



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Торговое и рекламное оборудование»

УПАКОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Пособие

**Минск
БНТУ
2025**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Торговое и рекламное оборудование»

УПАКОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Пособие
для студентов специальности 1-36 20 03
«Торговое оборудование и технологии»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области машиностроительного оборудования и технологий*

Минск
БНТУ
2025

УДК 621.798(075.8)
ББК 30.61я7
У66

С о с т а в и т е л ь
В. Н. Жуковец

Р е ц е н з е н т ы:
кафедра «Программное обеспечение сетей телекоммуникаций»
УО «Белорусская государственная академия связи»
(зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент *О. Ю. Горбадей*);
доцент кафедры «Технологии механизации животноводства
и переработки сельскохозяйственной продукции»
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», канд. техн. наук, доцент *А. Б. Торган*

Упаковочное оборудование : пособие для студентов специ-
У66 альности 1-36 20 03 «Торговое оборудование и технологии» /
сост. В. Н. Жуковец. – Минск : БНТУ, 2025. – 71 с.
ISBN 978-985-31-0120-1.

Пособие включает в себя теоретический материал по дисциплине «Упаковочное оборудование» для студентов специальности 1-36 20 03 «Торговое оборудование и технологии». В пособии приведены основные сведения о классификации тары и упаковки, видах упаковочных автоматов, прямоугольных потребительских упаковках и транспортном пакетировании продукции, а также методики расчета дозаторов сыпучих продуктов.

УДК 621.798(075.8)
ББК 30.61я7

ISBN 978-985-31-0120-1

© Белорусский национальный
технический университет, 2025

Содержание

Введение	4
1. Классификация тары и упаковки	5
2. Барабанный дозатор сыпучих продуктов	16
3. Тарельчатый дозатор сыпучих продуктов.....	20
4. Составление циклограмм упаковочного оборудования.....	24
5. Технические характеристики и принцип действия упаковочных автоматов	29
6. Прямоугольные потребительские упаковки из оберточных материалов	47
7. Транспортное пакетирование продукции.....	54
Литература	68
Приложения	69

Введение

Пособие составлено согласно программе учебной дисциплины «Упаковочное оборудование» для специальности 1-36 20 03 «Торговое оборудование и технологии». Пособие содержит материалы, целью которых является закрепление и систематизация полученных студентами на занятиях знаний по учебной дисциплине «Упаковочное оборудование».

В зависимости от вида упаковочных материалов и физико-химических свойств товарной продукции принята следующая классификация тары: по функциям в процессе товарного обращения; по кратности использования; по принадлежности; по назначению; по методу изготовления; по конструктивным особенностям; по прочности; по устойчивости к внешним воздействиям; по материалу изготовления; по технологии производства.

По материалу изготовления тару подразделяют на деревянную, картонную, бумажную, текстильную, металлическую, стеклянную, керамическую, полимерную и комбинированную.

При автоматической упаковке продукции большое значение имеет процесс дозирования компонентов сырья и вспомогательных материалов, который должен обеспечить правильную и точную фасовку товаров, поступающих к потребителю. Дозаторы могут быть непрерывного и периодического действия. По принципу дозирования дозирующие устройства бывают объемные и весовые.

Пособие включает в себя информацию о классификации тары и упаковки, методиках расчета барабанного и тарельчатого дозаторов сыпучих продуктов, циклограммах работы упаковочного оборудования, технических характеристиках и принципе действия упаковочных автоматов, видах прямоугольных потребительских упаковок из оберточных материалов, о способах транспортного пакетирования продукции.

Настоящее пособие содержит также описание технологических процессов при работе различных видов упаковочного оборудования, эксплуатируемых на промышленных и торговых предприятиях Республики Беларусь при производстве, продаже и транспортировке разных видов продукции.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ТАРЫ И УПАКОВКИ

Упаковка – это средство или комплекс средств, обеспечивающих защиту продукции от повреждений и потерь, окружающей среды – от загрязнений, а также обеспечивающих процесс обращения продукции. При этом под процессом обращения понимают транспортирование, хранение и реализацию продукции. Данное определение является наиболее полным. Оно отражает сущность упаковки как объекта изучения и поэтому в дальнейшем будет рассматриваться в качестве основного.

Терминологически важно различать понятия упаковки и тары.

Согласно стандарту тара – это основной элемент упаковки, предназначенный для размещения продукции.

Таким образом, упаковка – это тара плюс все элементы, которые ее дополняют и необходимы для защиты содержимого во время погрузки-выгрузки, транспортирования, хранения; информирования о содержимом, правильного его использования, а также для размещения информации рекламного характера, красочных изображений, побуждающих потребителей к покупкам.

Классификация тары по конструкции, с ее распределением на потребительскую и транспортную, приведена на рис. 1.1.

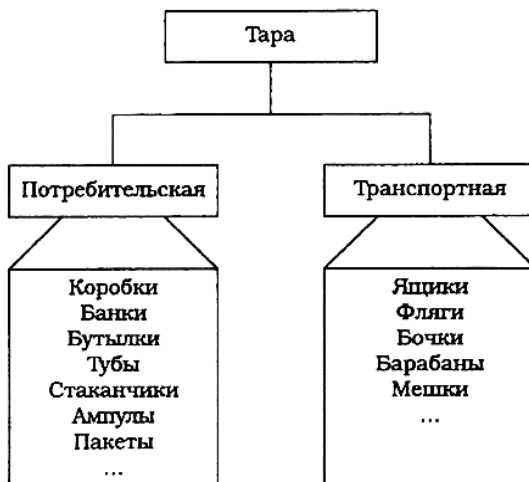


Рис. 1.1. Классификация тары по конструкции

По конструкции тару подразделяют на коробки, банки, бутылки, ящики, фляги, канистры, бочки, барабаны, флаконы, тубы, стаканчики, ампулы, пакеты, сумки, мешки, пеналы, пробирки.

Банками называют потребительскую тару преимущественно с цилиндрическим корпусом и плоским или вогнутым дном. Они имеют широкую горловину диаметром, равным диаметру корпуса или несколько меньшим (рис. 1.2). Вместимость банок от 0,025 до 10 дм³.



Рис. 1.2. Банки различной конфигурации

Бутылки являются потребительской тарой, как правило, с цилиндрическим корпусом, переходящим в узкую горловину. Горловина имеет конструкцию, предназначенную для укупоривания. Дно у бутылок может быть плоским или вогнутым.

Тубы представляют собой разовую потребительскую тару с корпусом, обеспечивающим выдавливание содержимого. Они имеют узкую горловину с внешней резьбой, на которую навинчивается крышка, называемая бушоном. Дно тубы герметично закрывается после наполнения ее продукцией.

Ампулы также являются разовой потребительской тарой. Они выполнены в виде цилиндрического корпуса с вытянутой горловиной, которая герметично запаивается после наполнения продукцией. Дно у ампул бывает плоским или выпуклым.

Пакеты и сумки относят к мягкой потребительской таре с корпусом в виде рукава, с дном различной конструкции и открытой горловиной. Их вместимость до 20 дм³. Сумки имеют разнообразные ручки.

Пробирками называют потребительскую тару, имеющую цилиндрический корпус и плоское или выпуклое дно. Горловина диаметром, равным диаметру корпуса, укупоривается пробкой или крышкой. Объем пробирок достигает 0,05 дм³.

Канистры имеют корпус, форма которого в сечении, параллельном дну, близка к прямоугольной. В их конструкции предусмотрены приспособления для переноса, сливная горловина и крышка с затвором.

Остальные конструкции являются представителями транспортной тары.

Ящики характеризуются корпусом, имеющим в сечении, параллельном дну, преимущественно форму прямоугольника. В состав ящика входят дно, две пары торцевых и боковых стенок. Ящики бывают с крышкой и без нее. По выполняемым функциям, многообразным конструкциям и размерам ящики можно условно разделить на следующие:

- вкладываемые друг в друга;
- со сплошными или перфорированными стенками;
- стоечные с перфорированными стенками;
- с постоянными или вставляемыми перегородками и т. п.

Флягами называют транспортную тару с корпусом цилиндрической формы, переходящим в узкую горловину. Фляги снабжены устройством для переноса, крышкой, имеющей рычажный или винтовой затвор.

Бочки представляют собой транспортную тару с корпусом цилиндрической или параболической формы. На корпусе предусмотрены обручи или зиги (гофры) для катания. Днища снабжены сливными отверстиями, либо одно дно выполняется съёмным.

Барабаны имеют гладкий или гофрированный корпус цилиндрической или конической формы без обручей или зигов для катания, с плоским дном и крышкой.

Мешки относят к транспортной мягкой таре. Они имеют корпус в форме рукава, дно и горловину. Горловина бывает открытой или закрытой клапаном.

Дополнительными конструктивными признаками, по которым классифицируют тару, являются стабильность размеров, плотность (герметичность), компактность.

В зависимости от стабильности размеров различают тару жесткую, полужесткую и мягкую.

Жесткая тара не меняет своих формы и размеров при заполнении продукцией. Она способна выдерживать внешние воздействия при транспортировке и хранении продукции, сохраняя первоначальные форму и размеры.

Полужесткая тара менее устойчива к внешним и внутренним нагрузкам. При незначительном нагружении заполняемой продукцией она сохраняет свою форму и размеры. Под воздействием больших нагрузок полужесткая тара может изменить форму и размеры.

Мягкая тара существенно меняет форму и размеры при ее наполнении продукцией.

По плотности (герметичности) тару подразделяют на открытую, негерметичную, герметичную изобарическую и изотермическую.

Для негерметичной закрытой тары характерна конструкция, предусматривающая применение крышки или другого вида затвора.

Герметичная тара отличается конструкцией, которая обеспечивает непроницаемость газов, паров и жидкостей.

Герметичная изотермическая тара предназначена для сохранения продукции при заданной температуре в течение установленного времени.

По компактности различают тару неразборную, разборную и складную. Конструкция разборной тары позволяет разобрать ее на отдельные части и вновь собрать, соединив сочленяющие элементы.

Конструкции и свойства складной тары открывают возможность сложить ее без нарушения сочленения элементов и вновь придать таре первоначальную форму.

Деревянная тара – жесткая, способная выдерживать механическое воздействие, она хорошо защищает товары при транспортировании. Однако деревянная тара обладает высоким коэффициентом собственной массы, что увеличивает стоимость перевозки в ней товаров. Деревянную тару можно разделить на ящики, лотки, бочки, поддоны и корзины.

Картонная тара широко применяется для упаковки многих продовольственных и непродовольственных товаров. Она обладает небольшой удельной массой по отношению к затариваемой продукции. Изготавливают такую тару из прессованного, литого или склеенного картона, для производства которого используют древесину и ее отходы, целлюлозу, макулатуру.

Наиболее распространенным видом транспортной картонной тары являются ящики. Их изготавливают из цельного листа плоского или гофрированного картона, сшитого проволочными скобами или стальной лентой (стальная лента в последнее время применяется редко). Дно и крышка ящика образуются четырьмя клапанами, сты-

ки которых заклеивают скотчем. Картонные ящики делают складными, что упрощает их хранение и транспортирование.

Потребительская картонная тара – это коробки и пачки. Коробки имеют разнообразную форму, плоское дно, а закрываются они клапанами или крышкой (съёмной или на шарнире) (рис. 1.3). Пачка закрывается клапанами, а ее корпус имеет форму параллелепипеда.

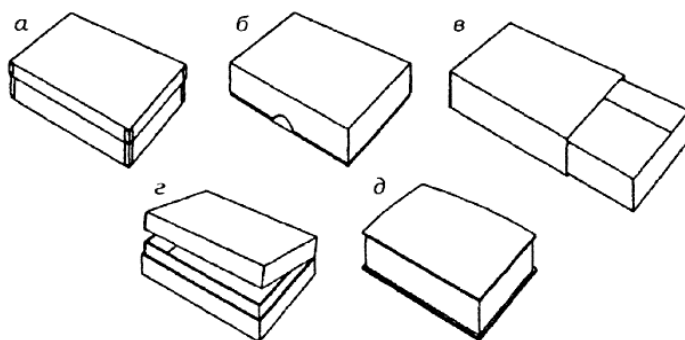


Рис. 1.3. Коробки различной конструкции:
 а – со съёмной крышкой; б – с телескопической крышкой; в – с корпусом типа обечайки и выдвигаемой крышкой; г – с прикрепленной на петлях крышкой; д – корпус и крышка с буртиком

Для всех конструкций по ГОСТ 9142-90 или коду FEFCO возможно вычислить минимальный расход картона и оптимальные размеры ящика. Соотношение сторон и точек на осях X и Y определяются по следующим формулам:

$$x = \frac{h}{b}; \quad y = \frac{l}{b}.$$

$$\text{Для ящика № 1: } x = \frac{118}{368} = 0,32; \quad y = \frac{368}{368} = 1.$$

$$\text{Для ящика № 2: } x = \frac{368}{118} = 3,12; \quad y = \frac{368}{118} = 3,12.$$

$$\text{Для ящика № 3: } x = \frac{212}{212} = 1; \quad y = \frac{212}{212} = 1.$$

Исходя из номограммы определения оптимальной конструкции ящика из гофрированного картона типа А (0201) по системе FEFCO, представленной на рис. 1.4, определим процент отходов сырья, необходимого для производства ящика (P):

для ящика № 1 $P = 11\%$;

для ящика № 2 $P = 6\%$;

для ящика № 3 $P = 11\%$.

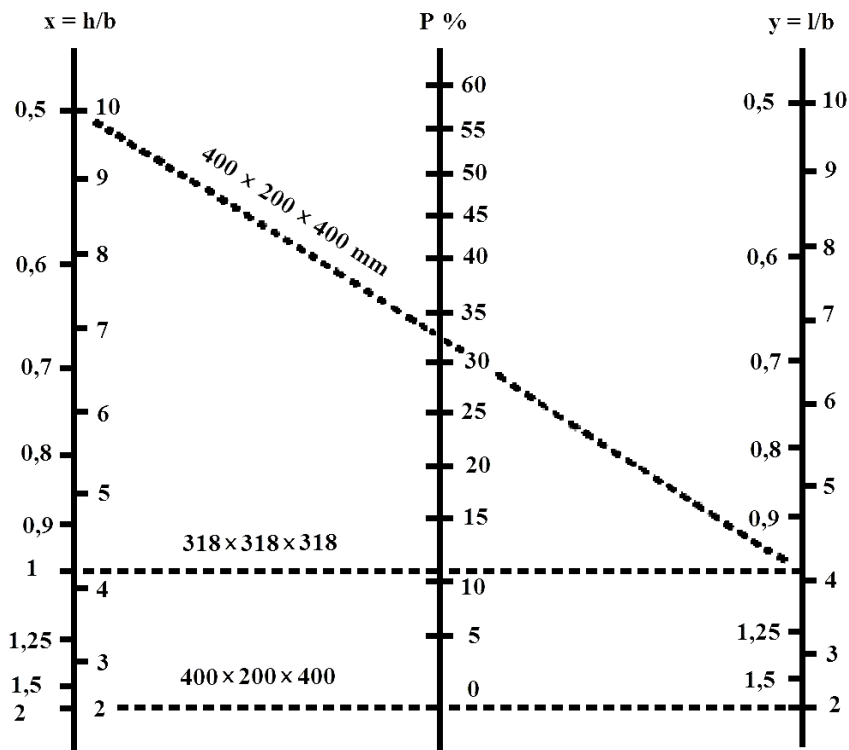


Рис. 1.4. Номограмма определения оптимальной конструкции ящика из гофрированного картона

Площадь развертки определяется по формуле:

$$S = 18 \cdot b^2 = 18 \cdot (0,118)^2 = 0,2506 \text{ м}^2.$$

Вместимость ящика определяется по формуле:

$$V = 4 \cdot b^3 = 4 \cdot (0,118)^3 = 0,006572 \text{ м}^3.$$

При определении размеров заготовки за основу при расчетах принимают требуемые внутренние размеры ящика и толщины картона. На рис. 1.5, 1.6 приведены чертежи разверток картонного ящика.

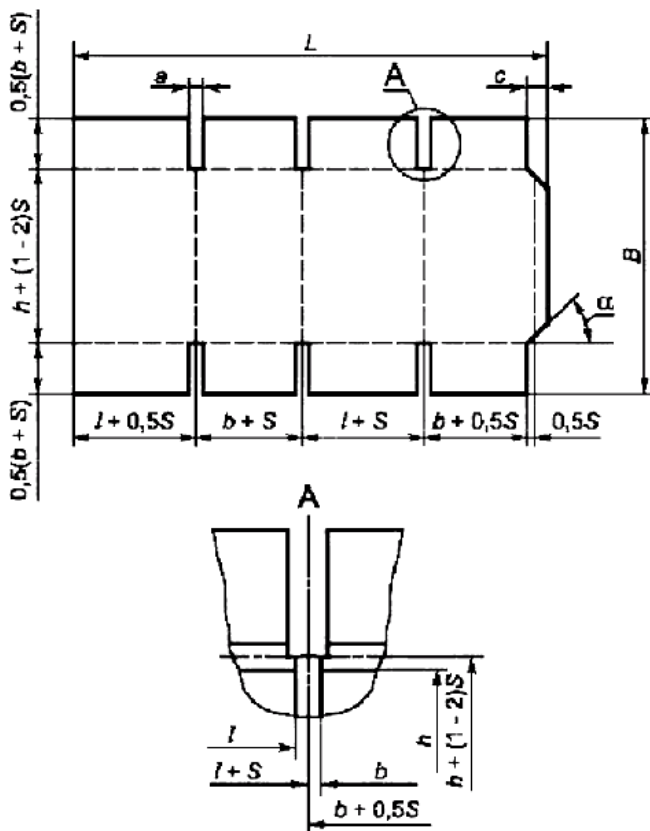


Рис. 1.5. Развертка картонного ящика.

