аппарате Петухова (рис. 111), на котором можно испытывать открытые бумажные мешки.

Прочность бумажных непропитанных мешков определяется по числу ударов (сбросов) и должна соответствовать нормам, указанным в табл. 35.

35. НОРМЫ ПРОЧНОСТИ НЕПРОПИТАННЫХ  
БУМАЖНЫХ МЕШКОВ

Слойность	Испытание на аппарате Петухова		Испытания «плашмя»*
	Открытые сшитые и склеенные мешки	Закрытые сшитые и склеенные мешки	Закрытые сшитые и склеенные мешки
3	8	—	—
4	9	13	13
5	13	16	16
6	16	19	19

Высота сбрасывания на аппарате Петухова — 30 см, «плашмя» — 90 см. Для заполнения мешков используется портланд-цемент марки 500. Масса бутафории соответствует размеру мешка и его слойности и колеблется от 25 кг до 50 кг.

Испытания битумированных мешков аналогичны и число сбросов должно соответствовать следующим нормам:

Для открытых мешков	Для закрытых мешков
3-слойные 6	—
4-слойные 8	8
5-слойные 13	14
6-слойные 15	16

**Испытание картонной тары на сопротивление перевалкам.** Эти испытания проводятся с целью установления прочностных свойств тары и ее способности выдерживать нагрузки, возникающие в процессе проведения погрузочно-разгрузочных работ (передача с транспортера на транспортер, сброс с транспортера,

спуск по наклонной плоскости, переворачивание на другую плоскость и др.) .

Испытание картонной тары на сопротивление перевалкам проводят в тароиспытательном барабане (рис. 112). Ящик помещается внутрь барабана и при вращении последнего перекачивается по его плоскостям и подвергается динамическим нагрузкам. Испытания проводятся в соответствии с ГОСТ 10024—62 «Ящики картонные. Методы определения механических свойств». Ящик должен выдержать нагрузку, величина которой

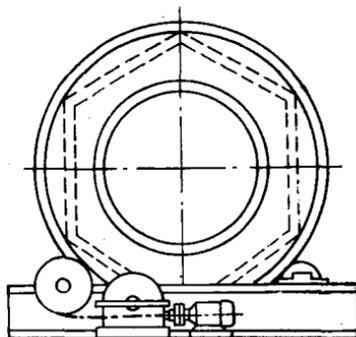
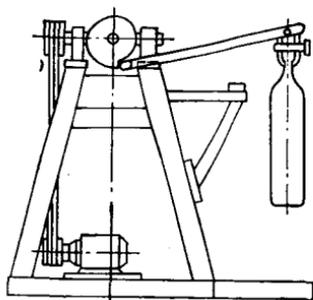


РИС. 111. Аппарат Петухова для испытания бумажных мешков

РИС. 112. Тароиспытательный барабан

зависит от вида перевозок и характеризуется числом оборотов барабана.

#### ВИДЫ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗА

Нагрузка	Внутригородские перевозки автотранспортом	Загородные перевозки автотранспортом	Прямые железнодорожные перевозки	Железнодорожные перевозки с перегрузкой в пути	Смешанные перевозки
Число оборотов барабана	3	4	6	7	9

За результат испытаний принимают среднее арифметическое десяти определений и выражают числом оборотов барабана.

**Испытание на наклонной плоскости.** Этот метод испытания применяется для определения прочности ящиков при нагрузках, воспроизводящих динамические нагрузки, действующие на ящик при резком торможении транспортных средств, а также при роспуске железнодорожных составов с горки и в других подобных случаях. Испытания ящиков проводятся (ГОСТ 10572—63) на наклонной плоскости (рельсовый путь под углом  $10^\circ$ ), по кото-

рой перемещается двухосная тележка (рис. 113). На конце рельсового пути имеется жесткий упор с амортизирующим буфером, расположенным под углом  $90^\circ$  к рельсовому пути. Ящик устанавливается на подвижную тележку таким образом, чтобы удар пришелся по плоскости или ребру ящика, который при этом должен выступать на 50 мм и быть расположен симметрично рельсовому пути. Ударная нагрузка определяется по длине пути, который должна пройти тележка до удара с упорной плоскостью и числом ударов, которые должен выдержать ящик без повреждений. Для картонных ящиков обычно устанавливают длину пути 3000 мм и количество ударов — 9.

**Метод определения виброзащитных свойств картонной тары.** Картонная тара обладает хорошей способностью по защите упаковываемой продукции от воздействия вибрационных нагрузок, которые могут возникнуть в процессе транспортирования.



РИС. 113. Наклонная плоскость для испытания тары на воздействие динамических нагрузок

Сущность метода испытания заключается в воздействии на упаковку с изделием гармонической или случайной вибрации с заданными параметрами. Испытания проводят на вибростенде, способном воспроизводить гармонические колебания с коэффициентом нелинейных искажений не более 3% и случайную прямолинейную вибрацию, воздействующую на упаковку в диапазоне ускорений  $1-50 \text{ м/с}^2$  в заданном частотном интервале.

Подготовка картонной тары к испытаниям, проведение испытаний и обработка результатов производится в соответствии с ГОСТ 19089—73 «Упаковка. Метод определения виброзащитных свойств».

**Метод определения ударозащитных свойств картонной тары.** Метод определения ударозащитных свойств картонной тары используется для оценки надежности упаковки изделий, чувствительных к ударным нагрузкам. Испытания могут проводиться при свободном падении упаковки на ударную площадку и на ударном стенде, который обеспечивает воспроизведение ударов длительностью  $1-150 \text{ мс}$  и перегрузок до  $200g$ . Испытания на удар при свободном падении проводят на подъемном механизме, позволяющем поднять испытуемый образец на заданную высоту и бросить его на ударную площадку с одновременным измерением параметров ударной нагрузки, действующей на упакованное изделие. Испытания на удар, воспроизводимый ударным

стендом, проводят, устанавливая испытуемый образец на платформе ударного стенда, и делают замеры параметров ударных перегрузок на платформе и на упакованном изделии. Обработка результатов испытаний производится в соответствии с ГОСТ 18424—73 «Упаковка. Метод определения ударозащитных свойств».

**Испытание картонной и бумажной тары на вибропрочность.** Испытание картонной тары на вибропрочность производится с целью определения устойчивости тары к воздействию вибрационных нагрузок, которые возникают в процессе ее использования (при загрузке продукции, во время транспортирования). Испытание тары производят на вибростендах, позволяющих устанавливать и регулировать частоту колебаний в пределах от 1 до 80 Гц в диапазоне ускорений 0,5—10g. Вибростенд должен иметь стол, позволяющий установить образцы тары и не допускать ее перемещения во время проведения испытаний, а также устанавливать нагрузку на тару, имитирующую усилие при ее штабелировании во время перевозок. Грузоподъемность вибростенда должна обеспечивать нагрузку суммарной массы образцов и груза, имитирующего массу штабеля. Проведение испытаний и определение результатов осуществляется в соответствии с ГОСТ 21136—75 «Тара транспортная. Метод испытания на вибропрочность».

Метод основан на воспроизведении в лабораторных условиях воздействующих на ящик при перевозках железнодорожным, автомобильным и воздушным транспортом вибрационных нагрузок. Таре должны сообщаться колебания в соответствии с табл. 36, которые соответствуют колебаниям при транспортировании.

36. ВИБРАЦИОННЫЕ НАГРУЗКИ ПРИ ИСПЫТАНИИ ТАРЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ТРАНСПОРТА

Виды транспорта	Амплитуда колебаний, мм		Частота колебаний в минуту	
	горизонтальное направление	вертикальное направление	горизонтальное направление	вертикальное направление
Железнодорожный	20	30	90	250
Автомобильный	15	—	200	—
Воздушный	0,2	0,3	600	3000

Ящики при испытании прочности на вибрацию загружаются бутафорией, масса которой соответствует массе и объему упаковываемой продукции. Ящики устанавливаются на рабочую площадку стенда в штабеля высотой не менее трех ящиков. На нижний ящик должна действовать нагрузка, равная массе штабеля, высота которого зависит от вида транспортировки. При железнодорожных перевозках высота штабеля должна быть 2,5 м, автомобильных — 2, воздушных 1 м.

Время прекращения испытания определяется повреждениями стенок ящика, оклеечной ленты или шивки, влияющих на сохранность продукции. Показателем, характеризующим сопротивление тары вибрационным нагрузкам, является время испытания. Продолжительность испытаний должна быть не менее 18 ч.

**Испытание картонной и бумажной тары на устойчивость к воздействию дождя.** Этот метод применяется для определения влагозащитных свойств тары при прямом попадании воды. Испытания проводятся на специальной установке, которая имеет устройство для получения и поддержания дождя с интенсивностью от 1,5 до 8 мм/мин. Зона действия дождя должна превышать габаритные размеры тары не менее чем на 3 см. Длительность одного цикла испытаний выбирается в соответствии с требованиями соответствующего климатического района, длительностью хранения тары на открытом воздухе и числом перегрузок при транспортировании. Общая длительность цикла может составлять от 5 мин до 6 ч 20 мин. Дождевальная установка должна иметь поворотный стол, наклоненный к горизонтальной плоскости под углом 10°. Конструкция стола должна обеспечивать хороший сток воды. Подготовка образцов тары и проведение испытаний осуществляется в соответствии с ГОСТ 18119—72 «Тара транспортная. Метод испытания на устойчивость к воздействию дождя».