Условные обозначения размеров ящика:

L – длина развертки, мм; B – ширина развертки, мм;
 l, b, h – внутренние размеры ящика (длина, ширина, высота), мм;
 S – толщина картона, мм; a – 4–10 мм; c – 20–50 мм; α – не более 55°

Анализ развития производства тары и тарных материалов показывает, что структурные сдвиги в их производстве и потреблении происходят за счет резкого возрастания производства и потребления картонной и бумажной тары. Так, 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.

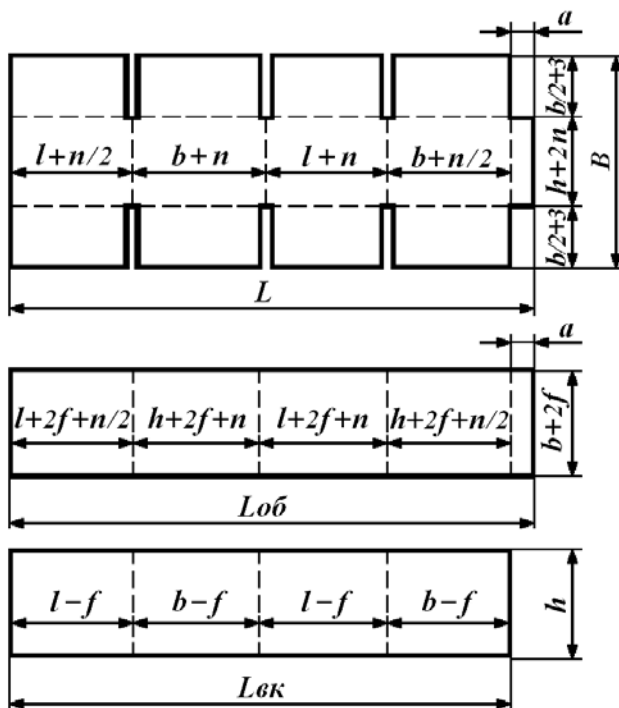


Рис. 1.6. Раскройные карты заготовок ящиков и комплектующих изделий

Для производства ящика с трехклапанным дном и крышкой используется картон трехслойный (Т) 1-го класса марки Т11 с гофром С (картон Т11 С ГОСТ 7376-89). Рассмотрим конструкцию ящика из гофрокартона с трехклапанным дном и крышкой (рис. 1.7).

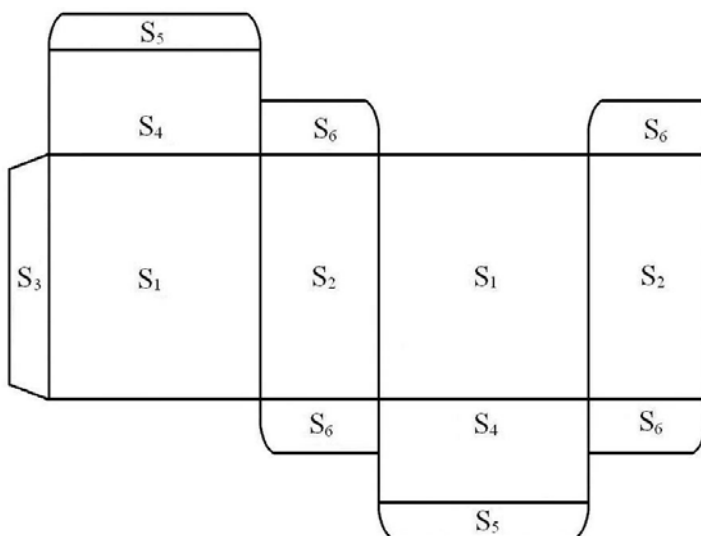


Рис. 1.7. Развертка трехклапанного гофрированного ящика

Технологическая особенность изделия состоит в том, что развертка по своим габаритным размерам соответствует характеристикам подавляющего большинства полиграфического оборудования. Высекается заготовка на плоско-высекальном станке в одну деталь из одного листа гофрированного картона, сборка производится при помощи склейки по соединительному клапану. Конструкция упаковки обеспечивает жесткость торцов и общую прочность как в собранном виде, так и в раскрытом состоянии.

Бумажная тара применяется для затаривания сыпучих и штучных товаров. К ней относятся мешки и пакеты. Мешки изготавливают двух типов: с открытой или закрытой клапаном горловиной. Для их производства используют мешочную бумагу, которая может быть многослойной, ламинированной полиэтиленом или пропитанной специальными составами.

Пакеты бывают двух типов: одинарные и многослойные (до семи внутренних пакетов-вкладышей). Для производства наружных двойных и одинарных пакетов используют бумагу с полимерным покрытием, мешочную бумагу или специальную бумагу для упаковки продуктов на автоматах. Внутренние пакеты изготавливают из перга-

мента или парафинированной бумаги. У бумажных пакетов швы склеивают, а у пакетов из комбинированных материалов сваривают.

Текстильная тара – это паковочные ткани и тканевые мешки. Паковочные ткани (хлопчатобумажные, льняные, льноджуто-кенафные) служат для упаковки товаров в виде рулонов, кип, тюков ковровых изделий, тканей и т. д. Тканевые мешки шьют из льняных, полулльняных, льноджуто-кенафных и других мешочных тканей. По назначению они делятся на продуктовые мешки (для упаковки муки, крупы и других сыпучих продуктов) и мешки для сахара. Выпускают мешки обычной и повышенной прочности, вместимостью 50, 100 кг и более.

Металлическая тара применяется для затаривания, транспортирования и хранения жидких, летучих, огнеопасных и других товаров, обладающих специфическими свойствами. Сюда относят бочки, барабаны, фляги, канистры и баллоны (в том числе аэрозольные), баки, ящики. Их изготавливают из листовой стали, жести, алюминия.

По технологии производства тару и упаковку классифицируют в первую очередь во взаимосвязи с ее материалом и с конструктивными особенностями. Наибольшее количество материалов и методов их переработки встречается в производстве **полимерной** тары и упаковки. Для полимеров принципиально важна взаимосвязь общего процесса получения материала и процесса придания этому материалу требуемой формы, иначе говоря – получения изделия. Конечным критерием правильности выбора технологического процесса и параметров его проведения является высокое качество именно изделия. Технологическая последовательность по схеме полимер – материал – метод формования – изделие имеет и обратную связь, позволяющую определить правильность выбора каждой стадии по уровню достигнутого качества изделия. Все процессы производства полимерной тары можно разделить на следующие виды.

Подготовительные процессы предназначены для придания полимерному материалу необходимых при дальнейшей переработке свойств или формы. К ним относятся сушка, смешение, измельчение, гранулирование, пластикация, растворение и раскрой.

Формовочные процессы – когда полимерный материал под воздействием температуры и механических усилий переходит в пластическое состояние и приобретает необходимые размеры.

Вспомогательные процессы фиксируют состояние, окончательную форму и размеры упаковки, приобретенные при формовании. Сюда относятся охлаждение упаковки в форме, отделение ее от формы и удаление из формы, удаление излишков полимера и окончательная сборка готовой тары из отдельных элементов.

Дополнительные процессы предназначены для придания изготовленной таре специфических свойств или изменения ее размеров. К дополнительным процессам относят сварку, склеивание, активацию, дестатизацию и металлизацию поверхности, печать, механическую обработку.

Расход материала на изготовление ящиков из пластмасс зависит в основном от расчетных размеров сторон заготовок, а также от вида изделия, способа упаковки, сети распространения (условий торговли и сбыта).

2. БАРАБАННЫЙ ДОЗАТОР СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ

В пищевых производствах большое значение имеет процесс дозирования отдельных компонентов сырья, промежуточных продуктов и вспомогательных материалов, который должен обеспечить заданную рецептуру, а также правильную и точную фасовку готовых продуктов, поступающих к потребителю. Дозаторы могут быть непрерывного и периодического действия. По принципу дозирования дозирующие устройства делятся на объемные и весовые. По способу регулирования выпускают дозаторы с изменением площади поперечного сечения и с изменением скорости поступающего продукта. Существуют следующие конструкции объемных дозаторов непрерывного действия для сыпучих продуктов: ленточные, шнековые, барабанные, тарельчатые и вибрационные. Они используются и в качестве механизмов для подачи продуктов в машины для получения смесей. Наиболее часто применяют барабанные (цилиндрические) (рис. 2.1) и тарельчатые объемные дозаторы.

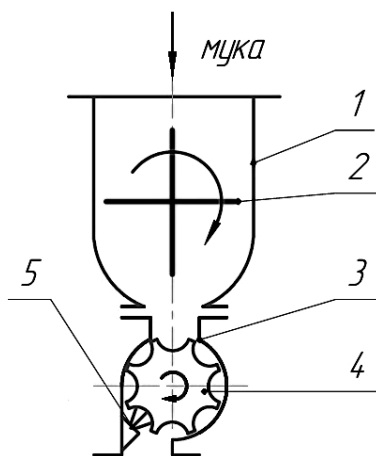


Рис. 2.1. Конструктивная схема барабанного дозатора:

1 – бункер; 2 – ворошитель; 3 – корпус дозатора; 4 – барабан; 5 – щетка

Рабочими органами барабанного дозатора являются ворошитель (побудитель), не позволяющий продукту слеживаться в бункере над дозатором, и барабан с канавками с устройством изменения длины

канавок или изменением частоты вращения барабана в корпусе дозатора. Производительность барабанного дозатора Q (кг/ч) определяется по формуле:

$$Q = 60 \cdot F \cdot l \cdot z \cdot n_6 \cdot \rho \cdot k, \quad (2.1)$$

где $F = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ – площадь поперечного сечения канавки в барабане;

$l = 0,1 \text{ м}$ – длина канавки барабана, м;

$z = 8$ – количество канавок;

n_6 – частота вращения барабана, мин^{-1} ;

ρ – объемная масса продукта, кг/м^3 ;

k – коэффициент заполнения ($k = 0,8-0,9$).

Частоту n_6 вращения барабана определяем по формуле:

$$n_6 = \frac{\alpha \cdot n_B}{360}, \quad (2.2)$$

где α – угол поворота барабана за один оборот приводного вала, градусы;

n_B – частота вращения приводного вала, мин^{-1} .

Максимальная частота вращения вала барабана дозатора $n_6 < 45 \text{ мин}^{-1}$.

Мощность привода барабана дозатора N_6 (кВт) определим как:

$$N_6 = 0,0005 \cdot p \cdot F_1 \cdot D \cdot n_6 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \text{tg}\varphi, \quad (2.3)$$

где $p = 550 \text{ кгс/м}^2$ – удельное давление на поверхность барабана;

$F_1 = 0,055 \text{ м}^2$ – площадь сечения горловины бункера;

$D = 0,075 \text{ м}$ – диаметр барабана;

k_1 – коэффициент, учитывающий сопротивление продукта процессу дробления ($k_1 = 1,2-2,0$);

k_2 – коэффициент, учитывающий потери мощности на трение рабочих деталей дозатора ($k_2 = 1,1-1,2$);

φ – угол естественного откоса продукта при движении, градусы.

Мощность для привода ворошителя N_B (кВт) определим как:

$$N_B = \frac{z \cdot k_c \cdot \omega^3 \cdot h}{408} \cdot (R_1^4 - r_1^4), \quad (2.4)$$

где $z = 8$ – число лопастей;

$k_c = 5000$ – коэффициент сопротивления;

$h = 0,24$ м – высота лопасти;

$\omega = 2,25$ рад/с – угловая скорость ворошителя;

$R_1 = 0,195$ м – наружный радиус вращения лопастей;

$r_1 = 0,187$ м – внутренний радиус вращения лопастей, м.

Общая мощность на валу барабанного дозатора N_d (кВт):

$$N_d = N_6 + N_B. \quad (2.5)$$

Исходные данные для расчета приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Исходные данные для расчета барабанного дозатора

№ п/п	Вид продукта	Произво- дитель- ность, кг/ч	Насыпная плотность, кг/м ³	Угол есте- ственного откоса, градусы	Коэф- фициент трения	Емкость бункера, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Мука мака- ронная в/с	100	680	37–44	0,7	20
2	Мука мака- ронная в/с	200	680	37–44	0,7	25
3	Мука мака- ронная в/с	400	680	37–44	0,7	40
4	Мука хлебо- пекарная в/с	100	550	46–55	0,7	15
5	Мука хлебо- пекарная в/с	200	550	46–55	0,7	35
6	Мука хлебо- пекарная в/с	300	550	46–55	0,7	40

Окончание табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7
7	Пшеница	500	760	25–30	0,37	50
8	Пшеница	1000	760	25–30	0,37	100
9	Пшеница	1500	760	25–30	0,37	120
10	Рожь	600	730	26–32	0,37	70
11	Рожь	1100	730	26–32	0,37	110
12	Рожь	2000	730	26–32	0,37	150
13	Просо	400	850	27–33	0,34	35
14	Просо	700	850	27–33	0,34	45
15	Просо	900	850	27–33	0,34	55

3. ТАРЕЛЬЧАТЫЙ ДОЗАТОР СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ

Основным рабочим органом тарельчатого дозатора является вращающаяся тарелка (диск), с которого продукт сбрасывается скребком, толщина слоя регулируется передвижной манжетой, надетой на выходной патрубок бункера.

Расчет тарельчатого дозатора для дозирования сыпучих продуктов включает в себя ряд этапов. Производительность дозатора регулируется в диапазоне от 100 до 400 кг/ч, емкость бункера составляет 50 кг сыпучего продукта.

Пример расчета тарельчатого дозатора приведен ниже.

Выбираем схему тарельчатого дозатора согласно рис. 3.1.

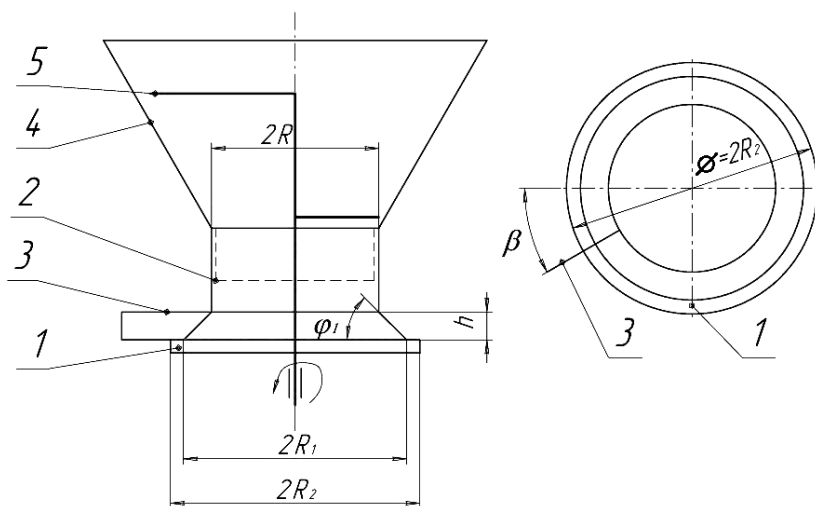


Рис. 3.1. Схема тарельчатого дозатора:

1 – тарелка; 2 – манжета; 3 – скребок; 4 – бункер; 5 – ворошитель;

R – радиус манжеты; R_1 – наибольший радиус вращения частицы;

R_2 – наибольший радиус тарелки; h – высота подъема манжеты над тарелкой

Производительность дозатора можно регулировать изменением частоты вращения тарелки, либо изменением высоты подъема h манжеты над тарелкой при помощи винтового механизма. В нашем случае применяется второй способ регулирования производительности тарельчатого дозатора. При относительной влажности хлебопекарной

муки $w = 13\text{--}14\%$, ее объемная масса $\rho = 550 \text{ кг/м}^3$; угол естественного откоса составляет: в состоянии покоя $\varphi_0 = 55^\circ$, в движении $\varphi_1 = 0,35 \cdot \varphi_0 = 0,35 \cdot 55^\circ = 19,25^\circ$; коэффициент трения муки по стали: в состоянии покоя $f_1 = 0,7$; в движении $f_2 = 0,4$.

Конструктивно задаемся высотой h подъема манжеты для максимальной производительности и радиусом R манжеты соответственно: $h = 20 \text{ мм} = 0,02 \text{ м}$; $R = 85 \text{ мм} = 0,085 \text{ м}$.

Мощность для привода ворошителя $N_{\text{в}}$ (кВт) определяем как:

$$N_{\text{в}} = \frac{z \cdot k_{\text{с}} \cdot \omega^3 \cdot h}{408} \cdot (R_1^4 - r_1^4), \quad (3.1)$$

где $z = 2$ – число лопастей;

$k_{\text{с}} = 5000$ – коэффициент сопротивления;

$h = 0,04 \text{ м}$ – высота лопасти;

$\omega = 1,88 \text{ рад/с}$ – угловая скорость ворошителя;

$R_1 = 0,25 \text{ м}$ – наружный радиус вращения лопастей;

$r_1 = 0,02 \text{ м}$ – внутренний радиус вращения лопастей, м.

$$N_{\text{в}} = \frac{2 \cdot 5000 \cdot 1,88^3 \cdot 0,04}{408} \cdot (0,25^4 - 0,02^4) = 0,0254 \text{ кВт}.$$

Мощность для привода тарельчатого дозатора $N_{\text{пр}} = 0,007 \text{ кВт}$.

Общая мощность на валу тарельчатого дозатора $N_{\text{общ}}$ (кВт) определяется как:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{пр}} + N_{\text{в}} = 0,007 \text{ кВт} + 0,0254 \text{ кВт} = 0,0324 \text{ кВт}.$$

Для обеспечения вращения тарелки дозатора и ворошителя с соответствующей частотой $n = 18 \text{ мин}^{-1}$ применяются электродвигатель с частотой вращения $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$, ременная передача и редуктор. Крутящий момент от электродвигателя через ременную передачу передается на быстроходный вал редуктора, а с тихоходного вала редуктора через муфту передается на вал, где жестко закреплены тарелка и ворошитель (рис. 3.2).

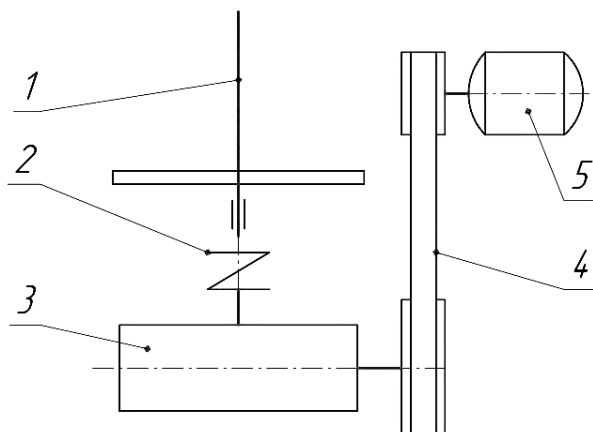


Рис. 3.2. Кинематическая схема тарельчатого дозатора:
 1 – вал ворошителя и тарелки; 2 – муфта; 3 – редуктор;
 4 – ременная передача; 5 – электродвигатель

Производительность тарельчатого дозатора Q (т/ч) определяется по формуле:

$$Q = \frac{60 \cdot \pi \cdot h^2 \cdot n}{\operatorname{tg} \varphi} \cdot \left(R + \frac{h}{3 \cdot \operatorname{tg} \varphi} \right), \quad (3.2)$$

где h – высота подъема манжеты над тарелкой, м;

n – частота вращения тарелки, мин^{-1} ;

R – радиус манжеты, м;

φ – угол естественного откоса продукта в движении, градусы.

Частоту вращения тарелки n (мин^{-1}) определяем по формуле:

$$n \leq 30 \cdot \sqrt{\frac{f}{R + \frac{h}{\operatorname{tg} \varphi}}}. \quad (3.3)$$

Принимаем частоту вращения тарелки меньше расчетной.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Исходные данные для расчета тарельчатого дозатора

№ п/п	Вид продукта	Производительность, кг/ч	Насыпная плотность, кг/м ³	Угол естественного откоса, градусы	Коэффициент трения	Емкость бункера, кг
1	Мука хлебопекарная в/с	450	550	46–55	0,7	45
2	Мука хлебопекарная в/с	350	550	46–55	0,7	35
3	Мука хлебопекарная в/с	150	550	46–55	0,7	30
4	Мука мясокостная	600	675	37–40	0,65	70
5	Мука мясокостная	500	675	37–40	0,65	50
6	Мука мясокостная	400	675	37–40	0,65	45
7	Кормовой мел	180	950	40–50	0,9	30
8	Кормовой мел	230	950	40–50	0,9	40
9	Кормовой мел	380	950	40–50	0,9	35
10	Отруби	750	300	70–75	0,8	80
11	Отруби	650	300	70–75	0,8	65
12	Отруби	550	300	70–75	0,8	60
13	Поваренная соль	400	1400	40–50	0,52	40
14	Поваренная соль	600	1400	40–50	0,52	55
15	Поваренная соль	800	1400	40–50	0,52	85

4. СОСТАВЛЕНИЕ ЦИКЛОГРАММ УПАКОВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Тароупаковочное технологическое оборудование в большинстве случаев имеет сложную кинематику и большое число исполнительных механизмов, движения которых взаимосвязаны. Наглядное графическое изображение последовательности перемещений и работы всех исполнительных механизмов на протяжении полного рабочего цикла приводится обычно на циклограмме, представляющей собой программу работы машины.

Разрабатываются циклограммы при проектировании технологического оборудования с целью обеспечения рационального взаимодействия входящих исполнительных механизмов. Применяются циклограммы при разработке систем управления, программировании, наладке и эксплуатации оборудования, а также при составлении различной эксплуатационной документации.

Циклограммы строятся в прямоугольной или полярной системе координат, что зависит от кинематики оборудования, а также применяемых систем управления, которые бывают самых разнообразных видов. Для простых автоматов с механическим кулачковым командо-аппаратом циклограммы выполняются в полярной или прямоугольной системе координат, а для кинематически сложных машин с гибкой системой числового программного управления циклограммы строятся в прямоугольной системе координат. Наиболее распространенными и удобными в работе являются циклограммы, выполненные в прямоугольной системе координат.

Расчет и составление циклограммы является сложной стадией проектирования многооперационных циклических автоматов, которую обычно выполняют в несколько этапов методом последовательных приближений. При ее построении в прямоугольной системе координат по оси абсцисс, при применении кулачкового командо-аппарата, откладываются в масштабе углы полного оборота его распределительного вала, а для автоматов с гибкой микропроцессорной системой числового программного управления – в масштабе времени откладывается максимально допустимый период полного рабочего цикла $T_{ц}$. Далее ось ординат разбивается на отрезки, число которых равно количеству участвующих в работе исполнительных механизмов и других функциональных элементов автомата. Слева

от оси ординат в каждом отрезке приводятся последовательно названия всех исполнительных механизмов и функциональных элементов автомата, а справа изображаются упрощенные графики их действий на протяжении всего рабочего цикла (без точного воспроизведения закона движения и масштаба перемещений). При этом периоды бездействия (выстоя) механизмов изображаются на графике горизонтальными отрезками прямой, а рабочие и холостые (обратные) хода – наклонными прямыми (или дугами окружности – для механизмов одностороннего прерывистого движения).

В процессе проектирования цикла уточняются последовательность и продолжительность движений исполнительных механизмов с тем, чтобы осуществить заданный технологической операцией порядок их воздействия на изготавливаемый объект, учесть все накладываемые на движения механизмов ограничения, достигнуть требуемой производительности и высокой надежности работы автомата. Обычно стремятся максимально совместить движения механизмов (уплотнить циклограмму), по возможности обеспечив их одновременную работу по параллельной схеме действия.

Пример составления циклограммы работы упаковочного автомата

Как пример рассмотрим автомат модели М6-ОРЗЕ, обеспечивающий упаковку жидкой и пастообразной продукции (молока, кефира, сметаны) в полимерные пакеты порциями от 0,25 до 1,0 дм³ с производительностью 25 пакетов в минуту. Данный вертикальный однопоточный цикловой автомат с микропроцессорной системой управления (рис. 4.1) состоит из установленного на станине устройства 1 размотки рулона 2, сблокированного с ленточным тормозом 3 и механизмом 4 петлевого типа амортизации и натяжения пленочного полотна 5, протягиваемого по направляющим роликам 6.

Далее по ходу движения полотна в нем располагаются датировщик 7, бактерицидная лампа 8, воротниковый рукавообразователь 9, сопрягающийся с вертикальной трубой 10, на которой края свернутой в рукав пленки свариваются между собой внахлестку сварочной линейкой 11. Внутри трубы 10 располагается загрузочная труба 12, по которой фасуемый продукт из установленного на ней объемного поршневого дозатора 13 подается в свариваемый пленочный рукав 14,

периодически пережимаемый на заданном уровне сварочными линейками 15 клещевой подачи 16, протягивающей пленку на заданный шаг при движении вниз и возвращающейся в исходное верхнее положение с разведенными линейками 15. При этом пленочный рукав в процессе протяжки сваривается сомкнутыми линейками 15 поперек двойным швом с разрезкой пережатого полотна между швами. В результате нижним сварным швом укупоривается отделяемый пакет 17, а верхний сварной шов образует на рукаве дно следующего пакета.

Далее укупоренные пакеты 17 укладываются в гнезда ленточного транспортера 18, который в шаговом режиме работы выносит их из рабочей зоны автомата и через загрузочный лоток 19 сбрасывает в пластмассовые ящики 20, находящиеся на рольганге 21. Подсчет упаковок осуществляется оптическим датчиком 22, передающим регистрирующие сигналы счетному устройству, которое после заполнения ящика запрограммированным количеством пакетов включает рольганг 21, перемещающий на место заполненного следующий пустой ящик. Привод дозатора, сварочных линеек, клещевой подачи, ленточного транспортера и рольганга – пневматический. Для их автономной работы, а также работы эжекторного устройства, обеспечивающего удаление воздуха из укупориваемых пакетов, автомат оснащен специальным компрессором.

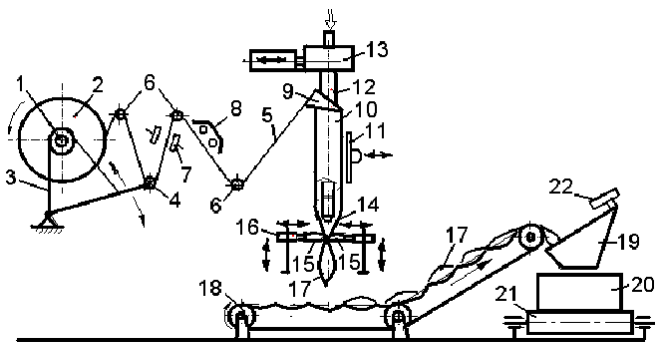


Рис. 4.1. Конструктивная схема автомата модели М6-ОРЗЕ

Для разработки циклограммы работы автомата в нем выделяются отдельные исполнительные механизмы и функциональные устройства, выполняющие в установленной последовательности все переходы автоматизируемой операции, в том числе:

- клещевая подача 16 с механизмами ее вертикального перемещения и смыкания клещей со сварочными линейками 15;
- механизм размотки рулона 1;
- ленточный тормоз 3;
- механизм амортизации и натяжения пленочного полотна 4;
- бактерицидная лампа 8;
- сварочная вертикальная линейка 11 с пневмоприводом;
- датировщик 7;
- объемный поршневой дозатор 13;
- эжекторное устройство удаления воздуха;
- шаговый ленточный транспортер 18;
- оптический датчик 22, передающий регистрирующие сигналы счетному устройству.

Далее, с учетом величин ходов, последовательности и продолжительности движений исполнительных механизмов, в прямоугольной системе координат строится циклограмма работы данного автомата, приведенная на рис. 4.2.

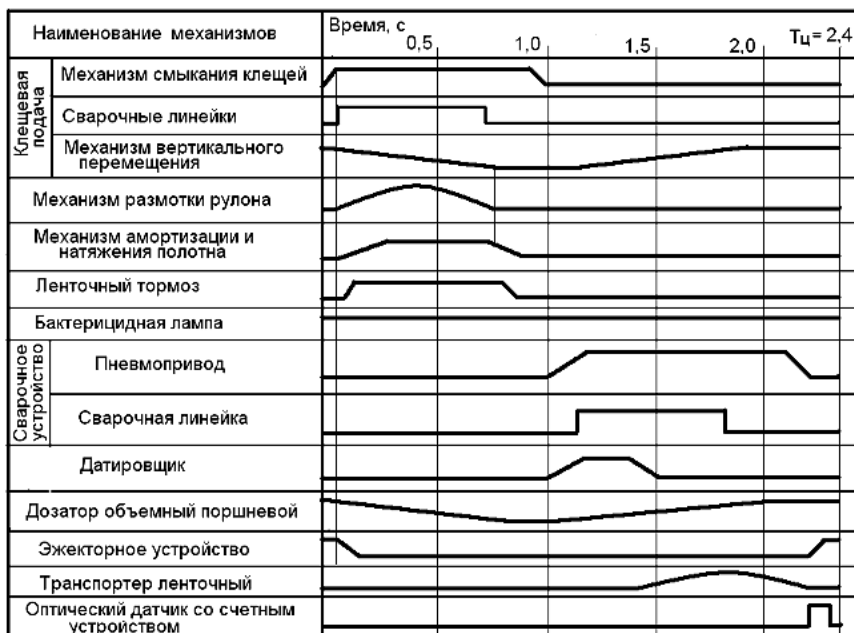


Рис. 4.2. Циклограмма работы автомата модели М6-ОР3Е

Работает автомат в соответствии с данной циклограммой по параллельно-последовательной схеме действия, характеризующейся тем, что размотка упаковочной пленки с рулона и ее шаговая протяжка через исполнительные устройства машины осуществляются перемещением вниз клещевой подачи 16. Одновременно с этим сомкнутыми линейками 15 подачи рукав сваривается поперек двойным швом с разрезкой пережатого полотна между швами, а также расфиксируется ленточный тормоз 3 для свободного вращения рулона 2, производится бактерицидная обработка пленки 5 излучением лампы 8, осуществляется сворачивание протягиваемого полотна в рукав на воротниковом рукавообразователе 9 и вертикальной трубе 10. В это же время поршневой дозатор 13 набирает из поплавковой камеры автомата очередную порцию фасуемого продукта.

Далее сварочные линейки 15 размыкаются, и клещевая подача 16 возвращается из крайнего нижнего в верхнее исходное положение, пропуская через себя рукав. Одновременно с этим опускающимся рычагом механизма 4 натягивается лента тормоза 3 и прекращается инерционное вращение рулона 2; срабатывающим датировщиком 7 на пленке проставляется дата упаковывания продукта; прижимающейся к трубе 10 сварочной линейкой 11 края свернутой в рукав пленки свариваются между собой внахлестку вертикальным швом; из поршневого дозатора 13 отмеренная доза фасуемого продукта по трубе 12 подается вниз сваренного пленочного рукава 14; лента транспортера 18 перемещается на шаг, унося вперед лежащий на ней пакет и сбрасывая в ящик упаковочную единицу, находящуюся в ее конечном гнезде и регистрируемую оптическим датчиком 22. Затем эжекторным устройством из рукава и следующего пакета отсасывается воздух, сварочные линейки 15 клещей подачи 16 снова смыкаются, и цикл повторяется.

Таким образом, за счет уплотнения циклограммы путем максимального совмещения движений и рационального взаимодействия исполнительных механизмов, работающих по параллельно-последовательной схеме действия, в данном автомате достигается относительно высокая производительность и надежность в работе.

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ УПАКОВОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Заверточный автомат модели ЕУ-3 фирмы «Нагема».

К роторным заверточным автоматам, в которых изделия в процессе упаковывания в обертку последовательно перемещаются по исполнительным позициям в захватах вращающегося ротора, относится, в частности, автомат модели ЕУ-3 фирмы «Нагема». Он обеспечивает завертывание охлажденной карамели с начинкой в подвертку и этикетку из парафинированной бумаги с двухсторонней укупоривающей перекруткой ее концов на торцах изделия. Состоит этот автомат из станины, на которой располагаются:

1. Устройства 1 и 2 (рис. 5.1) размотки рулонов этикеточного и подверточного материалов с механизмами 3 торможения и амортизации натяжения ленты.

2. Устройство 4 шаговой подачи и 5 резки рулонных оберточных материалов.

3. Ориентирующе-питающее устройство, содержащее бункер 6, расположенный под его патрубком вибrolоток 7, поперечный лоток 8, в который через продольные щелевые отверстия из вибrolотка просыпается крошка от карамели, подаваемой на конусную накладку 9 раскладочного диска, имеющего на своей кольцевой поверхности 10 профильные гнезда 11 для подаваемой карамели, над которыми располагается вращающаяся ориентирующая щетка 12.

4. Подающий механизм 13, обеспечивающий поштучную передачу карамели с наложенной на нее оберткой из профильного гнезда 11 раскладочного диска в захваты завертывающего устройства.

5. Завертывающее устройство, содержащее вращающийся в вертикальной плоскости ротор 14, несущий восемь пар захватов 15, по периметру которого располагаются: подгибатель 16, подвертывающий задний край обертки; неподвижная направляющая 17, подвертывающая передний край обертки; механизм 18, укупоривающий концы обертки в перекрутку; а также толкатель 19, удаляющий упакованную карамель 20 из захватов ротора в отводящий лоток 21.

6. Электродвигатель с цикловой кулачковой системой передачи движений и блок с электрооборудованием и пультом управления.