**Климатические испытания картонной и бумажной тары.** Климатические испытания картонной и бумажной тары проводятся для определения влияния на прочностные и защитные свойства тары влажности, температуры, морского тумана. Для проведения испытаний используются климатические камеры, в которых могут воспроизводиться заданная влажность и температура. Влажность воздуха является основным доминирующим климатическим фактором, который значительно ухудшает прочностные свойства тары и тароматериалов в процессе их хранения и транспортирования. Сочетание факторов повышенной влажности и температуры способствует ускорению проникновения влаги в волокнистый материал. Важным фактором является также действие низких температур, особенно это относится к картонной и бумажной таре, имеющей пропитку или покрытие различными восковыми составами: битумом, полиэтиленом и другими. При низких температурах эти покрытия придают материалам хрупкость, снижают упругопластические свойства материала. Диапазон температур, в которых может эксплуатироваться картонная и бумажная тара, довольно широкий: от +65°С до —85°С.

При длительном действии высокой температуры изменяются механические свойства материалов. Материалы с покрытиями становятся более эластичными, теряют свою жесткость. Длительность и цикличность испытаний картонной и бумажной тары, параметры влажности и температуры устанавливаются

в зависимости от требований к условиям эксплуатации тары и определяются по отдельным методикам. Климатические испытания тары завершаются испытанием тары на соответствующие прочностные свойства (сжатие, сбрасывание, вибрацию), при этом разрыв между окончанием воздействия климатических факторов и проведением прочностных испытаний должен быть минимальным.

Чтобы исключить влияние изменения условий окружающей среды, испытательную аппаратуру размещают непосредственно в климатической камере комнатного типа, например при проведении испытаний на воздействие низких температур.

## Глава IX

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ

#### 1. СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВА ТАРЫ

Затраты материальных ресурсов на упаковку продукции занимают значительное место в народном хозяйстве. С увеличением выпуска продукции, повышением ее качества увеличивается потребность в таре и тароматериалах. В связи с этим рациональное использование материалов, в первую очередь деловой древесины, для производства тары приобретает большое значение. Повышение технического уровня тарного хозяйства, внедрение более прогрессивных и экономичных видов тары обеспечили заметное изменение структуры производства и потребления тары, и одним из наиболее перспективных видов является картонная и бумажная тара, которая в структуре транспортной тары занимает большой удельный вес.

В табл. 37 представлена структура потребления транспортной тары в СССР в 1975 г. [47], из которой следует, что доля

37. СТРУКТУРА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ТАРЫ В СССР В 1975 г.

Вид тары	% при переводе в круглый лес	% по стоимости
Деревянная	60,9	66,0
Картонная	28,0	16,8
Бумажная	3,3	6,0
Полимерная	1,0	1,1
Металлическая	6,8	10,1
Итого	100	100

картонной и бумажной тары составила 31,3% в пересчете на условный измеритель тары в круглом лесе.

По сравнению с 1965 г. производство картонной тары в СССР увеличилось в пять раз, что существенно повлияло на структуру производства и потребления тары. Развитие производства и расширение сферы применения картонной и бумажной тары совпадает с общей тенденцией и основными направлениями производства и потребления тары в других развитых странах. Это можно проследить по данным табл. 38 [22].

### 38. СТРУКТУРА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТАРЫ В США

Вид тары	Структура по годам в % к общей стоимости тары		
	1958	1965	1970
Картонная и бумажная	47,5	52,5	51,4
Металлическая	21,7	24,0	24,0
Пластмассовая	3,7	10,0	13,6
Стеклоанная	7,9	7,0	7,0
Деревянная	3,9	4,1	4,0
Текстильная	1,6	1,8	—
Прочие виды	13,7	0,6	—
Итого	100,0	100,0	100,0

В настоящее время в США сохраняется тенденция опережающего роста картонно-бумажной тары по сравнению с другими видами тары. В 1973 г. выработка картона и бумаги достигла в США 58,0 млн. т, из которых 25,0 млн. т, т. е. 43% общего производства, израсходовано на тару и упаковку [87]. В США насчитывается около 450 фирм, вырабатывающих целлюлозно-бумажную продукцию. Они объединяют около 800 бумажных и картонных фабрик, 375 заводов волокнистых полуфабрикатов. Намечается дальнейший рост производства картонной и бумажной тары, которая к 1980 г. возрастет до 30 млн. т.

Производство гофрированного и сплошного клеенного картона в США характеризуется данными, приведенными в табл. 39.

### 39. ПРОИЗВОДСТВО КАРТОНА В США ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ ТАРЫ, ТЫС. Т

Вид картона	1965 г.	1971 г.	1975 г.
Гофрированный картон	10 558	13 643	13 860
Сплошной клеенный картон	177	163	114
Коробочный картон	5 817	5 450	4 467

В 1976 г. в США производство картонных ящиков осуществлялось на 1429 предприятиях, в том числе 775 предприятий были заняты только переработкой листового картона. На предприятиях выпуск гофрированного картона производится на 744 гофроделательных агрегатах.

Значительный интерес представляет структура производства тароупаковочных материалов в Англии [22]. Анализ структуры производства упаковочных средств и классификация их по видам исходных материалов показывают, что древесина и стекло почти полностью вытеснены бумажной, пластмассовой и металлической тарой, о чем свидетельствуют данные табл. 40.

#### 40. СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВА ТАРЫ В АНГЛИИ

Вид тары	Структура по годам в % к общей стоимости тары		
	1961	1965	1971
Картонная и бумажная	50,7	45,4	37,0
Металлическая	18,3	19,6	28,9
Стекланная	9,2	7,0	10,0
Пластмассовая	2,2	5,8	13,3
Деревянная	3,6	4,5	2,6
Тканевая	6,0	3,0	1,9
Прочие виды	10,0	14,7	6,3
Итого	100,0	100,0	100,0

Развитие тароупаковочной промышленности одновременно характеризуется все большим расширением производства комбинированных видов тары на основе бумаги и картона.

Высокие темпы развития производства бумаги и картона наблюдаются в Японии [19]. За период 1960—1970 гг. потребление этих материалов выросло в 2,9 раза и составило в 1972 г. 13,6 млн. т. Потребление бумаги и картона составляет 19% в общем мировом потреблении, при этом картона и бумаги на упаковку идет 77% от общих объемов потребления этих видов материалов. К 1980 г. производство бумаги и картона будет доведено до 27,3 млн. т. Характерным является то, что 80% потребности бумажной промышленности в волокнистом сырье будет обеспечено внутренними ресурсами страны, в том числе будет полностью использована бумажная и картонная макулатура, отходы древесины, низкосортная древесина. Производство гофрированного картона в Японии составляет более 3 млн. т в год. Картонная и бумажная тара занимает большой удельный вес и в других странах; о чем свидетельствуют данные, приведенные в табл. 41, 42.

## 41. СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВА ТАРЫ В ФРГ [22]

Вид тары	Объем производства тары, млн. марок		Структура, %	
	1965	1970	1965	1970
Картонная и бумажная	4071	5 333	48,8	46,3
Пластмассовая	1276	2 385	15,3	20,7
Металлическая	1890	2 436	22,6	21,1
Стеклоянная	740	1 016	8,9	8,8
Деревянная	298	291	3,6	2,5
Тканевая	44	31	0,5	0,3
Прочие виды	22	33	0,3	0,3
Итого	8341	11 525	100	100

## 42. СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВА ТАРЫ В ЧССР [22]

Вид тары	Структура по годам, %			
	1965	1970	1975	Прогноз на 1980 г.
Бумажная и картонная	36,2	39,9	45,0	43,1
Деревянная	19,1	15,6	13,4	13,3
Металлическая	10,9	11,8	12,6	14,0
Стеклоянная	30,7	28,5	24,2	23,1
Пластмассовая	1,5	2,9	3,7	5,5
Прочие виды	1,6	1,3	1,1	1,0
Итого	100,0	100,0	100,0	100,0

Анализ данных производства и потребления транспортной тары показывает, что в развитии тарного производства наблюдаются устойчивые тенденции и структурные сдвиги в сторону увеличения потребления картонной и бумажной тары и уменьшения деревянной, металлической и других видов тары.

Расширение производства и сферы потребления картонной и бумажной тары наряду с экономическими вопросами имеет непосредственное отношение к охране окружающей среды.

Большое значение имеет предохранение окружающей среды от засорения отходами производства и бытовыми отбросами. Это в значительной мере касается различных изделий и упаковок, в том числе из бумаги и картона, широкое распространение которых непосредственно связано с опасностью засорения окружающей среды не только в черте города, поселка, но и в загородных местах отдыха. Поэтому использованию отходов, их утилизации придается особое внимание. Утилизация отходов

и бывшей в употреблении картонной и бумажной тары может осуществляться в следующих направлениях: использование макулатуры как вторичного сырья для производства тарного картона; сжигание отходов; биodeградация отходов.

Сбор и использование макулатуры в качестве вторичного сырья играет большую роль в бумажном производстве, так как позволяет сократить расход свежей древесины. Поэтому при переработке картона и картонной тары, сборе и подготовке к сдаче макулатуры необходимо учитывать требования, предъявляемые к ее качеству, не допускать в макулатуре сильных загрязнений, абразивных включений и других предметов, которые могут вывести из строя перерабатывающее оборудование, образовать дефекты при изготовлении картона. Те отходы из картонной и бумажной тары, которые не могут использоваться как вторичное сырье, следует сжигать. При сжигании картона и бумаги (если последние не содержат различных полимерных материалов) не образуется токсичных газов. Зола при сжигании картона составляет небольшой процент от первоначального объема сгоревшего материала, она может быть использована в качестве удобрения. Сжигание отходов, как правило, производится в специальных печах, которые снабжены улавливателями летучих частиц пепла. Картон и бумага имеют высокую теплотворную способность, что позволяет их эффективно использовать совместно с другими отходами для отопительных целей и для производства энергии. Что касается ликвидации отходов картона и бумаги путем биodeградации под действием естественных природных условий, то, как и у всех материалов с целлюлозной основой, это происходит в результате воздействия биологических и физико-химических факторов, к которым относятся в первую очередь климатические условия, состояние почвы, микроорганизмы, влага, температура, ультрафиолетовые лучи и т. д. Такое разрушение материала происходит в достаточно короткий период времени, при этом создаются вполне удовлетворительные минерализованные удобрения, значительно улучшающие структуру почвы и повышающие ее аэрацию. Следует иметь в виду, что процесс полного биологического преобразования материала может значительно замедляться, если при изготовлении картона в качестве добавок применялся парафин, смолы, пластмассовые пленки и т. д. Эти защитные материалы часто не поддаются деградации, для их разрушения требуются другие методы утилизации (биохимический, механический, тепловой или комбинированные).

## 2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТАРЫ

Экономически эффективной считается тара, которая позволяет обеспечить количественную и качественную сохранность продукта в условиях перевозки, погрузочно-разгрузочных работ,

хранения и реализации с минимальными затратами трудовых и материальных ресурсов на единицу продукции.

Определение экономической эффективности тары заключается в выборе оптимального варианта путем сравнения технико-экономических показателей различных способов упаковки и видов тары, предназначенных для одних и тех же целей [25, 34].

Показатель общей экономической эффективности определяется как отношение экономии от снижения текущих затрат к сумме капитальных вложений или среднегодовых производственных фондов (основных и оборотных):

$$\mathcal{E}_{\text{кр}} = \Gamma_9 / K,$$

где  $\Gamma_9$  — экономия от снижения текущих затрат;  
 $K$  — капиталовложения.

$$\Gamma_9 = (C_{i1} + C_{j1} + \Pi_1) - (C_{i2} + C_{j2} + \Pi_2),$$

где  $C_{i1} + C_{j1}$  — сумма затрат, связанных с производством тары по заменяемому варианту;

$C_{i2} + C_{j2}$  — сумма затрат, связанных с производством картонной или бумажной тары;

$\Pi_1$  — потери продукции при хранении и транспортировании в существующей применяемой таре;

$\Pi_2$  — потери продукции при хранении и транспортировании в рекомендуемой картонной или бумажной таре.

Сроки окупаемости капитальных вложений определяются на основе соотношения капитальных вложений и экономии от снижения текущих затрат:

$$T_{\text{кп}} = K / \Gamma_9.$$

Показателем сравнительной экономической эффективности является минимум приведенных затрат. Сопоставимость приведенных затрат по различным вариантам достигается за счет того, что рассчитываются их удельные величины, отнесенные на количество тары, необходимой для упаковывания учетной единицы продукции. Сумма приведенных затрат в производстве и у потребителя рассчитывается по формуле

$$(C_i + E_{ni}K_i) P_n + (C_j + E_{nj}K_j) P_n + \Pi \rightarrow \min,$$

где  $C_i$  — себестоимость единицы тары, руб.;  
 $E_{ni}, E_{nj}$  — нормативные коэффициенты эффективности капитальных вложений;  
 $K_i$  — удельные капитальные вложения в производство тары, руб.

$P_n$  — количество тары, необходимое для перевозки единицы продукции с учетом срока ее службы и оборачиваемости;

$C_j$  — сумма затрат, связанных с использованием тары в расчете на единицу продукции, руб.;

$K_j$  — удельные капитальные вложения на тару у потребителя (капитальные затраты на средства механизации, складские помещения);

$\Pi$  — потери продукции при хранении и транспортировке в таре, обусловленные ее свойствами, руб.

Годовой экономический эффект определяется по разности приведенных затрат двух сравнительных вариантов в расчете на внедрение более прогрессивного вида тары.

**Эффективность взаимозаменяемости деревянной тары картонной.** В народном хозяйстве для упаковки одного и того же вида продукции могут применяться различные виды тары. Широко распространенная деревянная тара постепенно вытесняется более прогрессивными видами и в первую очередь картонной тарой. Широкое внедрение картонной тары обусловливается рядом преимуществ ее по сравнению с деревянными ящиками. Затраты труда на изготовление картонных ящиков в семь раз ниже, а расход древесины в три-четыре раза меньше, чем на производство такого же количества деревянных ящиков. Картонные ящики в три-четыре раза легче деревянных, могут транспортироваться в сложенном виде, удобны в обращении. Чтобы наиболее эффективно использовать картонную тару взамен других видов тары, в частности деревянной, ВНИЭКИТУ разработаны [24] коэффициенты взаимозаменяемости деревянной тары картонной. Коэффициент показывает количество лесоматериалов, высвобождаемых при использовании одной тонны или тысячи квадратных метров гофрированного картона при упаковке продукции в картонную тару взамен деревянной, и рассчитывается по следующей формуле,  $\text{м}^3/\text{тыс. м}^2$ :

$$K_a = P_g / P_k,$$

где  $P_g$  — расход древесины на упаковку определенного количества продукции в пересчете на круглый лес,  $\text{м}^3$ ;

$P_k$  — расход картона на упаковку такого же количества продукции в тыс.  $\text{м}^2$ .

Коэффициент взаимозаменяемости древесины картоном является одним из главных критериев, определяющих очередность внедрения картонной тары. При прочих равных условиях картонная тара должна в первую очередь применяться для упаковки продукции с наибольшим коэффициентом взаимозаменяемости. Хорошим коэффициентом взаимозаменяемости на данном этапе считается коэффициент 10—15  $\text{м}^3/\text{тыс. м}^2$ . Для разной продукции коэффициенты взаимозаменяемости различные, колеблются

в значительных пределах и зависят от многих факторов. Применение в производстве прогрессивных и экономичных видов деревянной тары, увеличение ее оборачиваемости, использование многооборотной тары снижают коэффициент ее заменяемости, что необходимо учитывать при внедрении картонной тары. С учетом влияния оборачиваемости тары формула коэффициента заменяемости приобретает следующий вид:

$$K_3 = P_g K_k / K_g P_k,$$

где  $K_g$  — коэффициент оборачиваемости деревянной тары;  
 $K_k$  — коэффициент оборачиваемости картонной тары.

Наряду с коэффициентом взаимозаменяемости важно знать и коэффициент эффективности использования древесины, который определяется следующей зависимостью:

$$K = P_g / P_k P_g^1,$$

где  $P_g^1$  — расход круглого леса в кубометрах на производство 1 тыс. м<sup>2</sup> картона.

Этот коэффициент показывает, во сколько раз эффективней используется сырье для производства эквивалентного количества картонной и деревянной тары. Следует иметь в виду, что для производства картона используется более низкосортная древесина, отходы лесопиления.

Важным показателем эффективности использования картонной тары является величина, показывающая высвобождение круглого леса при внедрении картонной тары взамен деревянной. Эта величина определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_g = P_g - P_k P_g^1.$$

С учетом оборачиваемости тары эта формула имеет следующий вид:

$$\mathcal{E} = (P_g / K_g) - (P_k P_g^1 / K_k).$$

При решении вопроса о целесообразности применения картонной тары необходимо определять полные приведенные затраты ( $Z_n$ ) на производство и эксплуатацию каждого вида тары, предназначенного для упаковки конкретного вида продукции, которые рассчитываются по следующей формуле:

$$Z_n = C_g + E_n K_g + I_n + P_n,$$

где  $C_g$  — удельные текущие затраты на тару;  
 $K_g$  — удельные капитальные вложения на тару;  
 $I_n$  — издержки обращения, зависящие от тары;  
 $P_n$  — потери продукции, зависящие от вида тары;  
 $E_n$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Эквивалент замены деревянной или другой тары картонной при этом определяется:

$$\mathcal{E}_3 = Z_{\text{пг}}/Z_{\text{пк}},$$

где  $Z_{\text{пг}}$ ,  $Z_{\text{пк}}$  — приведенные затраты на деревянную и картонную тару для упаковки единицы продукции. Данный эквивалент отражает сравнительную экономическую эффективность и, если эквивалент замены больше единицы, замена данного вида тары картонной экономически целесообразна.

### 3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КАРТОННОЙ ТАРЫ ПРИ ГРУЗОПЕРЕВОЗКАХ

Экономическая эффективность картонной тары при грузоперевозках достигается за счет уменьшения массы тары, ее габаритов, улучшения условий погрузочно-разгрузочных работ.

Эффективность тары при грузоперевозках можно определить показателем повышения объемов перевозки продукции за счет снижения массы тары, %:

$$\mathcal{E}_T = G_n/G_6 \cdot 100,$$

где  $\mathcal{E}_T$  — показатель эффективности тары при грузоперевозках;

$G_n$  — масса продукта, кг;

$G_6$  — масса тары с продуктом, кг.