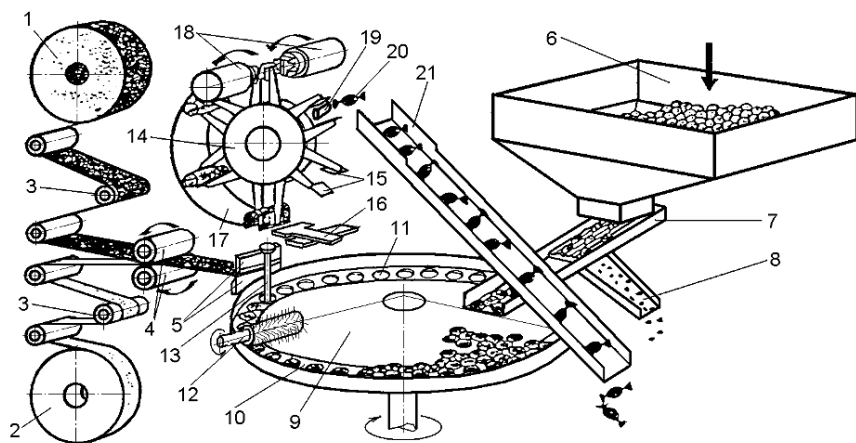


Рис. 5.1. Функциональная схема автомата модели ЕУ-3

В процессе работы автомата карамель загружается в бункер 6 навалом с распределительного транспортера технологической линии или вручную, а затем через загрузочный патрубок бункера регулируемым потоком высыпается на вибролоток 7. Далее работающий вибролоток подает карамель равномерным потоком на конусную накладку 9 раскладочного диска, а крошка от карамели просыпается при этом через его продольные щелевые отверстия на поперечный отводящий лоток 8. С конусной же накладки 9 карамели скатываются и укладываются в профильные гнезда 11 прерывисто вращающегося кольца 10 раскладочного диска с помощью вращающейся ориентирующей щетки 12, а карамели, не попавшие в гнезда, этой же щеткой и сбрасывателем удаляются с контролируемого участка диска на повторную ориентированную загрузку.

Далее, на позиции выдачи, соответствующий щуп в каждом цикле контролирует наличие карамели в профильном гнезде раскладочного диска и включает в работу валковую подачу 4, продвигающую на заданный шаг ленты оберточного материала над карамелью. Одновременно толкатель 13 начинает снизу поднимать карамель из гнезда 11, а сверху к ней в это время подходит прижим. В момент зажатия ими карамели вместе с лентами лезвия ножниц 5 смыкаются и отрезают от лент располагающиеся над карамелью куски обертки. Далее зажатая вместе с оберткой карамель вводится синхронно под-

нимающимися толкателем 13 и прижимом в раскрытый захват 15 ротора 14, при этом выступающие концы обертки губками смыкающихся пальцев захвата загибаются вниз и карамель оказывается обернутой сверху и по боковым сторонам. После этого толкатель и прижим возвращаются в исходное положение, а перемещающимся к захвату подгибателем 16 на нижнюю поверхность карамели подворачивается свисающий задний конец обертки.

Затем ротор 14 начинает цикловой поворот и при этом торцом неподвижной направляющей 17 свисающий передний конец обертки накладывается на задний. Концы обертки удерживаются направляющей 17 в таком положении до перемещения карамели несколькими шагами ротора на позицию механизма 18. Здесь две пары вращающихся на валах щипцов в очередном цикле захватывают своими шарнирными губками концы обертки карамели и закручивают их на два полных оборота. Одновременно щипцы немного приближаются к карамели для предотвращения отрыва укупориваемых концов обертки.

Затем ротор 14 поворачивается на следующий шаг, и здесь качательным движением толкателя 19 упакованная карамель 20 удаляется из раскрывающегося захвата 15 на лоток 21, отводящий ее в технологическую тару. Последующими цикловыми поворотами ротора 14 его захват 15 снова возвращается на приемную позицию, и далее процесс упаковывания повторяется. Работает этот автомат с производительностью до 400 карамелей в минуту.

Заверточный автомат модели М6-АР2Т (АРТ).

В карусельных заверточных автоматах в процессе упаковывания в обертку продукция последовательно перемещается по исполнительным позициям в гнездах горизонтально вращающегося круглого стола. Карусельные автоматы имеют схожее конструктивное исполнение, которое рассмотрим на примере модели М6-АР2Т (АРТ), обеспечивающей упаковывание творога в брикеты массой 250 г или 125 г. Данный автомат содержит станину, изготовленную из литых стальных частей и устанавливаемую на четырех опорах. На ней располагаются следующие функциональные устройства и механизмы автомата, связанные с приводным электродвигателем через цикловую кулачковую систему передачи движений:

– устройство размотки, содержащее ось 1 (рис. 5.2), на которой двумя съемными конусными втулками закрепляется вращающийся рулон 2 оберточного материала, лента с которого через механизм

торможения и амортизации натяжения ленты 3, а также направляющий валок 4 с самозаклинивающимся фиксатором 5 поступает в следующие функциональные механизмы;

- компостер 6, который маркирует обертки с нанесением даты и других данных и соответствующим набором игл прокалывает на ленте наносимое изображение;

- валково-секторный механизм 7 шаговой подачи ленты, состоящий из постоянно вращающегося нижнего валка и связанного с ним верхнего вала, секторный кулачок которого периодически прижимает ленту к нижнему валку, обеспечивая тем самым ее пошаговое продвижение;

- ножницы 8, которые в момент остановки ленты смыкаются и отрезают от нее обертку заданной длины, перемещаемую на формирующую матрицу подающим механизмом, содержащим вращающийся валок 9 с секторным прижимом 10 и толкающий рычаг 11;

- механизм 12, формирующий из обертки тару, располагающийся над гнездом карусельного стола и содержащий формирующую матрицу 13, на которую укладывается отрезаемый лист обертки 14, а также пуансон 15, располагающийся над матрицей и приводимый в движение через рычажную систему от соответствующего кулачка;

- шуп 16, контролирующий подачу обертки 14 на матрицу 13 и воздействующий при ее отсутствии на микровыключатель, останавливающий автомат;

- карусельный стол 17, последовательно перемещающий компоненты упаковки по исполнительным позициям автомата и представляющий собой вращающийся на вертикальном валу 18 диск, в котором имеется восемь прямоугольных гнезд 19, располагающихся по периметру с одинаковым шагом. В гнездах же содержатся вертикально перемещающиеся плоские выталкиватели 20, а цикловой поворот стола на заданный угол осуществляется при этом от привода через цевочный передающий механизм;

- поршневой объемный дозатор 21, фасующий продукцию в тару, сформированную из обертки 14 в гнездах карусельного стола, соединенный с бункерным питателем, имеющим форму усеченного конуса и содержащим внутри вращающийся шнек, которым творожная масса продвигается к нижнему окну бункера, сопрягающемуся с загрузочным окном дозатора, на фасовочном патрубке 22 которого в свою очередь установлен качающийся нож 23;

– механизм 24, укупоривающий брикеты складыванием и загибанием концов обертки, состоящий из прикрепленной к станине стойки, на которой располагаются один неподвижный 25 и три подвижных подгибателя. При этом двумя встречно перемещающимися подгибателями 26 и 27 на брикет вначале край обертки загибается неподвижным подгибателем 25 при продвижении под ним брикета поворачивающимся карусельным столом 17; загибаются торцевые концы обертки, а затем качательным движением подгибателя 28 на них накладывается боковой край обертки;

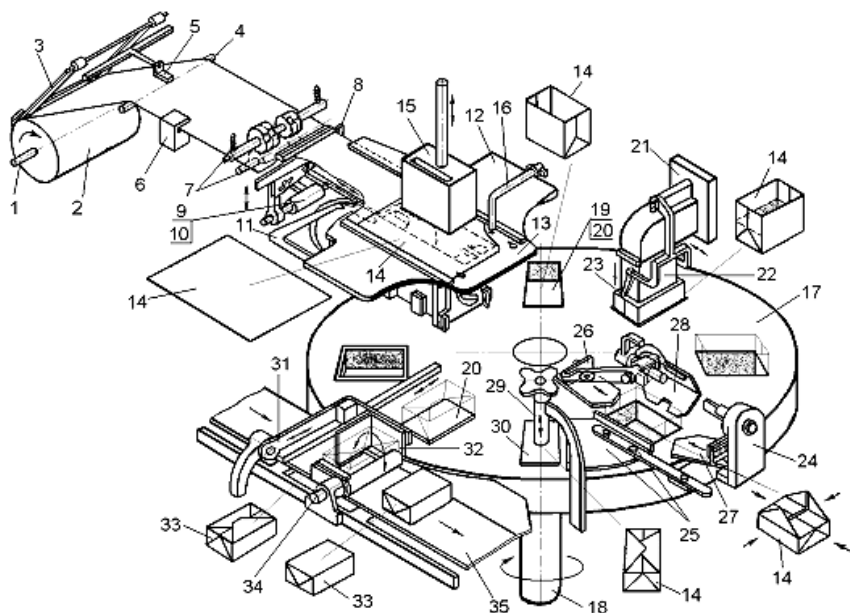


Рис. 5.2. Функциональная схема карусельного заверточного автомата модели М6-АР2Т

– механизм 29, располагающийся над следующей позицией карусельного стола и обеспечивающий подпрессовку сформированного брикета опускающейся на штоке пластиной 30, которая в конце хода прижимает к продукту сложенные концы обертки;

– механизм 31, который захватом 32 забирает готовые упаковки 33 с поднимающихся плоских выталкивателей 20 карусельного стола, и перемещает их на площадку кантователя 34;

- кантователь 34, который качательным движением своей площадкой переворачивает брикеты на 180° и укладывает укупоренной стороной на ленту транспортера 35, предотвращая тем самым возможность самопроизвольного разворачивания обертки;

- ленточный транспортер 35, выносящий брикеты 33 из автомата на позицию их укладки в транспортную тару.

Работа автомата осуществляется по параллельно-последовательной схеме действия его функциональных механизмов. При этом в первой части технологического цикла одновременно с поворотом карусельного стола 17 на заданный шаг производятся:

- загибание бокового края обертки на перемещаемый брикет неподвижным подгибателем 25 устройства 24 на третьей технологической позиции автомата;

- выдвижение готового брикета, перемещаемого к последней технологической позиции автомата, из гнезда карусельного стола 17 поднимающимся плоским выталкивателем 20;

- подача листа обертки 14 на матрицу 13 механизма 12;

- наполнение из бункерного питателя порцией продукта мерного цилиндра дозатора 21;

- срабатывание устройства 6, наносящего на ленту маркировку;

- перемещение в исходное положение захвата 32 механизма 31;

- переворачивание готового брикета кантователем 34 на 180° и его укладка на движущуюся ленту транспортера 35.

Во второй же части технологического цикла, при выстое карусельного стола 17, выполняются следующие действия:

- шаговая подача ленточного материала с рулона 2 валково-секторным механизмом 7 и отрезка от него ножницами 8 следующего листа обертки 14;

- возвратно-поступательное перемещение пуансона 15, при котором лист обертки 14 продвигается внутри формирующей матрицы 13 механизма 12 и складывается в прямоугольную тару, помещаемую в гнездо 19 на первой позиции карусельного стола;

- поворот мерного цилиндра дозатора 21 загрузочным окном к каналу фасовочного патрубка 22 и фасование через него отмеренной дозы продукта в тару из обертки 14, находящуюся на второй технологической позиции карусельного стола, с отсечением поданной дозы от патрубка качающимся ножом 23;

– загибание двумя встречно перемещающимися подгибателями 26 и 27 устройства 24 на третьей технологической позиции карусельного стола вначале торцевых концов обертки на брикет, а затем накладывание на них бокового края обертки качательным движением подгибателя 28;

– подпрессовывание сформированного брикета опускающейся на штоке механизма 29 пластиной 30 в гнезде 19 карусельного стола на четвертой технологической позиции с прижатием к продукту сложенных концов обертки;

– передвижение на последней технологической позиции захватом 32 механизма 31 готового брикета 33 с плоскости поднятого выталкивателя 20 на площадку кантователя 34, расположенную над ленточным транспортером 35.

После выполнения всех приведенных действий начинается очередной поворот карусельного стола 17 на заданный шаг и цикл повторяется. Все части автомата, соприкасающиеся с продуктом, выполняются из коррозионно-стойких материалов. Они легко демонтируются для очистки, мойки и стерилизации. Автоматы модели М6-АР2Т (АРТ) поставляются налаженными на упаковывание творога брикетами массой 250 г, а сменный комплект узлов и деталей, необходимый для их переналадки на брикеты массой по 125 г, поставляется по требованию заказчика отдельно. Для загрузки фасуемого продукта в бункерный питатель данные автоматы дополнительно оснащаются подъемником, который обеспечивает перемещение заполненной ковшовой тележки вверх и пересыпание содержимого ее опрокидыванием над бункером. Работает этот автомат с производительностью 60–85 брикетов в минуту.

Заверточный автомат модели К-467.

На конвейерных заверточных автоматах и линиях продукция в процессе упаковывания в обертку последовательно перемещается в непрерывном или шаговом режиме по их исполнительным позициям разнообразными транспортирующими механизмами конвейерного типа. Устройство и принцип действия приведенного технологического оборудования рассмотрим на примере автомата модели К-467, обеспечивающего групповое упаковывание печенья, вафель и других аналогичных изделий в форме параллелепипеда в двойную обертку, включающую подвертку из рулонного подпергамента и флатовую декорированную этикетку. Данный автомат содержит станину,

на которой установлены следующие основные функциональные устройства и механизмы:

- конвейер 1 (рис. 5.3), перемещающий упаковываемые изделия по исполнительным позициям автомата, грузонесущий орган которого состоит из двух параллельных бесконечных роликовых цепей с закрепленными на них с шагом 95,25 мм поперечными профильными планками 2, образующими гнезда для укладываемых изделий. Двигаются же эти цепи в направляющих конвейера, охватывая звездочки его концевых валов: неприводного 3 и приводного 4, а шаговое движение грузонесущего органа осуществляется при этом от электродвигателя автомата через мальтийский механизм, преобразующий непрерывное вращательное движение входного звена в одностороннее прерывистое вращение приводного вала 4;

- устройство 5 размотки рулона 6 оберточного материала с механизмами торможения и амортизации натяжения ленты, а также уравнивания и удержания оберточного материала;

- ножницы 7, отрезающие от ленты листы обертки, состоящие из двух шарнирно соединенных лезвий, которые смыкаются при резке, получая встречные качательные движения через тяги и коромысло от программного кулачка привода;

- питатель 8, состоящий из магазина, в котором размещается стопка флатовых этикеток, и механизма их поштучной выдачи, содержащего вакуумный захват, удерживатель и сепаратор. При этом вакуумный захват располагается снизу магазина около его левого переднего угла и в процессе работы прикрепляется к нижней этикетке, приподнимая стопу на 3–4 мм, а затем, перемещаясь в обратном направлении, снимает передний край этикетки с опорной планки и оттягивает вниз на 6–8 мм. Далее в образовавшийся зазор вводится опорная планка удерживателя, обеспечивающая фиксацию и приподнимание стопы, а затем между опорной планкой удерживателя и отогнутым краем этикетки входит сепаратор, окончательно отделяющий нижнюю этикетку от стопы и укладывающий ее передний край на обертку, поступающую из рулона;

- клещевой захват 9, который обеспечивает шаговую подачу комплекта оберточного материала на сгруппированные упаковываемые изделия и состоит из штанги, возвратно-поступательно перемещающейся в горизонтальной направляющей, и установленных на ее конце

клещей, содержащих неподвижную верхнюю и качающуюся в шарнире нижнюю губки;

– устройство маркировки обертки, представляющее собой компостер, в отверстиях иглодержателя которого закрепляется сменный набор иглол, прокалывающих на этикетке очертания наносимого изображения;

– устройство, наносящее на этикетку полоску клея, содержащее в своем корпусе электрообогреваемую ванну с принудительно вращающимся в ней клеепереносящим роликом;

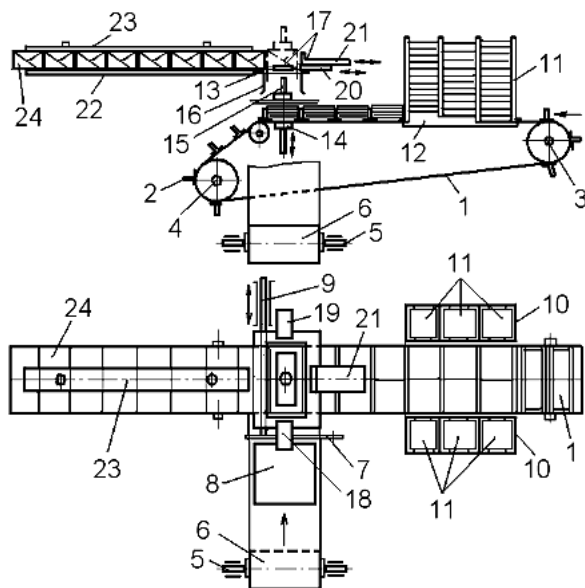


Рис. 5.3. Функциональная схема конвейерного заверточного автомата модели К-467

– блок шибрных питателей 10, группирующих упаковываемые изделия, который включает в себя вертикальные стационарные кассеты 11, располагающиеся по три штуки с двух сторон грузонесущего органа конвейера 1 адекватно с шагом его гнезд. Дном же этих кассет являются каскадные планки 12, высота рабочих площадок на которых увеличивается от первой кассеты к третьей на толщину последовательно подаваемых из них изделий, а по этим

площадкам в свою очередь возвратно-поступательно перемещаются шиберы, подающие своими передними торцами из стоп через окна в кассетах заданное количество нижних изделий в сопрягающиеся гнезда конвейера 1, одновременно перекрывая своей верхней плоскостью канал кассеты;

- механические щупы, контролирующие наличие изделий в гнездах и блокирующие подачу обертки при их отсутствии;

- устройство 13, завертывающее сгруппированные изделия в оберточный материал; состоит из вертикально перемещающихся нижнего пуансона 14 и верхнего прижима 15, а также формирующей матрицы 16, соосно закрепленной между ними над гнездом конвейера 1. Формирующая матрица содержит в свою очередь две пары неподвижно закрепленных вертикальных пластин, образующих в плане прямоугольное окно с внутренними размерами, адекватными размерам формируемой упаковки. При этом одна пара этих параллельных пластин находится выше другой, а под ними крепятся четыре фигурные направляющие;

- механизм 17, укупоривающий упаковочные единицы загибанием концов обертки, располагающийся над формирующей матрицей 16. Он содержит два боковых подгибателя 18 и 19, а также один поперечный подгибатель 20 и расположенный над ним толкатель 21, которые связаны рычагами с соответствующими кулачками цикловой системы программного управления. При этом подгибатели, выполненные в виде тонких пластин, наряду с толкателем, содержащим вертикальную стенку, совершают цикловые возвратно-поступательные перемещения в горизонтальной плоскости;

- выводной канал 22, обеспечивающий высушивание на упаковочных единицах укупоривающего клеевого шва, состоящий из неподвижного направляющего лотка с закрепленными под ним электронагревательными элементами сопротивления, а также верхней подпружиненной быстросъемной планки 23, прижимающей перемещаемые упаковочные единицы 24 к его рабочей поверхности.