Сравнительные данные для тары одинаковой емкости приведены в табл. 43.

43. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТАРЫ ПРИ ГРУЗОПЕРЕВОЗКАХ

Вид тары	Масса тары с продуктами, кг	Масса продукта, кг	$\mathcal{E}_T$ , %
Картонный ящик	25,5	25	98
Картонный барабан	53,0	50	94
Фанерный барабан	54,5	50	92
Металлический барабан	55,1	50	91
Деревянная бочка	60,1	50	83
Деревянный ящик	56,2	50	89

Из приведенной табл. 43 видно, что картонная тара является для грузоперевозок наиболее экономичной по сравнению с другими видами тары такой же емкости, что обуславливается более низкой ее собственной массой. Помимо снижения массы тары следует также учитывать, что габаритные размеры картонной тары также значительно меньше сравниваемых, что позволяет более экономично использовать транспортные средства, складские помещения.

#### 4. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА МАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРТОННЫХ ЯЩИКОВ

Вопросы нормирования расхода материалов на производство картонной тары имеют большое значение для снижения расхода материалов и повышения ее эффективности.

Нормирование расхода материальных ресурсов — это установление плановой меры их производственного употребления. Основными задачами нормирования расхода тарного картона и бумаги в производстве картонных ящиков является разработка и внедрение в промышленность научно обоснованных норм с целью наиболее рационального и эффективного использования этих материалов.

Норма расхода бумажных материалов в производстве картонных ящиков — это максимально допустимое количество бумаги и картона, необходимое для производства единицы тары определенной конструкции и отвечающей требуемым прочностным и технико-экономическим показателям.

В производстве ящиков из гофрированного картона нормируется расход тарного картона для плоских слоев и бумаги для гофрирования, силикатного клея для изготовления гофрированного картона и проволоки для сшивки (клея или клеевой ленты для склеивания) заготовки ящика по соединительному шву.

В производстве ящиков из сплошного клеенного картона нормируются расход тарного картона, клей для изготовления сплошного клеенного картона и проволока для образования соединительного шва.

В производстве картонной тары нормы расхода материалов классифицируются по следующим признакам:

а) по периоду действия — текущие, перспективные. Текущие нормы используются для целей текущего планирования, перспективные нормы для разработки перспективных материальных балансов и планов распределения;

б) по масштабу применения — индивидуальные, групповые. Индивидуальные нормы расхода разрабатываются применительно к условиям производства продукции на конкретном предприятии. Эти нормы разрабатываются на предприятиях на основе первичной конструкторской и технологической документации, технико-экономических расчетов и достигнутых показателей использования материальных ресурсов на передовых предприятиях. Индивидуальные нормы расхода материалов рассчитывают, как правило, в сводном виде.

Групповые нормы устанавливают расход материалов на однородную продукцию по группе предприятий и рассчитывают как средневзвешенные величины на основе индивидуальных норм.

Структура норм расхода материалов на производство картонной тары определяется составом и соотношением входящих в нее нормобразующих элементов.

Норму расхода картона и бумаги на картонные ящики образуют следующие элементы:

- а) чистый расход материалов;
- б) технологические отходы, образующиеся при изготовлении картона и его переработке на ящики.

Чистым (полезным) расходом картона (бумаги) на картонный ящик является количество картона (бумаги), которое содержится в готовом ящике. В норму расхода на картонную тару входит чистый расход картона (бумаги) и минимальные отходы, обусловленные заланированной технологией и организацией производства, размерами ящиков и комплектующих деталей, установленными соответствующими стандартами или техническими условиями.

Отходы, которые не используются в производстве основной продукции на данном предприятии, не могут быть использованы в других производственных процессах на данном предприятии или других предприятиях, в норму расхода материала не включаются.

Основные виды технологических отходов картона и бумаги в производстве картонных ящиков образуются:

при заправке картона и бумаги в гофрированную и клеильную машины (срезы поврежденных слоев картона и бумаги при заправке, нахлесты, участки полотна картона и бумаги с вырывами, загрязнениями и др.);

в процессе изготовления картона, вызванные расклейкой, короблением, смещением кромок, вырывами на сушильных плитах;

при продольной обрезке кромок полотна гофрированного картона;

при продольной резке (раздирание кромок, смятие, образование надломов);

при поперечной резке (неформатные заготовки, смятие листов и др.);

за счет припусков по длине заготовок;

при высечке заготовок на печатно-просекальных машинах (неправильно высеченные заготовки, загрязнение печатными красками и др.);

при сшивке или склейке ящиков на автоматах или полуавтоматах.

Следует иметь в виду, что часть образующихся технологических отходов может быть использована на переработку деталей меньшего размера: перегородок, обечаек, вкладышей, амортизаторов и других изделий, поэтому в нормах расхода материалов должны учитываться лишь отходы, полученные после

использования заготовок, которые по определенным причинам нельзя было использовать для изготовления картонных ящиков. В нормы расхода материалов не включаются:

отходы, вызванные отступлением от регламентируемой технологии производства режимов работы агрегатов, рецептур клеев, от установленных форм организации и снабжения;

отходы при транспортировке и хранении материалов, заготовок, готовой продукции;

отходы, обусловленные отступлениями от установленных требований к качеству тарного картона и бумаги;

расход картона и бумаги на испытание образцов;

расход тарного картона и бумаги на наладку, ремонт оборудования.

При расчете норм расхода тарного картона, бумаги и других материалов при производстве картонной тары необходимо учитывать требования ГОСТ, технических условий на конкретные виды тары, ГОСТ и технические условия на картон, бумагу и вспомогательные материалы. Расчету норм расхода должно предшествовать технико-экономический анализ условий потребления тарного картона и бумаги в производстве картонной тары, должны быть вскрыты и учтены все резервы экономии сырья, все возможности улучшения качества продукции. К таким резервам относятся:

совершенствование техники и технологии изготовления картона с целью уменьшения отходов от коробления, расклейки, смещения кромок, надломов, получения минимальной обрезки кромок и минимальных припусков по длине заготовок и др.;

максимальное использование отходов производства для изготовления различных комплектующих деталей к ящикам и другим изделиям (амортизаторов, прокладок и пр.);

совершенствование методов технического контроля технологических процессов производства;

повышение квалификации рабочих;

надлежащая отладка и систематический контроль за работой оборудования;

применение комбинированного раскроя заготовок, использование наиболее оптимальных сочетаний типоразмеров ящиков;

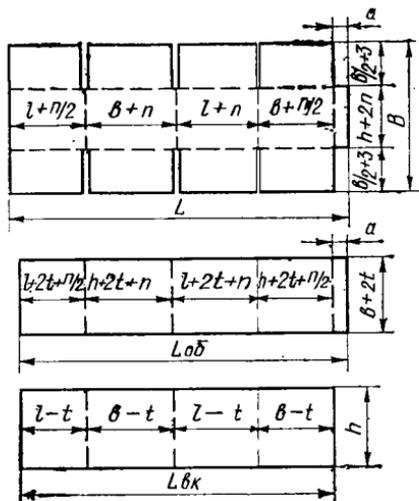
применение для определения оптимальных схем раскроя полотна картона на гофроагрегате электронно-вычислительных машин.

Для установления норм расхода материалов на картонные ящики необходима следующая документация: рабочие чертежи тары; карты технологического процесса; карты раскроя полотна картона; план организационно-технических мероприятий по экономии используемых материалов; инструкция по расходу материалов на производство картонной тары.

Наиболее целесообразным измерителем норм расхода тарного картона и бумаги является квадратный метр. Использо-

ние этого измерителя позволяет устранить влияние колебаний массы используемых материалов на точность расчетов.

Норма расхода картона и бумаги на ящики определяется содержанием картона в ящике и комплектующих деталях и величиной технологических отходов, образующихся в процессе изготовления картона и его переработке на ящики. С целью упрощения расчета норм расхода содержание картона и бумаги в ящике и комплектующих деталях определяется в чистовых заготовках ящика и комплектующих его деталей. Площадь чистовых заготовок определяется



внутренними размерами ящика, припусками на линии сгиба, шириной соединительного клапана и другими элементами конструкции ящика. Для того чтобы изготавливаемые картонные ящики имели внутренние размеры точно в соответствии с заданными, необходимо правильно составлять раскройную карту, учитывая в ней все необходимые припуски. Сум-

РИС. 114. Раскройные карты заготовок ящиков и комплектующих изделий

марная площадь чистовых заготовок ящика и комплектующих его деталей определяется:

$$f = f_1 + f_2 + \dots + f_n,$$

где  $f_1, f_2, \dots, f_n$  — площади чистовых заготовок ящика, комплектующих деталей, входящих в комплект ящика (обечайка, перегородки, вкладыши и т. д.).

Для ящиков обычного типа (четырёхклапанного) и простых комплектующих деталей (вкладыша и обечайки) такие раскройные карты выглядят, как на рис. 114.

Чистовая заготовка ящика определяется при этом:

$$f_1 = LB,$$

где величины  $L$  и  $B$  определяются внутренними размерами ящика и припусками:

$$L = \left(b + \frac{n}{2}\right) + (l+n) + (b+n) + \left(l + \frac{n}{2}\right) + a = 2b + 2l + 3n + a;$$

$$B = \left(\frac{b}{2} + 3\right) + (h+2) + \left(\frac{l}{2} + 3\right) = b + h + 2n + 6,$$

где  $l$  — длина ящика;  
 $b$  — ширина ящика;  
 $h$  — высота ящика;  
 $n$  — припуск на линию сгиба;  
 $a$  — ширина соединительного клапана;  
 $6$  — припуск на закрытие клапанов (по 3 мм на каждый клапан).

Чистовая заготовка вкладыша для такого ящика определяется:

$$f = (2b + 2l - 4t) h,$$

где  $t$  — толщина картона.

Площадь чистой заготовки обечайки определяется:

$$f_{об} = (2l + 2h + 8t + a + 3n) \cdot (b + 2t).$$

Площадь заготовок других ящиков и различных комплектующих деталей может быть определена аналогичным образом. Относительная величина технологических отходов, включаемых в норму расхода картона и бумаги на ящик, выражается расходным коэффициентом, равным отношению количества картона, израсходованного на изготовление ящика, к содержанию картона в чистовых заготовках ящика и комплектующих его деталях:

$$K_{расх} = f_{расх} / f_{ч.з.},$$

где  $f_{расх}$  — количество картона, израсходованного на производство картонного ящика, м<sup>2</sup>;

$f_{ч.з.}$  — содержание картона в чистовых заготовках ящика и комплектующих его деталях, м<sup>2</sup>.

Процесс производства картонной тары складывается из нескольких технологических операций, и на каждой образуются отходы материалов, которые следует учитывать в нормах расхода. Поэтому расходный коэффициент может быть определен как произведение пооперационных расходных коэффициентов:

$$K_{расх} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5,$$

где  $K_1$  — расходный коэффициент, учитывающий технологические отходы, образующиеся при заправке картона и бумаги на гофроагрегате, при изготовлении и раскрое полотна картона;

$K_2$  — расходный коэффициент, учитывающий отходы, образующиеся при обрезке кромок полотна картона;

$K_3$  — расходный коэффициент, учитывающий отходы за счет припуска заготовок по длине;

$K_4$  — расходный коэффициент, учитывающий отходы на печатно-высекальных машинах, рилевочно-резательных

станках, станках для изготовления перегородок, высекальных прессах;

$K_5$  — расходный коэффициент, учитывающий отходы при шивке и склейке заготовок.

При изготовлении картона в виде форматных листов для поставки другим потребителям расходный коэффициент составляет:

$$K_{\text{расх}} = K_1 K_2.$$

Отходы, имеющие место в производстве гофрированного и сплошного клеенного картона, можно разделить на условно постоянные, не зависящие от типоразмера изготавливаемых ящиков данной конструкции, и на переменные, которые зависят от размеров ящика данного типа.

К первой группе относятся отходы, которые отражены коэффициентами  $K_1$ ,  $K_4$ ,  $K_5$ . Величина этих отходов, а соответственно и расходные коэффициенты определяются опытным путем при условиях наиболее оптимальной технологии и организации производства. Отходы, учитываемые коэффициентами  $K_2$  и  $K_3$ , могут быть определены расчетным путем для каждого типоразмера ящика и его деталей с последующей проверкой опытным путем.

Расходный коэффициент  $K_1$  определяется:

$$K_1 = F_{\text{обр}} / (F_{\text{обр}} - F_{\text{отх}}).$$

где  $F_{\text{обр}}$  — количество израсходованного обрезного картона (заготовки);

$F_{\text{отх}}$  — количество отходов, образующихся при изготовлении и раскрое картона на заготовки.

Количество картона в отрезных заготовках определяется:

$$F_{\text{обр}} = n_0 l_0 b_0,$$

где  $n_0$  — количество отрубов заготовок;

$l_0$  — длина отруба заготовки, м;

$b_0$  — ширина полотна картона после обрезки кромок, м;

$F_{\text{отх}}$  — количество отходов, образующихся в процессе изготовления и поперечной резки полотна картона, в процессе заправки, раскроя, перехода на другой формат заготовок, при штабелировании заготовок. Величина этих отходов учитывается в квадратных метрах и определяется по формуле

$$F_{\text{отх}} = F_{\text{з.о}} + \sum_{i=1}^m f_m g_m - \sum_{i=1}^m f_{1m} g_{1m},$$

где  $F_{\text{з.о}}$  — отходы тарного картона и бумаги при заправке, пересчитанные на гофрированный или сплошной клеенный картон.

Величина этих отходов может быть определена следующим образом: определяется средняя площадь листа тарного картона или бумаги, срываемого при одной заправке, считается среднее количество заправок, проводимых в процессе изготовления  $F_{обр}$  заготовок, затем считается общая площадь сорванных при всех заправках листов картона и бумаги и это количество пересчитывается на площадь картона. Аналогичным образом учитываются и остатки бумаги и картона на гильзах;  $f_m$  — площадь заготовки, получаемой на гофроагрегате;  $g_m$  — количество заготовок с дефектами, полученными в процессе изготовления;  $f_{1m}$  — площадь заготовок ящика или деталей меньшего формата, выкраиваемых из одной заготовки с дефектами;  $g_{1m}$  — количество заготовок с дефектами, пригодных для раскроя на заготовки меньшего формата.

Расходный коэффициент  $K_2$  определяется отношением

$$K_2 = b_n / b_o,$$

где  $b_n$  — необрезная ширина полотна картона, получаемая на агрегате;

$b_o$  — ширина полотна картона, полученная после продольной обрезки кромок.

На основании анализа работы оборудования на предприятиях, изготавливающих картонные ящики, ВНИЭКИТУ установил [50] оптимальную величину обрезки кромок по 15 мм с каждой стороны при производстве гофрированного картона и по 20 мм с каждой стороны для производства сплошного склеенного картона. Такая оптимальная величина обрезки кромок не всегда может быть достигнута, так как она зависит и от оптимального продольного раскроя картона. Опыт работы передовых предприятий показал, что на различные заготовки можно использовать полосу картона шириной не менее 100 мм, так как более узкая полоса не перерабатывается механизированным способом, поэтому в тех случаях, когда невозможен рациональный раскрой полотна картона, полоса шириной до 100 мм включается в норму расхода. Расходный коэффициент  $K_3$  рассчитывается по формуле

$$K_3 = \frac{f_n - \sum_{i=1}^m f_m}{f_{1n} + \sum_{i=1}^m f_{1m}},$$

где  $f_n$  — площадь заготовок ящика с припуском по длине заготовок;

$f_m$  — площадь комплектующих деталей с припуском по длине;

$f_{1n}$  — площадь чистовых заготовок ящика;

$f_{1m}$  — площадь чистовых заготовок комплектующих деталей.

Припуск заготовок по длине зависит в основном от стабильности длины отруба на агрегатах поперечной резки, а также величины оптимального припуска по длине заготовки, обеспечивающего требуемые размеры высечки заготовки на печатно-просекальной машине. Анализ работы существующего оборудования, проведенной ВНИЭКИТУ [50], позволяет установить оптимальный припуск по длине для заготовок из гофрированного картона 10 и 20 мм для сплошного склеенного картона. Расходный коэффициент  $K_4$  определяется по формуле

$$K_4 = \frac{Qf_1}{Qf_1 - (g_2f_1 - g_2^1f_2)},$$

где  $Q$  — количество заготовок, поступивших на высечку или обрезку;

$f_1$  — чистовая площадь одной заготовки;

$g_2$  — количество заготовок, неправильно высеченных или обрезанных;

$g_2^1$  — количество заготовок, неправильно высеченных или обрезанных, но годных для переработки на другие форматы или комплектующие изделия;

$f_2$  — площадь заготовок, выкраиваемых из заготовок с дефектами.

Коэффициент  $K_4$  рассчитывается для каждого ящика и комплектующих деталей. Общий коэффициент для ящика с комплектующими деталями определяется:

$$K_4 = \frac{K_{4я}f_{1я} + \sum_{i=1}^m K_{4m}f_{1m}}{f_{1я} + \sum_{i=1}^m f_m},$$

где  $K_{4я}$  — расходный коэффициент для ящика;

$K_{4m}$  — расходный коэффициент для комплектующих деталей;

$f_{1я}$  — чистовая площадь заготовки ящика;

$f_{1m}$  — чистовая площадь заготовки комплектующей детали.

Расходный коэффициент  $K_5$  определяется по формуле

$$K_5 = \frac{Q_1f_1}{Q_1f_1 - (g_3f_1 + g_3^1f_3)},$$

где  $Q_1$  — количество заготовок, поступивших на шивку или склейку;

$f_1$  — площадь чистовой заготовки;

$g_3$  — количество неправильно сшитых или склеенных заготовок;

$g_3^1$  — количество неправильно сшитых или склеенных заготовок, но пригодных для переработки на комплектующие детали или заготовки малого размера;

$f_3$  — площадь малых заготовок, выкраиваемых из одной неправильно сшитой или склеенной заготовки.

Расходный коэффициент  $K_5$  определяется для ящика и каждой комплектующей детали. Для ящиков с комплектующими деталями общий расходный коэффициент  $K_5$  определяется по формуле

$$K_5 = \frac{K_{5я}f_{1я} + \sum_{i=1}^m K_{5m}f_{1m}}{f_{1я} + \sum_{i=1}^m f_{1m}},$$

где  $K_{5я}$  и  $K_{5m}$  — расходные коэффициенты для ящика и комплектующей детали.