- электродвигатель с цикловой кулачковой системой программного управления, связанный с ним клиноременной передачей вакуумный насос, а также пульт с кнопками управления и другое электрооборудование автомата, которое соединяется с пультом и подключается к трехфазной четырехпроводной сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220/380.

При упаковывании на данном автомате, например, печенья, изготавливаемая упаковочная единица обычно состоит из двух одинаковых стопок изделий с пятью печеньями в каждой, завернутых в двойную обертку, включающую подвертку, отрезаемую от рулонной пергаментной или подпергаментной ленты, и флатовую декорированную наружную этикетку. При этом подвертка на боковых сторонах упаковки складывается конвертным замком, а края этикетки на нижней стороне упаковки склеиваются. Работает же автомат следующим образом. В начале цикла грузонесущий орган конвейера 1 продвигается на шаг. Затем из кассет 11 шиберами встречно перемещающихся кареток в сопрягающиеся гнезда конвейера укладываются упаковываемые изделия. Если печенье группируется, например, в две стопы по пять штук, то шиберами первых кассет в гнездо вначале загружается по два изделия. Одновременно на следующей позиции шиберами вторых кассет на уложенные ранее перемещается еще по два изделия и, наконец, на третьей позиции шиберами третьих кассет в формируемые стопы подается по одному верхнему пятому изделию.

Далее сложенные в гнезда стопки печенья несколькими последовательными шагами конвейера перемещаются на позицию завертывающего устройства 13. Здесь опускающиеся механические шупы проверяют стопы изделий в гнезде и при их наличии не блокируют подачу комплекта обертки. При этом механизмом поштучной выдачи, содержащим вакуумный захват, удерживатель и сепаратор, из магазина питателя 8 извлекается нижняя флатовая этикетка, и ее передний край накладывается на подвертку, поступающую из рулона 6. После этого комплект обертки захватывается за передний край смыкающимися губками выдвижного клещевого захвата 9 и протягивается им на заданный шаг. Когда же тянущий захват проходит расстояние, равное длине подвертки, то он приостанавливается, и в этот момент смыкающимися лезвиями ножниц 7 от ленты отрезается лист подвертки. Одновременно срабатывает и маркирующее устройство, наносящее на этикетку дату упаковывания и некоторые другие данные.

Затем захват, продолжая свое движение, накладывает комплект обертки на сгруппированные изделия, а в момент размыкания его губок наложенная обертка фиксируется от смещения механизмом удержания. В процессе подачи край этикетки проходит также через клеенаносящий аппарат, где на него вращающимся роликом накатывается

вается клеевая полоса. Далее опускается прижим 15 устройства 13, фиксируя сформированный комплект в гнезде конвейера 1 вместо механизма удержания. А затем синхронно поднимающимися пуансоном 14 и прижимом 15 зажатые между ними сгруппированные изделия вместе с наложенным комплектом обертки перемещаются из гнезда конвейера вверх сквозь формующую матрицу 16 до уровня, при котором опорная площадка пуансона оказывается выше рабочей поверхности выводного канала 22 на три миллиметра. При этом вертикальными пластинами формующей матрицы 16 обертка складывается в прямоугольную тару путем загибания вниз с четырех сторон ее свободных полей и прижатия фигурными направляющими образующихся на торцах клапанов к боковым вертикальным стенкам.

В результате сгруппированные изделия оказываются в таре («скатерке»), сформированной из обертки и открытой снизу. Затем на открытый низ этой тары в механизме 17 встречно движущимися подгибателями 18 и 19 вначале загибаются края боковых стенок обертки, а затем на них перемещающимся вперед подгибателем 20 конвертообразно накладывается загибаемый край задней поперечной стенки обертки. Боковые же подгибатели в это время возвращаются в исходное положение. Далее движущимся вперед толкателем 21 упаковочная единица перемещается с поддерживающего ее пуансона 14 в выводной канал 22. При этом торцом неподвижного направляющего лотка выводного канала под основание упаковки загибается передний поперечный край обертки и, накладываясь на загнутый задний край, соединяется с ним нанесенной ранее клеевой полосой. В процессе же продвижения по выводному каналу упаковочных единиц, подаваемых толкателем 21 в каждом цикле, происходит высушивание клеевого соединительного шва на этикетке обертки, при этом усилие прижима, создаваемое планкой 23, способствует надежной фиксации клеевых укупоривающих соединений и приданию упаковке качественного товарного вида.

Из выводного канала готовые упаковочные единицы 24 выходят на приемной позиции, где забираются работницей, обслуживающей автомат, и укладываются в транспортную тару. За счет максимального совмещения движений и рационального взаимодействия исполнительных механизмов, работающих от цикловой кулачковой системы по параллельно-последовательной схеме действия, данным автоматом обеспечивается относительно высокая производительность,

составляющая 60 упаковок в минуту, а также надежность в работе. Автомат в процессе работы обслуживают 4 человека, а изготавливает их объединение «Нагема» (Германия).

Заверточный автомат модели Л5-03Л.

В горизонтальных поточных заверточных автоматах упаковываемые изделия перемещаются последовательно по их исполнительным позициям внутри рукава, непрерывно формируемого из рулонного оберточного материала. Соединяются же края такой обертки между собой в процессе поштучного упаковывания изделий одним продольным и двумя поперечными сварными или термоклеевыми швами. За этим видом обертки и упаковывающими в нее автоматами закрепилось название типа «Flow – pack», которое с английского языка можно перевести, как «поток упаковочных изделий» или «поток пачек (пакетов)». Такую упаковку типа «Flow – pack» нередко называют еще и трехшовным пакетом, что не совсем корректно, поскольку технологии упаковывания в эти обертки и аналогичные трехшовные пакеты разные. Дело в том, что если даже в упаковочном автомате процесс изготовления трехшовного пакета совмещается с упаковыванием продукции, то все равно вначале из рулонного материала изготавливается пакет, а затем в него фасуется продукция (жидкая, пастообразная, сыпучая, штучная или смешанная) и пакет укупоривается. В заверточных же автоматах штучное изделие вначале вкладывается в обертку, формируемую из рулонного материала, а уже затем ее края соединяются на нем одним продольным и двумя поперечными укупоривающими швами.

Применяются такие автоматы для упаковывания в обертку из рулонных термосвариваемых (полипропиленовые, целлофановые, поливинилхлоридные, а также многослойные пленки) или термосклеиваемых (например, фольга или бумага, ламинированные термоклеевым покрытием) материалов разнообразных штучных изделий продовольственного, косметического, бытового и хозяйственного назначения. При относительной конструктивной простоте исполнения эти автоматы обеспечивают высокую производительность. Устройство же и принцип действия приведенного технологического оборудования рассмотрим на примере горизонтального поточного заверточного автомата модели Л5-03Л. Эти автоматы широко применяются на предприятиях молочной промышленности в составе технологических линий по производству мороженого для упаковывания в обертку

этих изделий. Данный автомат (рис. 5.4) содержит станину 1, на которой установлены:

– устройство 2 установки и размотки рулонов 3 и 4 оберточного материала, содержащее соединенный со станиной литой кронштейн, к которому крепятся оси двух механизмов фиксации рулонов 5 и 6, несущие по качающемуся кронштейну 7 и свободно вращающейся оправке с неподвижной и съемной конусными втулками. На верхнем плече кронштейна 7 располагается в свою очередь свободно вращающийся ролик, а его нижнее плечо при этом через цилиндрическую пружину 8 соединяется с винтом 9, предназначенным для регулировки усилия ее растяжения, обеспечивающего создание через тормозную колодку момента торможения. При заправке лента с рулона 3 проводится вначале через ролик кронштейна 7 с образованием компенсационной петли, затем пропускается через направляющие ролики 10, 11 и 12 этого устройства, располагающиеся на станине, и далее направляется в рукавообразователь 13;

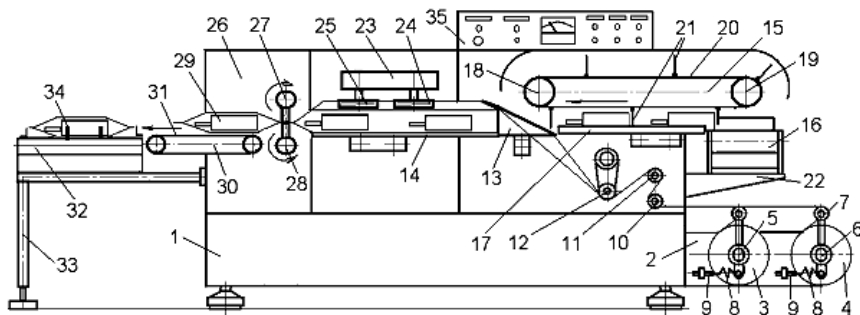


Рис. 5.4. Функциональная схема заверточного автомата модели Л5-03Л

– рукавообразователь 13, в котором непрерывно протягиваемая лента за счет соответствующей формы направляющих поверхностей сворачивается в трубку с верхним сведением ее краев в нахлесточное соединение и продвижением формируемого рукава по прямолинейному направляющему лотку 14;

– загрузочный механизм 15, который забирает упаковываемые штучные изделия с несущих кареток питающего транспортера 16 и по направляющему лотку 17 подает их с заданным шагом через рукавообразователь в формируемый из ленты рукав. Для этого на

одном конце его литого корпуса, прикрепленного к станине, установлен приводной вал 18 с парой звездочек, а на втором конце корпуса располагается натяжной вал 19 с аналогичными звездочками. Звездочки же этих валов попарно охватываются двумя параллельными бесконечными роликовыми цепями 20, которые соединяются между собой через равномерный шаг семью поперечными осями, несущими подпружиненные толкатели 21;

- питающий транспортер 16, который прикрепляется к станине кронштейном 22 и обеспечивает доставку брикетов мороженого от эскимогенератора;

- устройство 23 термоконтактной продольной сварки, осуществляющее непрерывное соединение краев свернутой в трубку ленты продольным нахлесточным сварным швом, а также синхронное продвижение формируемого рукава вместе с находящимися в нем упаковываемыми изделиями. В его корпусе, закрепленном на станине, содержится редуктор, а также связанные с ним сопрягающиеся ролики 24 термоконтактной сварки и ролики 25 тянущеохлаждающего механизма. При этом ток от источника питания подается на электронагревательные элементы роликов 24 по проводам через подпружиненные графитовые щетки, установленные в щеткодержателе и постоянно контактирующие с кольцами коллекторов;

- устройство 26 термоконтактной поперечной сварки и отрезки упаковочных единиц, которое своими сварочными линейками, установленными на синхронно вращающихся валах 27 и 28, с заданным шагом пережигает непрерывно формируемый из ленты рукав между находящимися в нем упаковываемыми изделиями с выполнением в этом месте двойного поперечного укупоривающего сварного шва и одновременной разрезкой оберточного материала между швами, обеспечивая тем самым отделение от рукава готовой упаковочной единицы 29;

- отводящий транспортер 30, принимающий на свою непрерывно движущуюся ленту 31 отделенные упаковочные единицы 29 и поштучно доставляющий их на стол 32;

- стол 32, установленный на опорной раме 33, который своими толкателями 34, закрепленными на бесконечном тяговом органе, выполненном из однорядной роликовой цепи, захватывает поступающие упаковочные единицы 29 и перемещает их по столешнице на позицию укладки в транспортную тару;

– электродвигатель с системой передачи движений исполнительным механизмам, а также пульт 35 с кнопками управления и другим электрооборудованием.

При непрерывной работе автомата брикеты мороженого поочередно укладываются на вертикально расположенные каретки питающего транспортера 16 и в процессе непрерывного движения плавно поворачиваются вместе с ними из вертикального положения в горизонтальное. В конце же транспортера эти брикеты поочередно снимаются с горизонтально расположенных кареток согласованно движущимися в поперечном направлении подпружиненными толкателями 21 загрузочного механизма 15 и далее по сопрягающемуся направляющему лотку 17 с заданным шагом продвигаются через руковообразователь 13 в непрерывно формируемый из ленты оберточного материала рукав. При этом в устройстве 23 синхронно вращающиеся ролики 24 разогревают в зоне контакта сложенные внахлестку концы формируемого рукава до вязкотекучего состояния и, непрерывно продвигая, сваривают их. Следующая же пара синхронно вращающихся роликов 25 этого устройства быстро охлаждает сварной шов, а также продвигает формируемый рукав вместе с находящимися в нем изделиями по направляющему лотку 14 в устройство 26 термоконтakтной поперечной сварки.

Здесь сварочные линейки, вращающиеся на параллельных валах 27 и 28, пережимают в каждом цикле синхронно движущийся рукав между находящимися в нем изделиями и за период сопряжения рабочих поверхностей нагревают и сваривают обертку в месте контакта двойным поперечным швом, а нож в это время разрезает зажатый оберточный материал между швами, обеспечивая тем самым отделение от рукава готовой упаковочной единицы. Далее упаковочные единицы из устройства 26 поступают на непрерывно движущуюся ленту 31 транспортера 30, выводящего их из автомата и поштучно перегружающего на стол 32. Здесь упаковочные единицы захватываются непрерывно движущимися в пазах стола толкателями 34 и перемещаются ими по столешнице на позицию укладки в транспортную тару. При выработке разматывающегося рулона 3 конец его ленты быстро соединяют с началом ленты следующего рулона 4, заранее установленного на оправку механизма фиксации 6, и непрерывная работа автомата продолжается. За время работы автомата с нового рулона на освободившуюся оправку 5 устанавливается

следующий рулон и таким образом обеспечивается длительная безостановочная работа автомата с номинальной производительностью 85 упаковок в минуту.

Горизонтальный автомат модели «АСМА-722».

Фирмы АСМА и Star Food Co (Италия) совместно с фирмой Angelus Sanitary Can Machine Co (США) создали также горизонтальный автомат модели «АСМА-722» с комбинированным линейно-карусельным принципом действия, предназначенный для упаковки в аналогичные пакеты гранулированной мясоконсервной продукции. На линейном участке этого автомата (рис. 5.5) последовательно располагаются:

- механизм 1, обеспечивающий размотку рулона 2 упаковочного материала;
- направляющие ролики 3 механизма амортизации и натяжения продвигаемой ленты;
- формующий треугольник 4, обеспечивающий складывание продвигаемой однослойной ленты в полурукав;
- валковая подача 5, осуществляющая совместно с клещевой подачей 9 шаговое синхронное продвижение полурукавной ленты;
- смыкающиеся линейки 6 устройства термоконтактной сварки дна пакета;
- смыкающиеся линейки 7 устройства термоконтактной сварки полурукава двойными вертикальными швами в пакеты;
- маркировочное устройство 8, наносящее на пакеты дату упаковки и другие данные;
- клещевая подача 9, на зажимных планках которой располагается отрезной нож, разрезающий в процессе продвижения полурукавную ленту между сдвоенными вертикальными швами и отделяющий тем самым от нее пакеты;
- а также механизм 10, передающий отделенные пакеты в гнезда карусельного стола 11.

Далее по периметру карусельного стола 11 с шагом, адекватным углу его циклового поворота, в автомате располагаются:

- механизм раскрытия пакетов с вакуумными присосками 12;
- устройства 13, обеспечивающие дозирование и фасование упаковываемой продукции в пакеты;
- устройство 14 контроля уровня наполнения пакетов;

- устройство 15 точечного (негерметичного) термозапечатывания горловины пакетов;
- механизм 16 герметичного укупоривания пакетов, содержащий горизонтальные смыкающиеся линейки термоконтактной сварки;
- располагающееся на этой же позиции устройство 17, обеспечивающее вакуумирование пакетов (удаление воздуха) в процессе их герметичной укупорки;
- а также механизм 18, передающий готовые упаковочные единицы 19 с карусельного стола 11 на отводящий транспортер 20.