Норма расхода картона на производство картонных ящиков рассчитывается, м<sup>2</sup>/ящик:

$$H_k = \left( f_{1я} + \sum_{i=1}^m f_{1m} \right) K,$$

где  $H_k$  — норма расхода картона на один ящик;

$f_{1я}$  — площадь чистой заготовки ящика;

$f_{1m}$  — площадь чистой заготовки комплектующей детали;

$K$  — расходный коэффициент.

Расход тарного картона  $H_k$  на один ящик определяется, м<sup>2</sup>:

$$H_k = \left( f_{1я} + \sum_{i=1}^m f_{1m} \right) Kn,$$

где  $n$  — количество слоев тарного картона в гофрированном или сплошном склеенном картоне.

Расход бумаги для гофрированного слоя  $H_6$  на один ящик определяется, м<sup>2</sup>:

$$H_6 = \left( f_{1я} + \sum_{i=1}^m f_{1m} \right) Kn\eta,$$

где  $\eta$  — коэффициент гофрирования, учитывающий уменьшение длины полотна бумаги при образовании волнистого слоя гофрированного картона.

Коэффициент гофрирования зависит от профиля гофрирующих валов, степени их прижима, толщины бумаги; значение его колеблется для разных гофроагрегатов от 1,2 до 1,5. Коэффициент гофрирования определяется следующим отношением:

$$\eta = l/l_0,$$

где  $l$  — длина участка полотна бумаги до гофрирования, измеряется перед подачей бумаги на гофрирующие валы;  
 $l_0$  — длина участка полотна бумаги после гофрирования (замеряется при образовании двухслойного гофрированного картона).

В табл. 44 приведены расходные коэффициенты для различных типов оборудования, применяемого при изготовлении гофрированного картона [50].

44. ЗНАЧЕНИЕ РАСХОДНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ РАЗНЫХ ТИПОВ ГОФРОАГРЕГАТОВ

Тип оборудования, фирма, марка, завод-изготовитель	Ширина полотна картона, мм	Средняя скорость, м/мин	Расходные коэффициенты					
			$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K$
Оборудование для гофрированного картона:								
модели АГ-2	2100	более 60	1,033	1,026	1,007	1,010	1,002	1,008
„ АГ-1	1250	до 25	1,026	1,035	1,008	1,009	—	1,008
„ АГ-1М	1250	до 35	1,026	1,035	1,008	1,009	—	1,008
То же фирм:								
«Мариус Мартин»	2100	более 60	1,033	1,026	1,007	1,010	1,002	1,008
«Блондель-Мильспо»	2100	более 60	1,033	1,026	1,007	1,010	1,002	1,008
«Софипаг»	2100	до 60	1,033	1,026	1,007	1,010	1,002	1,008
«Мюллер»	2100	до 60	1,026	1,026	1,008	1,009	1,002	1,007
«Свифт»	1900	до 50	1,016	1,015	1,007	1,009	1,002	1,005
То же завода им. Ярославского	950	до 20	1,028	1,054	—	1,015	—	1,100
Оборудование для сплошного склеенного картона фирмы «Скамаг»	2000	—	1,033	1,039	1,015	1,008	1,002	1,100

**Нормирование расхода клея на изготовление гофрированного и сплошного склеенного картона.** Расход клея при изготовлении ящиков из гофрированного картона определяется на основании удельной нормы расхода клея на  $1 \text{ м}^2$  картона:

$$Q_k = g f_{\text{я}} K,$$

где  $Q_k$  — расход клея на изготовление ящиков из гофрированного картона;

$g$  — удельная норма расхода клея на  $1 \text{ м}^2$  гофрированного картона;

$K$  — коэффициент расхода гофрированного картона на ящики.

Удельная норма расхода клея на изготовление картонных ящиков определяется, г/м<sup>2</sup>:

$$g = \sum_{i=1}^n g_n K_n,$$

где  $g_n$  — расход клея на один слой картона;

$n$  — количество слоев;

$K_n$  — расходный коэффициент, учитывающий технологические потери клея.

Расходный коэффициент для силикатного клея определяется:

$$K_n = Q_0 / Q_1,$$

где  $Q_0$  — количество (компонентов) клея (по сухому веществу), поступающих на варку клея;

$Q_1$  — количество клея, содержащегося в картоне.

Потери клея образуются на следующих участках технологического процесса: при загрузке компонентов клея в автоклав; при образовании отходов при варке клея в автоклаве (образование шлака); при передаче клея в расходные емкости гофроагрегата; при работе гофропресса (налипание клея, промывка клеевой ванны); при работе клеильной машины.

Расход клея зависит от типа гофрированного картона (двух-, трех-, пятислойный), профилей гофра, качества клея, надлежащей регулировки клеенаносящих устройств и технологического режима работы гофроделательного агрегата.

**Нормирование расхода проволоки на сшивку картонных ящиков.** Сшивка картонных ящиков производится плоской или круглой проволокой (в зависимости от применяемого оборудования) или специальными скобами (для крупногабаритной тары, поддонов).

Расход проволоки на один ящик определяется, г:

$$Q_n = g_n K_n,$$

где  $g_n$  — чистый расход проволоки на 1 ящик, г;

$K_n$  — коэффициент расхода проволоки, учитывающий отходы при сшивке, образующиеся за счет дефектных ящиков при намотке катушек и работе сшивного станка (полуавтомата или автомата).

Чистый расход проволоки на 1 ящик определяется, г:

$$g_n = 7,8 \cdot 10^{-4} l_c n^2 g,$$

где  $l_c$  — длина скобы, мм;

$n$  — число скоб на 1 ящик;

$d$  — диаметр проволоки;

$g$  — удельный вес применяемой стали (обычно 7,9 г/см<sup>3</sup>).

Длина скобы определяется, м:

$$l_c = 2l_n + l_{сп},$$

где  $l_n$  — длина ножки скобы, мм;

$l_{сп}$  — длина спинки скобы, мм.

Длина ножки скобы зависит от толщины сшиваемого материала и определяется по формуле

$$l_n = \delta_1 + \delta_2 + 0,5l_c,$$

где  $\delta_1, \delta_2$  — толщина сшиваемых материалов.

При шивке материала одной толщины формула принимает следующий вид:

$$l_n = (4\delta + l)/2.$$

Расходный коэффициент проволоки  $K_n$  при шивке определяется:

$$K_n = K_n K_c K_5,$$

где  $K_n$  — коэффициент, учитывающий отходы проволоки при намотке на катушки;

$K_c$  — коэффициент, учитывающий отходы проволоки на сшивном станке (при заправке проволоки, деформировании скоб, остатках на катушке и др.);

$K_5$  — коэффициент, учитывающий отходы картона при шивке ящиков на сшивном станке.

Аналогичным образом определяется расход плоской проволоки и специальных скоб.

Расход клея при склейке ящика определяется, г:

$$Q_k = q_k K_k,$$

где  $g_k$  — чистый расход клея на 1 ящик, г;

$K_k$  — расходный коэффициент, учитывающий потери клея в процессе его подготовки и при работе на склеивающей машине.

Чистый расход клея на 1 ящик определяется, г:

$$q_k = 0,01 h a g_k,$$

где  $h$  — высота ящика, мм;

$a$  — ширина соединительного клапана, мм;

$g_k$  — расход клея на квадратный сантиметр поверхности, г/см<sup>2</sup>.

Расходный коэффициент  $K$  определяется:

$$K_k = K_b K_m K_5,$$

где  $K_b$  — коэффициент, учитывающий потери клея при его приготовлении (разведении, подаче в расходные емкости клеильной машины);

$K_M$  — коэффициент, учитывающий потери клея на клеильной машине;

$K_5$  — расходный коэффициент, учитывающий отходы картона при склейке заготовок.

**Выбор оптимального раскроя заготовки ящика.** Задача оптимального раскроя полотна гофрокартона на заготовки картонных ящиков состоит в определении количества картона, которое необходимо раскроить по каждому из возможных вариантов, чтобы, с одной стороны, обеспечить производство заготовок ящиков в заданном ассортиментном плане объеме, а с другой — уменьшить общий расход картона, требуемый для выполнения производственной программы. ВНИЭКИТУ разработал

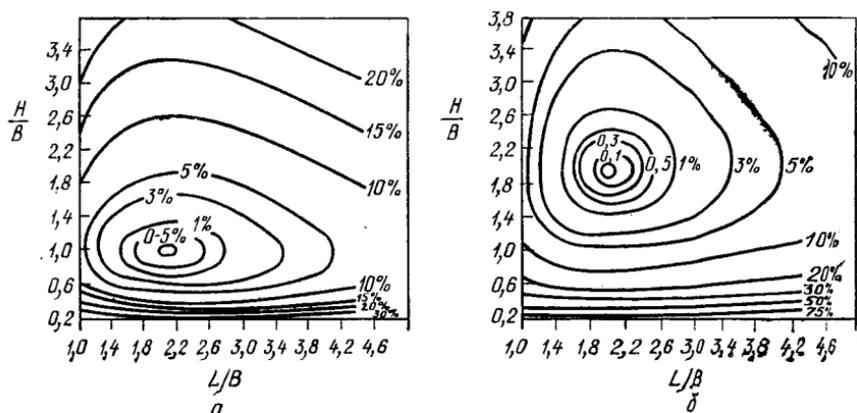


РИС. 115. Изменения расхода картона на изготовление картонных ящиков в зависимости от соотношения сторон:

а — для ящиков 4-клапанных; б — для ящиков телескопического типа

методику рационального раскроя картона при производстве тары на гофроагрегатах шириной 2100 мм применительно к малым ЭВМ типа «Мир-2» [12]. Использование этой методики позволяет оперативно рассчитывать наиболее оптимальные сочетания раскроя полотна картона.