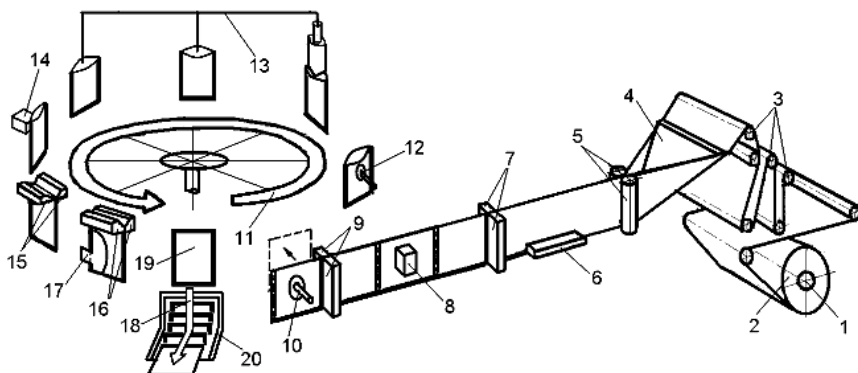


Рис. 5.5. Функциональная схема горизонтального упаковочного автомата модели «АСМА-722»

Данные автоматы широко используются на мясоконсервных предприятиях США, Италии, ФРГ и других стран для упаковывания гранулированных мясоконсервных полуфабрикатов и другой сыпучей продукции в пакеты размерами от 75×75 до 160×240 мм с производительностью до 60 штук в минуту.

6. ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ УПАКОВКИ ИЗ ОБЕРТОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В качестве простых размерных параметров прямоугольных упаковок могут служить их внешние размеры (длина, ширина, высота), поверхность порции продукта, площадь заготовки оберточного материала, а в качестве сложных – коэффициент расхода оберточного материала и др. Рассмотрим взаимосвязи параметров прямоугольных упаковок, полученных разными способами.

Тип 1. Завертывание продуктов в «пачку».

Завертывание в пачку является одним из наиболее распространенных способов упаковки пищевых продуктов – масла, маргарина, а также других продуктов, порции которых имеют форму прямоугольного параллелепипеда (рис. 6.1). Распространенность способа объясняется компактностью и простотой его выполнения машинным способом. Машины, выполняющие завертывание изделий по этому способу, обычно представляют собой машины линейного типа, по существу четырехпозиционные машины.

Углы, образующиеся при заделке торцов и низа пачки между линиями сгиба заготовки и ребрами упаковки, теоретически равны 45° и 90° . Практически же они несколько выше. Завышенные значения углов приводят к увеличению величин перекрытий, повышая тем самым надежность упаковки.

Площадь заготовки оберточного материала в функции размеров брикета и величин наложения (перекрытий) концов заготовки один на другой можно определить следующим образом.

Длину заготовки, считая в направлении длины брикета, можно рассчитать из следующей зависимости:

$$a = x + y + 2 \cdot h' = 13,5 + 2,6 + 2 \cdot 0,2 \cdot 5,02 = 18,11 \text{ см.}$$

где h' – величина перекрытия конца заготовки складками оберточного материала на торцах брикета, $h' = 0,2 \cdot z$.

Ширина заготовки:

$$b = 2 \cdot y + 2 \cdot z + h = 2 \cdot 2,6 + 2 \cdot 5,02 + 0,2 \cdot 2,6 = 15,76 \text{ см,}$$

где h – величина наложения правого продольного конца заготовки на левый конец при образовании нижнего продольного шва, $h = 0,2 \cdot y$.

Исходя из рассчитанных параметров, можем вычислить площадь заготовки:

$$F = a \cdot b = 18,11 \cdot 15,76 = 285,41 \text{ см}^2.$$

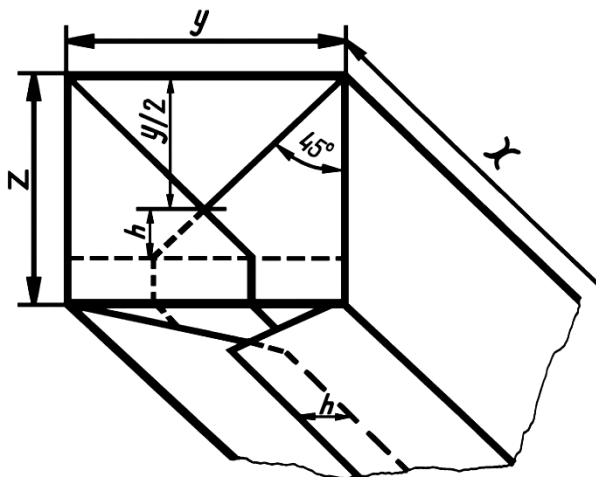


Рис. 6.1. Схема упакованного брикета способом в «пачку» с основными обозначениями

Тип 2. Завертывание в «пачку с увеличенными перекрытиями на торцах брикета».

Этот способ является одной из распространенных модификаций завертывания в пачку. Увеличение перекрытий на торцах, по сравнению с обычными, повышает надежность упаковки, сохраняемость продукта и создает лучшие условия для заполнения предварительно изготовленной открытой пачки-коробочки (пакета) продуктом, а также для ввода в открытую коробочку с продуктом вкладыша без смятия верхнего края коробочки.

Схема такой завертки (рис. 6.2) тождественна рассмотренной схеме в «пачку». Разница заключается лишь в том, что коробочка образуется без продукта с помощью пуансона при почти одинаковых конструкциях заверточных матриц, а наполняется коробочка продуктом

в одной из позиций автомата с помощью дозатора. Отмеренная порция продукта в полужидком состоянии попадает в коробочку, где ей придают прямоугольную форму с помощью подпрессовывающей лапки. Отличие данного способа завертывания заключается еще в том, что коробочка образуется при движении пуансона сверху вниз, а следовательно, заделка заполненной коробочки производится сверху, а не снизу, как это было при заделке в «пачку». Такое отличие связано с физическим состоянием продуктов – пластичностью.

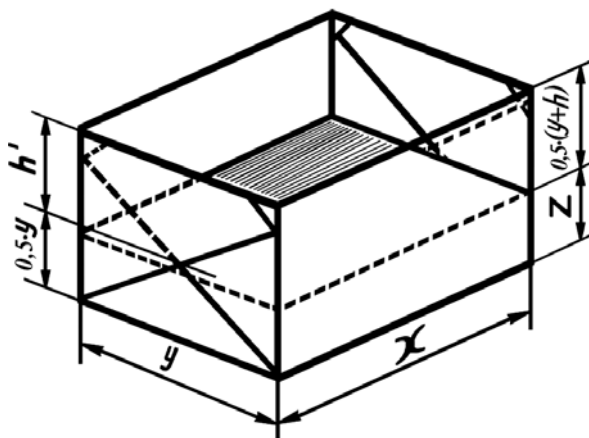


Рис. 6.2. Основные обозначения упаковки, выполненной способом в «пачку» с увеличенными перекрытиями на торцах брикета

Чтобы выполнить завертывание порции продукта «в пачку с увеличенными перекрытиями» (с вкладышем и без него), необходимо, чтобы высота коробочки была несколько меньше ее ширины, в противном случае получаемые при образовании коробочки уголки будут сминаться и упаковки не получится.

Следовательно, $L_z \leq y$.

Подставив высоту коробочки, получим: $z + 0,5 \cdot (y + h) \leq y$.

Если $h = 0,23 \cdot y$, то $z \leq 0,385 \cdot y$.

При нарушении этого условия завертывание порции продукта без смятия образующихся уголков выполнить все же можно. Для этого нужно, чтобы кончиков уголков не было, чего можно достичь, если предварительно одновременно с высечкой заготовки отрезать у нее

углы. Тогда при складывании уголка коробочки не будет остроугольной части. Величину отрезки уголка r можно найти из равенства высот коробочки, определенных со стороны торца и с ее боковой стороны, т. е. $y + r \cdot \cos 45^\circ = z + 0,5 \cdot (y + h)$.

$$\begin{aligned} \text{Откуда } r &= 1,414 \cdot [z - 0,5 \cdot (y + h)] = \\ &= 1,414 \cdot [4 - 0,5 \cdot (2,8 - 0,23 \cdot 2,8)] = 4,13 \text{ см.} \end{aligned}$$

Исходя из обозначений рис. 6.2 и принимая $h = 0,23 \cdot y$, площадь заготовок оберточного материала можно представить зависимостью

$$\begin{aligned} F &= \left(\frac{V}{y \cdot z} + 1,23 \cdot y + 2 \cdot z \right) \cdot (2,23 \cdot y + 2 \cdot z) + \frac{V}{z} = \\ &= \left(\frac{13,5 \cdot 2,8 \cdot 4}{2,8 \cdot 4} + 1,23 \cdot 2,8 + 2 \cdot 4 \right) \cdot (2,23 \cdot 2,8 + 2 \cdot 4) + \frac{13,5 \cdot 2,8 \cdot 4}{4} = \\ &= 24,944 \cdot 14,244 + 37,8 = 393,1 \text{ см}^2. \end{aligned}$$

Кроме оптимальных размеров упаковки, необходимо знать размеры, при которых расход оберточного материала близок к минимальному, а также ту область размеров данных упаковок, к которой относятся упаковки, принятые в отечественной промышленности, и те пути и закономерности, следуя которым, можно изменять эти размеры так, чтобы расход оберточного материала на единичную упаковку снижался.

Тип 3. Завертывание порций продукта в «заниженную пачку» с вкладышем.

Способ завертывания «в заниженную пачку» аналогичен способу завертывания в «пачку с увеличенными перекрытиями». Однако он отличается от последнего тем, что вкладыш играет роль основной заготовки; пачка не имеет продольного шва, наложение концов основной заготовки на вкладыш осуществляется по контуру верхней плоскости с отступлением от этого контура на $h = 1$ см (рис. 6.3). Такая упаковка возможна в случае применения оберточного материала, у которого практически полностью отсутствуют упругие деформации изгиба. В противном случае будет иметь место отставание и самопроизвольное разворачивание. В качестве такого материала

применяется алюминиевая фольга. Оптимальные размеры упаковки, выполненной данным способом, характеризуются равенством ее длины и ширины, т. е. $x = y$.

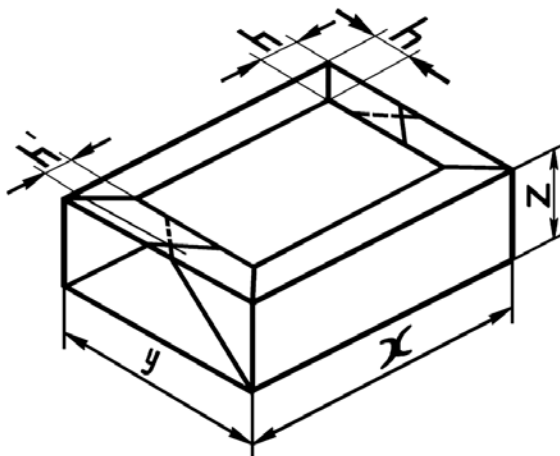


Рис. 6.3. Основные обозначения упаковки, выполненной в «заниженную пачку» с вкладышем

Площадь заготовки с учетом вкладыша при $h = 1$ см:

$$F = (x + 2 \cdot z + 2) \cdot (y + 2 \cdot z + 2) + x \cdot y =$$

$$= (20 + 2 \cdot 5 + 2) \cdot (4,8 + 2 \cdot 5 + 2) + 20 \cdot 4,8 = 633,6 \text{ см}^2.$$

Тип 4. Завертывание порции в «односторонний носок».

Способ завертывания в «односторонний носок» относится к несимметричным способам упаковки. Несимметричным он называется потому, что брусок в начале завертывания располагается на заготовке оберточного материала ближе к одной из его сторон, следствием чего является несимметричное расположение верхнего продольного шва, а также еще потому, что образующийся односторонний носок на торце бруска расположен по одну сторону его оси симметрии. Обычно этот способ применяется для завертывания брусков дрожжей.

Брусок завертывают в бланк бумаги прямоугольной формы без вырезов. Упакованный после выполнения заверточных операций брусок показан на рис. 6.4.

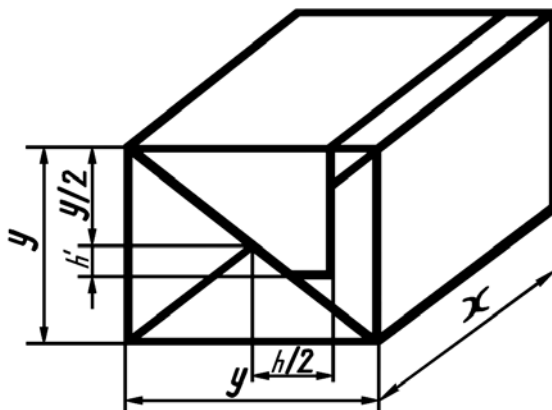


Рис. 6.4. Схема бруска, упакованного в «односторонний носок»

Исходя из обозначений на рис. 6.4, площадь заготовки при заданном объеме упаковки можно определить по уравнению:

$$F = \left(\frac{V}{y} + y + 2 \cdot h' \right) \cdot (4 \cdot y + h) =$$

$$= \left(\frac{20 \cdot 5 \cdot 4,8}{4,8} + 4,8 + 2 \cdot 0,96 \right) \cdot (4 \cdot 4,8 + 0,375) = 2089 \text{ см}^2,$$

где h' – половина величины перекрытия концов заготовки на торце бруска;

h – величина наложения концов заготовки при образовании верхнего продольного шва.

Тип 5. Завертывание продуктов в «расширенный хвостик».

Способ завертывания брикета в «расширенный хвостик» применяется для завертывания дрожжей.

За величину перекрытия h' здесь принято расстояние от опасной точки до границы открытого продукта (без учета закрытия его хвостиками). Углы между линиями складок и ребрами упаковки также равны 45° и 90° , высота упаковки не может быть меньше $2 \cdot h'$, а ширина упаковки не может быть больше суммы $(z + h')$, а также при $h = 2 \cdot z$, $y \geq 2 \cdot z$. Расчеты показывают, что брикеты оптимальных

размеров обладают меньшей поверхностью (на 1–11 %) и для их завертывания требуется меньше (на 6–8 %) оберточного материала по сравнению с применяемыми.

Тип 6. Завертывание продуктов в «остроконечный хвостик».

Способ завертывания в «остроконечный хвостик» применяется для завертывания брикетов масла и реже для завертывания дрожжей (рис. 6.5). За величину перекрытия h' здесь принято расстояние от опасной точки до границы открытого продукта.

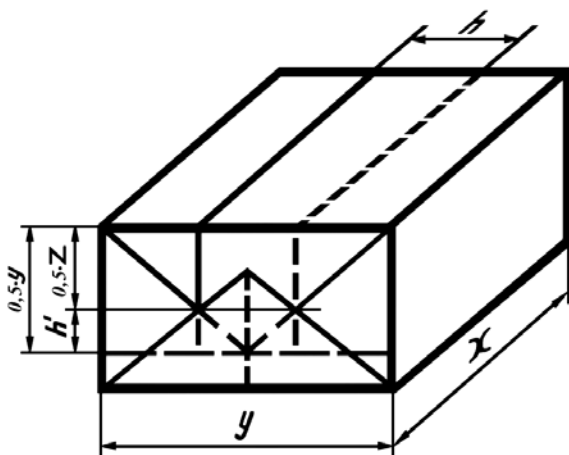


Рис. 6.5. Схема брикета, завернутого в «остроконечный хвостик»

В данном случае между высотой и шириной упаковки существуют определенные условия: $z \leq y$, $y > 4 \cdot h'$.

Кроме того, высота упаковки, ее ширина и величина перекрытия связаны соотношением $z = y - 2 \cdot h'$.

7. ТРАНСПОРТНОЕ ПАКЕТИРОВАНИЕ ПРОДУКЦИИ

Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ осуществляется на базе контейнеризации и пакетирования продукции. Интенсификация пакетно-контейнерных перевозок грузов является характерной чертой современного этапа экономического и технического развития во всем мире.

Широкое использование пакетных и контейнерных перевозок сокращает в 1,5–2 раза затраты на упаковку; в 4–6 раз повышает производительность труда при погрузочно-разгрузочных и складских работах; в 3–4 раза сокращает простои транспортных средств под грузовыми операциями за счет механизации и автоматизации этих работ; повышает эффективность использования складских площадей; увеличивает перерабатывающую способность контейнерных терминалов, баз и складов. В итоге с каждым годом увеличиваются объемы и расстояния межрегиональных и межконтинентальных пакетно-контейнерных комбинированных перевозок грузов, которые объединяют в единую транспортную систему автомобильный, железнодорожный, воздушный, морской и внутренний водный транспорт все большего числа стран.

Для таких перевозок создана, в частности, специализированная международная контейнерная транспортная система, включающая: автомобильный транспорт (автомобиль-контейнеровоз, прицеп-контейнеровоз (платформенный, полуприцеп, низкорамный полуприцеп), автопоезд-контейнеровоз и другие); железнодорожный транспорт (вагон-платформа-контейнеровоз, контейнерный поезд); водный транспорт (судно-контейнеровоз, накатное судно, контейнеровоз-катамаран, контейнерная баржа, лихтеровоз); воздушный транспорт (самолет-контейнеровоз и вертолет-контейнеровоз); погрузочно-разгрузочное оборудование (краны и погрузчики контейнерные, скреперы, портовые спецтягачи и другие).