Расход материала на производство ящиков зависит от соотношения сторон заготовки. Наиболее оптимальный расход картона при максимальной емкости картонного ящика обычной конструкции получается при соотношении его сторон 2:1:2. На рис. 115 показано увеличение расхода картона по сравнению с номинальным при различном соотношении сторон для ящиков обычной и телескопической формы. Использование этой диаграммы позволяет при конструировании таких ящиков выбирать наиболее оптимальные соотношения сторон ящиков. Аналогичные диаграммы могут быть построены и для ящиков других конструкций. При конструировании тары необходимо учитывать оптимальный расход материалов на ее изготовление.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976. 260 с.
2. Алегин В. И. Повышение качества бумажных гильз.— Бумажная промышленность, 1973, № 3, с. 26.
3. Аликин В. П. Физико-механические свойства природных целлюлозных волокон. М., Лесная промышленность, 1969. 84 с.
4. Андреев В. И. и др. О некоторых свойствах бумаги-основы липких лент, пропитанной латексом.— Реф. информ. Целлюлоза, бумага и картон, № 24, 1976, с. 9—10.
5. Бадусов А. А. Исследование структуры и механической прочности многослойного картона. Автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. ЛОЛТА им. С. М. Кирова, Л., 1973.
6. Бадусов А. А., Тольский Г. А. Структура картона и его прочность.— Бумажная промышленность, 1972, № 9, с. 4—6.
7. Бадусов А. А. и др. Использование метода крутильных колебаний для оценки реологических свойств картона. Сборник трудов «Химия и технология бумаги» (Ленинградский университет). Вып. 1, 1973, с. 57—63.
8. Вайсман Л. М. Структура бумаги и методы ее контроля. М., Лесная промышленность, 1973. 150 с.
9. Вернер А. У. Производство картонных ящиков. М., Гослесбумиздат, 1958. 256 с.
10. Виноградов Г. А. Полиграфическое производство. М., Книга, 1973. 272 с.
11. Влияние жесткости картона при изгибе на изготовление и применение картонных ящиков.— Целлюлозно-бумажная промышленность, 1976, № 38, с. 17—18.
12. Воронцов В. П. и др. Применение ЭЦВМ Мир-1 для определения оптимальных размеров картонных ящиков. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 1. Калуга, 1973, с. 12—16.
13. Гофрированный картон. Реф. информ. Целлюлоза, бумага, картон. 1976, № 20, с. 15—16.
14. Грибанов Н. Н. и др. Конструирование тары из гофрированного картона. Реф. информ. Тара и упаковка, 1968, с. 30.
15. Данилевский В. А. Исследование прочности картонных барабанов. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 11. Калуга, 1974, с. 51—67.
16. Данилевский В. А. Зависимость между жесткостью картона и параметрами картонного барабана. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 12. Калуга, 1974, с. 22—25.
17. Данилевский В. А., Голубев М. М. Производство и применение картонных барабанов. М., Лесная промышленность, 1976, 88 с.
18. Данилевский В. А. Некоторые теоретические предпосылки прочности картонной тары. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 13, 1976, с. 38—47.
19. Данилевский В. А. Производство транспортной тары за рубежом. М., ЦНИИТЭИЛеспром, 1968. 20 с.
20. Данилевский В. А. Некоторые факторы, действующие на прочность витой картонной тары. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 5, Калуга, 1969, с. 104—115.
21. Данилевский В. А., Голубев М. М. Картонная навивная тара. Испытание, внедрение. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 8—9. Калуга, 1972, с. 65—78.
22. Деревнюк В. К. и др. Технический уровень производства тары в СССР и за рубежом. М., ЦНИИТЭИМС, 1974. 44 с.
23. Ерыхов Б. П., Бадусов А. А. Взаимозависимость упругих и прочностных свойств тарного картона.— Бумажная промышленность, 1972, № 5, с. 14—15.
24. Ехведов И. И. и др. Эффективность взаимозаменяемости деревянной тары картонной. Сборник «Научные проблемы создания прогрессивных видов тары». Вып. 12. Калуга, 1975, с. 14—21.

25. Ехведов И. И., Баскова М. Я. Методические вопросы определения экономической эффективности внедрения прогрессивных видов тары. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 11. Калуга, 1974, с. 14—25.
26. Ехведов И. И., Федосеева Т. А. Вопросы эффективности и очередности внедрения картонной тары. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 7. Калуга, 1971, с. 27—33.
27. Зоткин С. Ф. и др. Трафаретная печать. М., Книга, 1965. 136 с.
28. Зотова-Спановская Н. П. и др. Исследование сопротивления бумаги изгибу в условиях, имитирующих процесс использования. Сборник трудов/ВНИИГознак. 1957, с. 14—17.
29. Зотова-Спановская Н. П. Сопротивление бумаги излому.— Бумажная промышленность, 1954, № 1, с. 12—13.
30. Иванов С. Н. Технология бумаги. Изд. 2-е, М., Гослесбумиздат, 1970. 696 с.
31. Израелит А. Б. и др. Реологические параметры мешочной бумаги.— Реф. информ. Целлюлоза, бумага, картон. 1970, № 8, с. 13—15.
32. Использование растянутой бумаги в качестве сырья для бумажных мешков.— Реф. информ. Целлюлоза, бумага, картон. 1970, № 28, с. 15—16.
33. Исследование причин волнистости наружных слоев гофрированного картона. Целлюлозно-бумажная промышленность, 1976, № 32, с. 30—34.
34. Кейси Дж. П. Свойства бумаги и ее переработка. Т. 2. М., Гослесбумиздат, 1960. 650 с.
35. Комаров В. И., Фляте Д. М. Жесткость бумаги при изгибе.— Бумажная промышленность, 1973, № 6, с. 3—4.
36. Комаров В. И., Фляте Д. М. Влияние степени ориентации волокон и разносторонности бумаги на ее жесткость при изгибе.— Реф. информ. Целлюлоза, бумага и картон, 1972, с. 8.
37. Комаров В. И. Исследование жесткости бумаги при изгибе. Автореферат кандидатской диссертации. Л., ЛОЛТА им. С. М. Кирова, 1972.
38. Комаров В. И. К вопросу измерения модуля упругости бумаги. Научные труды ЛОЛТА им. С. М. Кирова, Л., 1972, № 152.
39. Кононов Б. В. и др. Гофрированный картон (Производство и переработка). М., Лесная промышленность, 1971. 192 с.
40. Кузьминский Л. С. Литые изделия из бумажной массы.— Бумажная промышленность, 1973, № 9, с. 12.
41. Купцов Е. В. Клеи-расплавы на основе микрокристаллического воска. Реф. информ. Тара и упаковка, 1968, № 3, с. 12.
42. Личман В. Ф., Буртная Н. Ф. Оценка жесткости бумаги для гофрирования.— Бумажная промышленность, 1973, № 9, с. 13.
43. Личман В. Ф. Образование соединительного шва картонного ящика. Сборник трудов/ЦНИИТУ. Вып. 3. Калуга, 1966, с. 70—90.
44. Леман Г. Основы технологии переработки бумаги и картона. М., Лесная промышленность, 1968. 235 с.
45. Мазуренко А. В. Поддоны одноразовые из картона и бумаги. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 7. Калуга, 1971, с. 85—98.
46. Марьенко Т. А. Ящики из влагостойкого сплошного склеенного картона. Сборник трудов (ЦНИИТУ). Вып. 4, 1967, с. 140—151.
47. Масленникова О. А., Никитина Т. И. Структура потребления транспортной тары и совершенствование ее планирования. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 12. Калуга, 1975, с. 3—14.
48. Механические свойства картона. Целлюлозно-бумажная промышленность, № 28, 1976, с. 17—23.
49. Невский Б. А. Справочная книга по номографии. М.—Л., Гостехиздат, 1951. 130 с.
50. Нормирование расхода картона и бумаги в производстве картонных ящиков. Инструкция ВНИЭКИТУ, Калуга, 1969. 29 с.
51. Определение экономической эффективности внедрения прогрессивных видов тары. ВНИЭКИТУ, Калуга, 1974. 24 с.