Контейнером называется единица транспортного оборудования многократного применения, предназначенная для перевозки и хранения грузов без промежуточных перегрузок, удобная для механизированной загрузки и разгрузки, погрузки и выгрузки, внутренним объемом равным 1 м³ и более (ГОСТ 20231-83). Контейнеры можно транспортировать различными средствами и перегружать из одного

вида транспорта в другой без промежуточной модификации груза. Для этого они оборудованы специальными приспособлениями для погрузки с платформы на транспортное средство и перегрузки с одного транспортного средства на другое, а также для их закрепления на транспортном средстве. По вместимости контейнеры подразделяются на крупнотоннажные (массой брутто 10 т и более), среднетоннажные (массой брутто от 2,5 до 10 т), и малотоннажные (массой брутто менее 2,5 т). По применению контейнеры подразделяются на универсальные, специализированные, контейнер-цистерны, групповые, индивидуальные и технологические контейнеры.

Средством пакетирования называют изделие, предназначенное для формирования и скрепления грузов в укрупненную грузовую единицу, за исключением пакетоформирующей и пакетоскрепляющей техники, в результате применения которого обеспечивается пакетирование (ГОСТ 21391-84). По видам средства пакетирования классифицируются на поддоны, подкладные листы и рамки, тару-оборудование, пакетирующие кассеты, пакетирующие стропы, стяжки, обвязки, оболочки и сетки.

Укрупненной грузовой единицей называется транспортный пакет, транспортный блок-пакет, крупногабаритная транспортная единица, а также отдельные предметы большого размера, подготовленные к отгрузке, транспортированию и хранению.

Транспортный пакет – укрупненная грузовая единица, сформированная из нескольких малогабаритных транспортных единиц или штучной продукции в результате применения средств пакетирования. Транспортный блок-пакет – укрупненная грузовая единица, сформированная из двух или более транспортных пакетов с применением средств пакетирования.

Для формирования укрупненных грузовых единиц наиболее широко применяются поддоны, пакетирующие обвязки, оболочки и сетки. Поддоном называется горизонтальная площадка минимальной высоты, оборудованная при необходимости надстройкой для размещения и крепления груза и соответствующая способу погрузки с помощью вилочной тележки, вилочного погрузчика или другого аналогичного оборудования. Характерной особенностью поддонов является то, что на боковых поверхностях у них обязательно имеются проемы для ввода вилок соответствующего грузоподъемного средства. По расположению проемов различают поддоны двухзаходные и четырехзах-

ходные (ГОСТ 21391-84). По конструктивному исполнению поддоны бывают следующих типов: плоский, стоечный, ящичный, бункерный и поддон-резервуар (ИСО 445-84).

Международный стандарт ИСО 3676-83 устанавливает основные грузовые единицы, определяющие размеры поддонов: предпочтительная грузовая единица размерами в плане 1200×1000 мм; допускаемые грузовые единицы размерами в плане 1200×800 мм и 1140×1140 мм. Последние размеры квадратной грузовой единицы можно увеличивать до модульного размера 1200×1200 мм.

Пакетирующая обвязка – гибкое средство пакетирования, концы которого соединяются между собой механическим путем или сваркой. Пакетирующие обвязки выполняются из ленты, проволоки, канатов, высокопрочных шнуров, сеток, гибких тонколистовых пленок (тканей) и других материалов. Пакетирующие оболочки являются разновидностью обвязок, особенностью которых является то, что они полностью покрывают сформированный пакет, обеспечивая тем самым и его скрепление, и защиту содержимого от воздействия факторов внешней среды (влаги, пыли и др.). Широкое распространение эти средства пакетирования получили после появления термоусадочных и растягивающихся полимерных пленок.

Поддоны, обвязки, оболочки и сетки широко применяются для пакетирования самой разнообразной штучной и тарно-штучной (в мешках, ящиках и пр.) продукции, как самостоятельно, так и в различных комбинациях друг с другом. Например, когда уложенная на поддоне продукция дополнительно скрепляется оболочкой из полимерной пленки или обвязками из ленты и проволоки.

Группирование и пакетирование продукции с применением термоусадочных полимерных пленок. Термоусадочными называются полимерные пленки, способные сокращаться под воздействием температуры, превышающей температуру размягчения полимера. Получают такие пленки растяжением полимерного материала в высокоэластичном нагретом состоянии и последующим охлаждением. Следствием этого является направленная ориентация молекулярных цепей полимера и возникновение в них напряжений. При последующем охлаждении и затвердевании эти деформации и напряжения фиксируются в материале в результате протекания процессов стеклования и кристаллизации. При повторном нагревании в таких пленках протекают релаксационные процессы, и они стремятся вернуть-

ся к своим первоначальным размерам. Эту способность называют «памятью полимера» или термоусадкой.

Термоусадочные пленки могут быть изготовлены из многих кристаллизующихся термопластов, в том числе из полиэтилена низкой и высокой плотности, полипропилена, сополимеров этилена с винилацетатом, поливинилхлорида, сополимеров винилиденхлорида и винилхлорида (повидена), полистирола, гидрохлорида полиизопрена (эскаплена) и др. Наибольшее распространение получили термоусадочные пленки из полиэтилена низкой плотности, обладающие удовлетворительной механической прочностью в интервале температур от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$, легко сваривающиеся, эластичные и инертные по отношению к большинству упаковываемых веществ и имеющие невысокую стоимость.

Оболочки из термоусадочной пленки, скрепляющие сгруппированную продукцию в бандероль, по конструктивному исполнению подразделяются на два типа (ГОСТ 25776-83):

I – оболочки с отверстиями на торцовых сторонах бандероли;

II – оболочки, полностью покрывающие сгруппированную продукцию (без отверстий).

Скрепляющие оболочки первого типа (с отверстиями) выполняются из пленочного полотна, поступающего с двух рулонов с соединением краев отрезков двумя поперечными сварными швами (рис. 7.1, *а*) или из поступающей с одного рулона полурукавной пленки с соединением краев отрезка одним поперечным швом (рис. 7.1, *б*), а также из отрезка рукавной пленки (рис. 7.1, *в*).

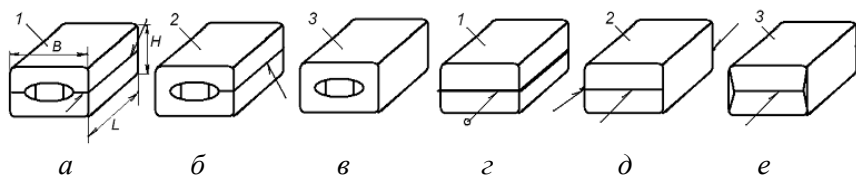


Рис. 7.1. Исполнения бандеролей, скрепленных термоусадочной пленкой:

1 – пленочное полотно; 2 – полурукавная пленка; 3 – рукавная пленка

Пленочное полотно принимается по ширине значительно большим длины бандероли L , и при усадке выступающие края пленки загибаются на его торцовые стенки. В результате скрепляющая оболочка получается с отверстиями площадью 30–50 % от торцевой

поверхности бандероли. Скрепляющие оболочки второго типа (без отверстий) выполняются из пленочного полотна, поступающего с двух рулонов с соединением краев отрезков пленки сварными швами по всему периметру (с четырех сторон) бандероли (рис. 7.1, *з*). Если же такая оболочка выполняется из пленочного полотна, поступающего с одного рулона или полурукавной пленки, то края отрезка соединяются сварными швами с трех сторон бандероли (рис. 7.1, *д*). А при использовании рукавной пленки края отрезка соединяют между собой двумя поперечными сварными швами, расположенными на противоположащих сторонах бандероли (рис. 7.1, *е*). Размеры отрезка пленки (длиной l и шириной b), необходимого для выполнения скрепляющей оболочки бандероли, рассчитываются в зависимости от схемы скрепления грузов.

Процесс формирования бандероли и скрепления термоусадочной пленкой включает следующие операции:

- группирование в определенном порядке изделий или потребительских упаковочных единиц в транспортную единицу (блок);
- обертывание сгруппированной транспортной единицы термоусадочной пленкой в виде полотна, полурукава или рукава;
- сварку между собой краев отрезков обворачивающей пленки и формирование скрепляющей оболочки;
- нагревание, усадку и охлаждение скрепляющей оболочки.

Среди исполнений бандеролей (рис. 7.1), наиболее широкое распространение получили бандероли с отверстиями на торцовых сторонах, которые выполняются из отрезков пленки, поступающей с двух горизонтальных рулонов (рис. 7.1, *а*). Автоматизированные линии, применяемые для таких бандеролей, состоят из группирующе-обандероливающей 1 и термоусадочной 2 машин (рис. 7.2). При работе на столе 3 такой линии толкателем 4 группируется блок 5 из штучной продукции, поступающей по конвейеру из технологического автомата. Смыкающимися сварочными линейками 6 и 7 соединяются между собой поперечным швом концы полотен пленок, поступающих с верхнего 8 и нижнего 9 рулонов, и перед формируемым блоком создается перегородка 10 из пленочного полотна. Затем сформированный блок 5 толкателем 4 перемещается за сварочные линейки, обтягиваясь при этом разматывающейся с рулонов пленкой по передней, нижней и верхней сторонам. На столе 11 этот блок фиксируется прижимом 12, который опускается на штоке срабаты-

вающего пневмоцилиндра 13, а толкатель 4 возвращается после этого в исходное положение.

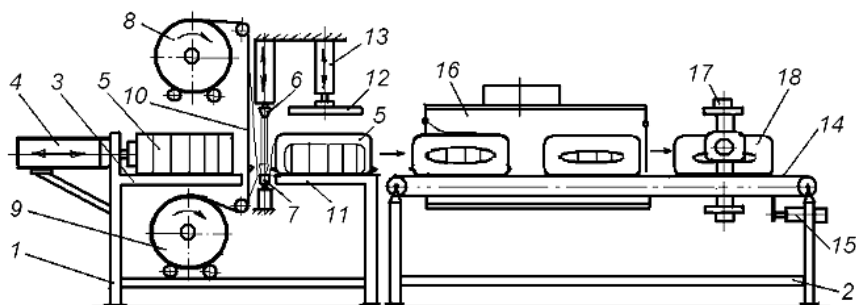


Рис. 7.2. Схема группировочно-обандероливающей линии

Далее смыкающиеся сварочные линейки 6 и 7 обтягивают поданный блок пленкой по задней стороне и сваривают концы полотен между собой двойным поперечным швом с одновременной разрезкой материала между швами. При этом один из этих швов соединяет между собой края полотен двух рулонов, образующих новую перегородку 10 из пленочного полотна, а второй – края сформированной оболочки. После этого сварочные линейки и прижим 12 возвращаются соответствующими пневмоцилиндрами в исходные положения, а толкатель 4 перемещает на перегородку 10 следующий сформированный за это время блок 5, который сталкивает предыдущую бандероль со стола 11 на сетчатую ленту транспортера 14 термоусадочной машины 2, приводимую в движение пневмоприводом 15. Здесь поступающие бандероли вначале перемещаются транспортером 14 через туннельную камеру 16, обеспечивающую нагрев оболочек потоками горячего воздуха и их термоусадку, а затем через устройство 17, блок вентиляторов которого потоками холодного воздуха охлаждает усаженную оболочку.

В результате усадки сгруппированные изделия скрепляются этой оболочкой в плотную транспортную единицу 18, а затем готовые транспортные единицы транспортером 14 выводятся на позицию выгрузки из машины 2. Производительность этих линий составляет от 10 до 30 бандеролей в минуту.

Для скрепления транспортных пакетов, оболочки из термоусадочной пленки применяются как самостоятельно, так и в комплексе

с другими средствами пакетирования, в том числе с плоскими поддонами, подкладными листами и рамками. По исполнению они подразделяются на оболочки с отверстием сверху и оболочки зачехляющего типа, полностью покрывающие скрепляемый пакет.

Пакетирующие оболочки с верхним отверстием формируются из пленочного полотна, поступающего с двух вертикальных рулонов с соединением краев отрезков двумя (спереди и сзади пакета) вертикальными сварными швами (рис. 7.3, а) или из надеваемого сверху на пакет отрезка рукавной пленки, поступающего с одного рулона (рис. 7.3, б). Пленочное полотно по высоте значительно превышает высоту пакета, и его выступающие края при термоусадке затягиваются на верх пакета, закрывая около 50–70 % этой поверхности.

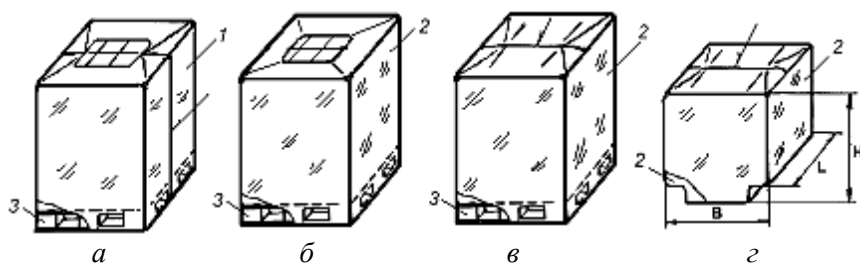


Рис. 7.3. Схемы скрепления транспортных пакетов оболочками из термоусадочной пленки:

1 – пленочное полотно; 2 – рукавная пленка; 3 – плоский поддон

В оболочках зачехляющего типа верхние края отрезка рукавной пленки соединяют сварным швом. Затем такой чехол расправляют по периметру в прямоугольник и надевают сверху на транспортный пакет, уложенный на плоском поддоне так, чтобы нижний край чехла находился несколько ниже поддона, и после этого его подвергают термоусадке. Пленка при этом сокращается, а край чехла затягивается под низ поддона. В результате такая оболочка прочно скрепляет транспортный пакет со всех сторон (рис. 7.3, в).

При формировании транспортных пакетов без поддонов (рис. 7.3, г) из грузов в мешках или в другой преимущественно мягкой таре, верхний ярус пакета укладывается не полным, а таким образом, чтобы на краях по его длине оставались выемки на ширину вилочных захватов погрузчика. Затем из отрезка рукавной пленки анало-

гичным образом изготавливают транспортный пакет и сверху надевают чехол с последующей термоусадкой пленки. Этот пакет в ротационном устройстве переворачивают на 180° так, что его верхний ярус с выемками по краям оказывается внизу, а затем сверху на пакет надевают такой же контрчехол и производят его термоусадку с одновременным термопрофилированием пленки оболочки по поверхности нижних выемок для виловых захватов. Для повышения прочности дна пакета на верхний слой груза перед надеванием чехла может укладываться дополнительный лист пленки. Такие пакеты характеризуются малыми затратами на расходные материалы, отсутствием возвратных средств пакетирования (поддонов), а также достаточной прочностью и герметичностью.

Для определения толщины термоусадочной пленки по методике, учитывающей массу и габаритные размеры скрепляемого пакета, вычисляют среднюю плотность $\rho_{\text{ср}}$ пакета по формуле (табл. 7.1):

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{M}{L \cdot B \cdot H}, \text{ кг/м}^3,$$

где M – масса сформированного пакета, кг;

L, B, H – соответственно длина, ширина и высота пакета, м.

Таблица 7.1

Формулы для расчета размеров развертки термоусадочной
пакетирующей оболочки

Схема скрепления пакета (рис. 7.3)	Размеры развертки, мм	
	Длина l	Ширина b
На поддоне полотном из двух вертикальных рулонов	$2,1 \cdot (L + B + c)$	$H + z + B / 3$
На поддоне рукавной пленкой	$2,1 \cdot (L + B)$	$H + z + B / 3$
На поддоне чехлом из рукавной пленки	$2,1 \cdot (L + B)$	$H + L / 2 + c + z + 150$
Чехлом (контрчехлом) из рукавной пленки	$2,1 \cdot (L + B)$	$H + L / 2 + c + 150$
<i>Примечание:</i> L – длина пакета; B – ширина пакета; H – высота пакета; c – припуск на сварной шов ($c = 20\text{--}40$ мм); z – высота поддона ($z = 150\text{--}200$ мм).		

Оболочка должна плотно обтягивать транспортный пакет и не иметь механических повреждений. Содержащиеся сварные соединения должны обладать прочностью при напряжениях до 11 МПа. Не допускается применять термоусадочные оболочки для продукции, поверхность которой покрыта смазкой, а также для продукции в упаковке из полимерных материалов, температура плавления которых ниже или равна температуре плавления термоусадочной пленки. Не допускается также приваривание оболочки к пакетируемой продукции или ее упаковке. Процесс формирования транспортных пакетов и их скрепления оболочками из термоусадочной пленки включает следующие операции:

- укладку многоярусного транспортного пакета, по возможности с перевязкой между ярусами, на поддоне или без него;
- обертывание пакета термоусадочной пленкой;
- сварку краев пленки и формирование пакетирующей оболочки или изготовление и одевание на пакет чехла;
- нагревание, усадку и охлаждение скрепляющей пакетирующей оболочки.