52. Поверхностная обработка тарного картона. Э. И. ВНИПИЭИЛеспром, Сб. 20, М., 1976, сб. Производство ламинированного гофрированного картона. Реф. ж. Оборудование пищевой промышленности, 1976, № 11, с. 11.
53. Пузырев С. А. и др. Испытания бумаги и картона. М., Лесная промышленность, 1966. 412 с.
54. Родин В. А. Исследование некоторых технологических факторов, влияющих на жесткость и влагостойкость тарного картона. Астрахань, 1972. 163 с.
55. Русаков Л. А., Купцов Е. В. Защитные восковые покрытия. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 6, Калуга, 1969, с. 186—201.
56. Свищев С. И. Оценка уровня стандартизации и унификации картонных ящиков. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 8—9. Калуга, 1972, с. 19—44.
57. Свищев С. И. Показатели уровней стандартизации и унификации ящиков из гофрированного картона.—Стандарты и качество, 1973, № 1, с. 21—25.
58. Состояние и перспективы развития производства и внедрения прогрессивных видов транспортной тары и тарных материалов. Материалы Всесоюзного совещания 23—24 июня. Калуга, 1971. 140 с.
59. Справочник бумажника-технолога. М.—Л., Гослесбумиздат, 1957. 450 с., т. 2.
60. Справочник бумажника-технолога. М.—Л., Гослесбумиздат, 1957. 651 с., т. 3.
61. Сушкова Н. Д. Армированная бумага.— В кн.: Совершенствование технологии производства бумаги и картона. Сборник трудов/ВНИИБ. М., 1973, с. 159—164.
62. Сушкова М. Д. Бумажные мешки. М., Лесная промышленность, 1974. 168 с.
63. Тарасова О. И. Клен на поливинилацетатной основе для производства гофрированного картона на высоких скоростях. Калуга, 1971. 54 с.
64. Татиев Д. П. Бумага и переплетные материалы. М., Книга, 1972. 149 с.
65. Тенцер Г., Хессе Ф. Картонная и бумажная тара. Пер. с нем. М., Лесная промышленность, 1974. 224 с.
66. Типовые нормы времени и выработки на изготовление ящиков и бумажных пакетов. М., НИИТруда, 1970. 29 с.
67. Томашевский В. М. Производство потребительской тары. М., Пищепромиздат, 1969. 320 с.
68. Трухтенкова Н. Е. и др. Технология упаковочной бумаги. М., Лесная промышленность, 1974. 288 с.
69. Тяпина Г. А. Облегченные поддоны из картона, бумаги и полимерных материалов. Обзор иностранных патентов. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 7. Калуга, 1971, с. 98—107.
70. А. С. № 362784 (СССР). Устройство для закрывания картонных барабанов. Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки, 1973, № 3.
71. Филин В. А. Коробление гофрированного картона и пути его устранения в технологическом потоке производства.— Бумажная промышленность, 1974, № 4, с. 8—9.
72. Финкельштейн Г. Э., Фляте Д. М. Структура бумаги. М., ЦНИИТЭИ Леспром, 1969. 56 с.
73. Финкельштейн Г. Э. и др. Определение жесткости картона при изгибе. Сборник/УкрНИИБ. Вып. 10, 1967, с. 166—180.
74. Фляте Д. М. Свойства бумаги. М., Лесная промышленность, 1976. 456 с.
75. Фомина Э. А. Производство и потребление бумажной мешочной тары в СССР. Реф. информ. Целлюлоза, бумага, картон, 1970, № 1, с. 6—8.
76. Чижов К. А. и др. О деформативных свойствах бумаги и других полимерных материалов. Труды проблемной лаборатории ЛОЛТА, 1971, № 13, с. 250—255.
77. Шкультин В. И. и др. Транспортная тара. М., Гослесбумиздат, 1963. 436 с.

78. Шустов А. Д. Процессы деформации бумажного полотна. М., Лесная промышленность, 1969. 200 с.
79. Эйдли И. Я. Бумагоделательные и отделочные машины. М.—Л., Голесбумиздат, 1958. 484 с.
80. Ясинская В. Т. Мешки бумажные для упаковки сыпучей продукции. Сборник трудов/ВНИЭКИТУ. Вып. 8—9. Калуга, 1972, с. 78—83.
81. A Combination of Wax Impregnation and Curtain Coating Proves Effective against Moisture. "Paperboard Packaging", 1973, No. 10, p. 54—58.
82. Brecht W., Götsching L., Baumgarten H. Beiträge zur Rheologie des Papiers. "Das Papier", 1971, 25, № 210, S. 569—582.
83. Composite Can—Tube & Fibre Drum Review. "Paperboard Packaging", 1971, No. 8, p. 130—131 .
84. Compression Strength Formula for Corrugated Boxes. "Paperboard Packaging", 1963, No. 8, p. 149—159.
85. Compression Strength of Corrugated. "Paperboard Packaging", 1963, No. 8, p. 160—162.
86. Gartaganis P. A. "Strength Properties of Corrugated Containers", TAPPI, 1975, No. 11, p. 102—108.
87. Establishing Minimum Board Area. "Paperboard Packaging", 1974, No. 10, p. 53.
88. Economic Review. "Paperboard Packaging", 1976, No. 8, p. 108—120.
89. Fiber Partitions Offer Saving in Corrugated Growing at Better than 20 Percent Annual. "Paperboard Packaging", 1974, No. 7, p. 22—24.
90. Hesse Tenzer. Arbeitsverfahren der Papierverarbeitung. Berlin, 1967, S. 225.
91. Lattice Construction Corrugated Reduces Paper Consumption, Increases Effective Shipping Cube. "Paperboard Packaging", 1973, No. 10, p. 24—28.
92. Muloslav Vitek. "Obaly prohorolezecke expedice. Papir a Celuloza", 1971, № 5, s. 101—104.
93. New Bowater Cases. "Packaging", 1976, No. 47, p. 16.
94. Research in Low—Cost Polymer Reinforcing Proves Applications to Corrugated. "Paperboard Packaging", 1973, No. 10, p. 38—49.
95. Semi-Automatic Hot Melt Folder—Gluer Features Quick Set-up and Versatility. "Paperboard Packaging", 1974, No. 12, p. 54.
96. Skowronski S. Nowa metoda okreslania mechanizmu zrywania papieru. Donisienie wstepne. "Prz. pap.", 1975, № 7—8, c. 289—290.
97. Stacking Performance. "Paperboard Packaging", 1975, No. 1, p. 66—68.
98. Water-based Emulsion Coatings Enable In-Line Operation on Corrugator. "Paperboard Packaging", 1974, No. 7, p. 31—40.
99. Wax Corrugated 60 Percent Stronger than Unwaxed Weights. "Packaging Review", 1974, No. 11, p. 75.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
<b>Глава I. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ . . . . .</b>	<b>5</b>
1. Материалы, используемые для изготовления тарных видов картона и бумаги . . . . .	5
2. Материалы, применяемые при изготовлении картонной и бумажной тары . . . . .	7
<b>Глава II. КЛАССИФИКАЦИЯ КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ . . . . .</b>	<b>19</b>
1. Классификация тары . . . . .	19
2. Конструкция картонной тары . . . . .	23
<b>Глава III. ПРОИЗВОДСТВО КАРТОННОЙ ТАРЫ ИЗ ГОФРИРОВАННОГО КАРТОНА . . . . .</b>	<b>45</b>
1. Виды гофрированного картона . . . . .	45
2. Производство гофрированного картона . . . . .	52
3. Переработка гофрированного картона . . . . .	71
4. Сборка картонных ящиков . . . . .	85
5. Повышение влагостойкости картонной тары . . . . .	89
6. Нанесение печати . . . . .	93
7. Изготовление штампов . . . . .	96
8. Образование пачек и пакетов из готовых изделий . . . . .	99
9. Агрегатирование оборудования, комплексная механизация и автоматизация процессов производства ящиков из гофрированного картона . . . . .	101
<b>Глава IV. ПРОИЗВОДСТВО КАРТОННОЙ ТАРЫ ИЗ СПЛОШНОГО СКЛЕЕННОГО КАРТОНА . . . . .</b>	<b>103</b>
1. Производство сплошного клеенного картона . . . . .	103
2. Переработка сплошного клеенного картона . . . . .	105
3. Картонная тара из влагопрочного сплошного клеенного картона . . . . .	108
<b>Глава V. ПРОИЗВОДСТВО ТАРЫ И ПРОКЛАДОК ИЗ БУМАЖНОГО ЛИТЬЯ . . . . .</b>	<b>112</b>
1. Вакуумный способ формования изделий . . . . .	113
2. Гидравлический способ формования изделий . . . . .	116
3. Способ изготовления полых литых изделий с применением сжатого воздуха . . . . .	118
4. Технологический процесс изготовления тары из бумажного литья . . . . .	119
5. Автоматизированная поточная линия для изготовления упаковки из бумажного литья фирмы «Хартман» . . . . .	125
<b>Глава VI. СПОСОБЫ ЗАКРЫВАНИЯ КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ . . . . .</b>	<b>127</b>
1. Закрывание картонных ящиков . . . . .	127
2. Закрывание бумажных мешков . . . . .	138
3. Закрывание картонных барабанов . . . . .	141
<b>Глава VII. ПРОЧНОСТЬ КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ . . . . .</b>	<b>141</b>
1. Основные факторы, влияющие на прочность тары из картона и бумаги . . . . .	141
2. Некоторые теоретические предпосылки прочности картонной тары . . . . .	143
3. Прочность картонных ящиков на сжатие . . . . .	153
4. Конструирование картонных ящиков . . . . .	158
5. Определение прочности цилиндрической картонной тары . . . . .	160

Глава VIII. ИСПЫТАНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ТАРЫ . . . . .	173
1. Испытание материалов . . . . .	173
2. Испытание картонной и бумажной тары . . . . .	181
Глава IX. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАРТОННОЙ И БУМАЖНОЙ ТАРЫ . . . . .	188
1. Структура производства тары . . . . .	188
2. Экономическая эффективность тары . . . . .	192
3. Эффективность применения картонной тары при грузоперевоз- ках . . . . .	196
4. Нормирование расхода материалов в производстве картонных ящиков . . . . .	197
Список литературы . . . . .	210