Скрепление транспортных пакетов, сформированных на поддоне оболочками, изготавливаемыми из пленочного полотна, поступающего с двух вертикальных рулонов (рис. 7.3, *a*), обеспечивается на автоматизированной линии модели ЛПУ-К. Эта линия устанавливается над конвейером 1 (рис. 7.4) технологического комплекса по производству продукции (например, кирпичей) и состоит из автомата 2 и термоусадочного устройства 3. В процессе ее работы транспортные пакеты 4, сформированные из уложенных на поддоны кирпичей, перемещаются с заданным шагом конвейером 1 и в процессе движения набегают на перегораживающее конвейер пленочное полотно, разматывающееся с двух вертикальных рулонов 5 через двухвалковые механизмы 6 его амортизации и натяжения, и обтягиваются пленкой по передней и боковым сторонам.

Затем, за остановившимся пакетом смыкаются расположенные с двух сторон конвейера термосварочные линейки 7 и 8 обандероливающего автомата 2, которые обтягивают пленкой пакет по задней стороне и сваривают сопрягающиеся полотна между собой двойным вертикальным швом с одновременной разрезкой материала между швами. После этого сварочные линейки возвращаются в исходное положение, а пакет оказывается обтянутым пленкой по всему пери-

метру и отделенным от полотна, натянутого поперек конвейера перед следующим пакетом.

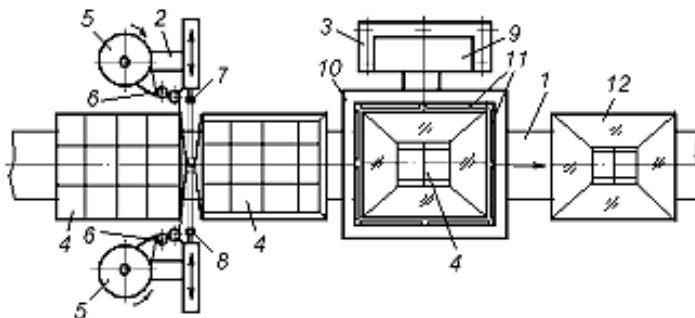


Рис. 7.4. Схема автоматизированной линии модели ЛПУ-К

Далее, перемещением конвейера на следующий шаг обтянутый пакет подается к термоусадочному устройству 3 линии, содержащему вертикально перемещающуюся по колонне 9 раму 10, несущую по внутреннему периметру лучевые нагреватели 11. Здесь, в процессе перемещения рамы 10 вниз, ее включенными нагревателями 11 оболочка нагревается по всей поверхности и усаживается, плотно обтягивая транспортный пакет. При этом выступающие края пленочной оболочки в процессе термоусадки затягиваются на верх пакета, закрывая около 50–70 % этой поверхности.

Затем рама ускоренно возвращается в верхнее исходное положение, конвейер совершает следующий шаг и цикл повторяется одновременно на всех позициях линии, а скрепленные транспортные пакеты 12 доставляются на склад. Например, такая линия, внедренная на Радощковичском керамическом заводе (Беларусь) в составе комплекса по производству кирпичей, обеспечивает скрепление транспортных пакетов габаритными размерами 1400×1400×1075 мм с производительностью 45 штук в час.

Группирование и пакетирование продукции с применением растягивающихся полимерных пленок. Применяемые пакетирующие оболочки из растягивающейся полимерной пленки обладают преимуществами перед оболочками из термоусадочной пленки. Главным является то, что эти оболочки не нужно подвергать тепловой обработке (термоусадке), и поэтому при скреплении пакетов расходует-ся значительно меньше энергии. Например, современные автомати-

зированные линии, пакетирующие в термоусадочные оболочки, потребляют энергию мощностью около 100 кВт, в то время как аналогичные линии, пакетирующие в оболочки из растягивающейся пленки – не более 10 кВт. Оболочками из растягивающейся пленки скрепляют транспортные пакеты правильной симметричной формы, не содержащие острых углов и кромок. Например, взрывоопасные вещества, охлажденные и замороженные продукты, грузы с низкой температурой плавления, уплотняющиеся в процессе транспортирования и хранения грузы.

Растягивающиеся полимерные пленки способны сокращаться в холодном состоянии с усилием, величина которого пропорциональна усилию их предварительного растяжения. Область такой деформации называют вынужденно эластичной; она соответствует обратимым деформациям материала. В этой области деформации проявляется явление релаксации. Заключается оно в том, что усилие, создаваемое постоянно растянутой пленкой в течение периода времени, постепенно снижается до остаточного уровня. Снижается это усилие также при повышенной температуре среды. Например, при повышении температуры с 23 °С до 50 °С снижение усилия, создаваемого растянутой на 20 % пленкой, достигает 40 %. Введением в материал модифицирующих добавок можно достигнуть более стабильных показателей, но это увеличивает стоимость пленки.

Для скрепления транспортных пакетов применяют растягивающиеся пленки, изготовленные из полиэтилена низкой плотности (ПЭНП), сополимера этилена и винилацетата (ЭВА), а также поливинилхлорида (ПВХ). Наибольшее распространение получили пленки из модифицированного полиэтилена низкой плотности (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Основные характеристики растягивающихся пленок

Показатели	Материал		
	ПЭНП	ЭВА	ПВХ
Напряжение при растяжении на 20 %, МПа	9,6	6,0	7,3
Напряжение при разрыве, МПа	20,4	28,1	20,3
Относительное удлинение, %	320	200	190
Остаточное напряжение после растяжения на 20 % через 16 часов, %	50	60	30

В зависимости от метода производства и требований потребителей растягивающиеся пленки выпускаются толщиной от 20 до 800 мкм и могут поставляться заказчикам предварительно растянутыми при намотке в рулоны на величину до 300 %.

Транспортные пакеты скрепляют оболочками из растягивающейся пленки методами:

- ротационного обертывания (прямой и спиральной навивкой полотна, поступающего с одного рулона);
- линейного обертывания (при подаче пленочного полотна с двух вертикальных рулонов);
- а также чехлами из рукавной пленки.

Ротационный оберточный полуавтомат в свою очередь содержит основание 1 (рис. 7.5), на котором установлены:

- поворотная платформа 2, вращаемая на оси 3 через цепную передачу 4 от мотор-редуктора 5;
- стойка 6 с перемещающейся в ее вертикальных направляющих кареткой 7, содержащей механизм разматывания рулона 8 и валковый механизм 9 растяжения пленки;
- размещенный в стойке привод каретки, включающий электродвигатель 10, клиноременную передачу 11, редуктор 12 и цепную передачу движения 13;
- механизм прижима пакета, в прикрепленной к стойке 6 консоли 14 которого на оси 15 располагается вращающийся диск 16;
- пульт 17, содержащий на своей панели лампочки световой индикации, кнопки, тумблеры, переключатели, регуляторы скоростей и другое электрооборудование, необходимое для работы и управления полуавтоматом.

В процессе работы транспортный пакет 18 устанавливают на поворотную платформу 2 и фиксируют его опускающимся диском 16 механизма прижима. Затем конец растягивающейся пленки 19 закрепляют в основании пакета, и он с платформой приводится во вращение, наматывая на себя растягиваемую валковым механизмом 9 пленку, поступающую с рулона 8. Каретка 7 при этом синхронно перемещается вверх, обеспечивая тем самым спиральное наложение пленочного полотна на поверхность пакета с заданным шагом и величиной перекрытия (наложения) ее краев. При достижении верхнего уровня транспортного пакета каретка 7 переключается на обратный ход и работает до наматывания требуемого количества слоев

оболочки, после чего платформа останавливается, конец пленки отрезается от рулона и закрепляется на пакете. Готовый транспортный пакет снимают, на его место устанавливают следующий.

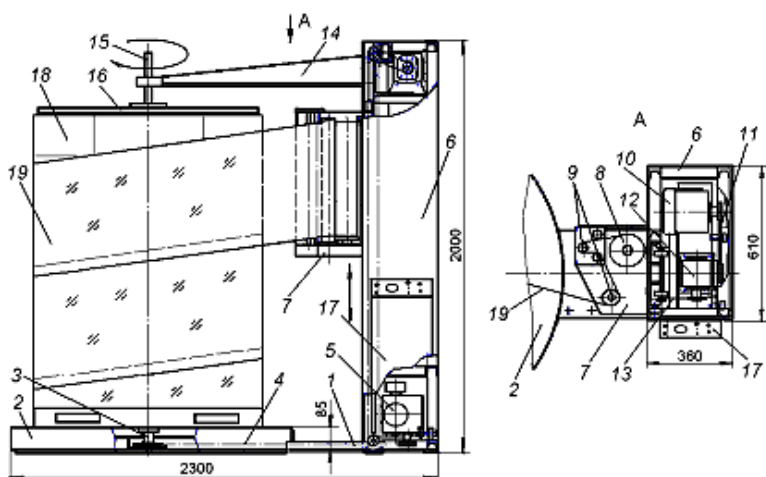


Рис. 7.5. Ротационный оборточный полуавтомат

Требуемое усилие растяжения пленки обеспечивается прохождением полотна в каретке 7 вокруг валков 9 механизма растяжения, из которых последующие вращаются быстрее предыдущих. Механизмы с автономным приводом в современных машинах обеспечивают с высокой точностью требуемое удлинение пленочного полотна в диапазоне от 35 до 600 %. Это позволяет подбирать оптимальное растяжение, которое обеспечивает требуемую прочность пакетирующей оболочки и минимизирует расход пленки. Однако следует учитывать, что при растяжении пленки шириной 500 мм на 300 % 1 погонный метр удлиняется до 4 метров, а ширина растянутого полотна сужается при этом до 400 мм.

В наиболее распространенном конструктивном исполнении полуавтоматическая ротационная оборточная установка содержит портал 1 (рис. 7.6), внутри которого располагается конвейер 2, перемещающий в шаговом режиме транспортные пакеты 3. На соосных валах 4 в центре траверсы портала располагаются механизм 5 прижима пакета и несущая полурама 6, в вертикальных направляющих которой установлена каретка 7, несущая рулон 8 и валковый меха-

низм 9 растяжения разматываемой пленки 10. Программирование и управление работой установки производится с пульта 11, закрепленного на стойке портала.

В процессе работы шаговым перемещением конвейера 2 в установку подается очередной транспортный пакет 3, который фиксируется опускающимся диском механизма прижима 5. После этого конец растягивающейся пленки 10 закрепляется в основании пакета и полурама 6 приводится во вращение. Вертикально движущаяся каретка 7 обегает транспортный пакет, разматывающаяся с рулона 8 пленка с заданной степенью растяжения наматывается на поверхность груза. При достижении верхнего уровня пакета каретка 7 переключается на обратный ход и работает до наложения требуемого количества слоев оболочки, после чего полурама 6 останавливается, конец намотанной пленки отрезается от рулона 8 и закрепляется на пакете. Затем шаговым перемещением конвейера 2 в установку подается следующий транспортный пакет 3 и цикл повторяется.

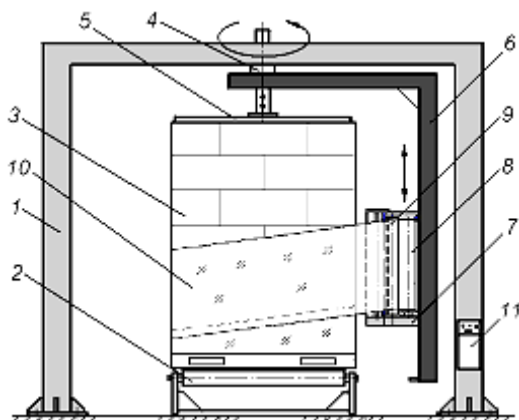


Рис. 7.6. Схема ротационной оберточной установки

Производительность установок достигает 100 транспортных пакетов в час. Применяются также подвесные установки, которые монтируются на кольцевом монорельсовом тракте, расположенном над напольным конвейером, транспортирующим пакеты. В процессе перемещения их обертывающего устройства по кольцевому тракту, разматывающееся с рулона пленочное полотно витками накладывается на транспортный пакет, обеспечивая его скрепление.

Литература

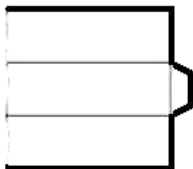
1. Данилевский, В. А. Картонная и бумажная тара / В. А. Данилевский. – М. : Лесная промышленность, 1979. – 216 с.
2. Ефремов, Н. Ф. Тара и ее производство : учебное пособие / Н. Ф. Ефремов. – 2-е изд., доп. – М. : МГУП, 2001. – 312 с.
3. Ефремов, Н. Ф. Конструирование и дизайн тары и упаковки : учебник для вузов / Н. Ф. Ефремов, Т. В. Лемешко, А. В. Чуркин. – М. : МГУП, 2004. – 424 с.
4. Кузьмич, В. В. Технологии упаковочного производства / В. В. Кузьмич. – Мн. : Вышэйшая школа, 2012. – 382 с.
5. Митрофанов, В. П. Технологическое оборудование и оснастка упаковочного производства : учебное пособие / В. П. Митрофанов, В. И. Бобров. – М. : МГУП, 2003. – 204 с.: ил.
6. Тенцер, Г. Картонная и бумажная тара : пер. с нем. / Г. Тенцер, Ф. Хессе. – М. : Лесная промышленность, 1974. – 224 с.
7. Хэнлок, Дж. Ф. Упаковка и тара: проектирование технологии, применение : пер. с англ. / Дж. Ф. Хэнлок, Р. Дж. Келси, Х. Е. Форси-нио ; под общ. ред. В. Л. Жавнера. – СПб. : Профессия, 2004. – 632 с.
8. Чернов, М. Е. Упаковка сыпучих продуктов : учебное пособие / М. Е. Чернов. – М. : Дели, 2000. – 163 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

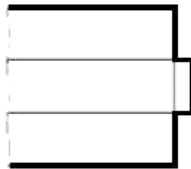
ПРИМЕРЫ ИСПОЛНЕНИЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА

Тип I

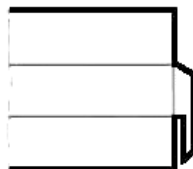
Исполнение 1



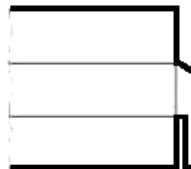
Исполнение 2



Исполнение 3

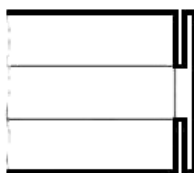


Исполнение 4

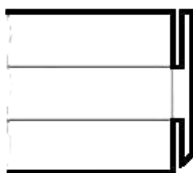


Тип II

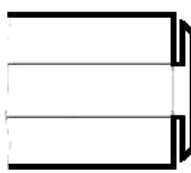
Исполнение 1



Исполнение 2

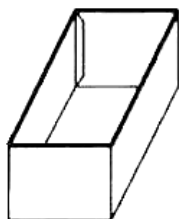


Исполнение 3



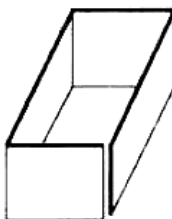
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УПАКОВОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Обечайка



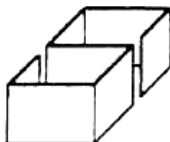
Черт. 1

Вкладыш



Черт. 2

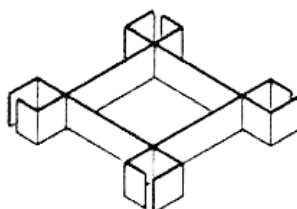
Перегородки



Черт. 3



Черт. 4

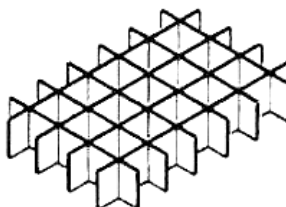


Черт. 5

Решетки

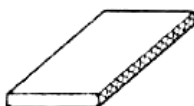


Черт. 6



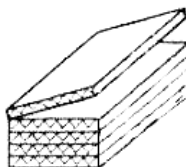
Черт. 7

Прокладка



Черт. 8

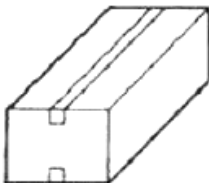
Амортизатор



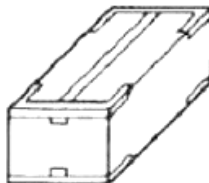
Черт. 9

ПРИМЕРЫ УКУПОРИВАНИЯ ЯЩИКОВ С ПРОДУКЦИЕЙ

Оклейка клеевой лентой

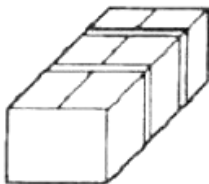


Черт. 1



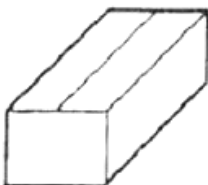
Черт. 2

Обтягивание лентой

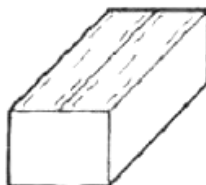


Черт. 3

Склеивание и сшивка клапанов между собой



Черт. 4



Черт. 5

Учебное издание

УПАКОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Пособие

для студентов специальности 1-36 20 03
«Торговое оборудование и технологии»

С о с т а в и т е л ь

ЖУКОВЕЦ Василий Николаевич

Редактор *А. С. Козловская*

Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 06.11.2025. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,19. Тираж 100. Заказ 740.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.