

1	2	3
---	---	---

$$Y_2 = B \cos \sqrt{\frac{C'_{12}}{m_2}} t - \frac{C'_{12} R}{C'_{12} - m_2 \left(\frac{V_1}{R}\right)^2} \cos \frac{V_1}{R} t + \frac{m_2 a}{C'_{12}} \quad Y_{2(0)} = 0;$$

$$B = \frac{C'_{12} R}{C'_{12} - m_2 \left(\frac{V_1}{R}\right)^2} - \frac{m_2 a}{C'_{12}}; \quad a = \frac{C_{12}}{m_2} R + g - \frac{p_{C_2}^B}{m_2}; \quad X_{2(0)} = 0;$$

$$\ddot{Y}_2 = \frac{C'_{12} V_1^2}{R \left(C'_{12} - m_2 \left(\frac{V_1}{R}\right)^2\right)} \cos \frac{V_1}{R} t - B \frac{C'_{12}}{m_2} \cos \sqrt{\frac{C'_{12}}{m_2}} t \quad \dot{X}_{2(0)} = V_1.$$

$$F_{\text{тр}} = f_{\text{тр}} m_r \left(g - \frac{C'_{12} V_1^2}{R \left(C'_{12} - m_2 \left(\frac{V_1}{R}\right)^2\right)} \cos \frac{V_1}{R} t + \right. \\ \left. + B \frac{C'_{12}}{m_2} \cos \sqrt{\frac{C'_{12}}{m_2}} t \right)$$

$F_{\text{тр min}}$ соответствует $\ddot{Y}_{2\text{max}}$, когда $t = T_{\text{max}}$, определенном из уравнения:

$$- \frac{C'_{12} V_1^3}{R^2 \left(C'_{12} - m_2 \left(\frac{V_1}{R}\right)^2\right)} \sin \frac{V_1}{R} T_{\text{max}} + \\ + B \frac{C'_{12}}{m_2} \sqrt{\frac{C'_{12}}{m_2}} \sin \sqrt{\frac{C'_{12}}{m_2}} T_{\text{max}} = 0; \\ \ddot{X}_{2\text{max}} = A \frac{C_{12}}{m_2} \sin \sqrt{\frac{C_{12}}{m_2}} T_{\text{max}} + \\ + \frac{C_{12} V_1^2}{R m_2 \left(\frac{C_{12}}{m_2} - \left(\frac{V_1}{R}\right)^2\right)} \sin \frac{V_1}{R} T_{\text{max}}; \\ A = \sqrt{\frac{m_2}{C_{12}}} \left(V_1 - \frac{C_{12} V_1}{m_2 \left(\frac{C_{12}}{m_2} - \left(\frac{V_1}{R}\right)^2\right)} \right); \\ A \frac{C_{12}}{m_2} \sqrt{\frac{C_{12}}{m_2}} \cos \sqrt{\frac{C_{12}}{m_2}} T_{\text{max}} + \\ + \frac{C_{12} V_1^3}{R^2 m_2 \left(\frac{C_{12}}{m_2} - \left(\frac{V_1}{R}\right)^2\right)} \cos \frac{V_1}{R} T_{\text{max}} = 0;$$

1	2	3
---	---	---

Условие несмещения грузов:

$$\begin{aligned}
 & A \frac{C_{12}}{m_2} \sin \sqrt{\frac{C_{12}}{m_2}} T_{\max} + \\
 & + \frac{C_{12} V_1^2}{R m_2 \left(\frac{C_{12}}{m_2} - \left(\frac{V_1}{R} \right)^2 \right)} \sin \frac{V_1}{R} T_{\max} \leq \\
 & \leq f_m \left(\varepsilon - \frac{C_{12} V_1^2}{R \left(C_{12} - m \left(\frac{V_1}{R} \right)^2 \right)} \right) \cos \frac{V_1}{R} T_{\max} + \\
 & + B \frac{C_{12}}{m_2} \cos \sqrt{\frac{C_{12}}{m_2}} T_{\max}
 \end{aligned}$$

Если $C_{12} \rightarrow \infty$, то условие несмещения приводится к виду:

$$\begin{aligned}
 & A \frac{C_{12}}{m_2} \sin \sqrt{\frac{C_{12}}{m_2}} + \frac{C_{12} V_1^2}{R m_2 \left(\frac{C_{12}}{m_2} - \left(\frac{V_1}{R} \right)^2 \right)} \sin \frac{V_1}{R} \leq \\
 & \leq f_m \left(\varepsilon - \frac{V_1^2}{R} \cos \frac{V_1}{R} \right).
 \end{aligned}$$

числом $\{x_2\}$ является радиус R дуги окружности звездочки, жесткость C_{12} , сопротивление P_{Σ} перемещению m_2 и скорость v_1 . Возможности регулирования $\tilde{x}_2$ значительно возрастают при использовании профильного захвата, когда может реализоваться перемещение m_2 с ускорением $x_2 = \{\tilde{x}_2\}$ на всем этапе торможения.

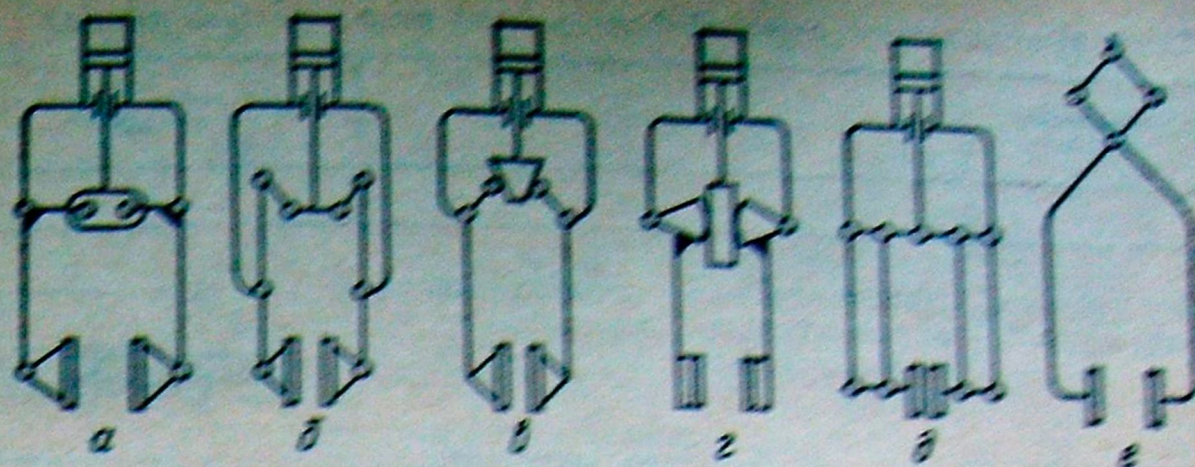
Перемещение грузов в устройствах многослойной укладки часто осуществляется при фиксации их на рабочем органе за счет сил трения. Это накладывает существенные ограничения на величины ускорений. В табл. 49 представлена модель расчета параметров процесса перемещения рабочего органа с грузом в двух плоскостях.

3.5. ЗАХВАТНЫЕ УСТРОЙСТВА МАШИН ДЛЯ УКЛАДЫВАНИЯ ШТУЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Захватные устройства предназначены для захвата и удержания изделий при выполнении операций перемещения. Обычно захватами оборудуются те устройства, которые предназначены для укладки изделий через верхний проем в транспортной таре. При этом изделие после формирования машины контактирует с захватами и вместе с ними перемещается в вертикальных и горизонтальной плоскостях.

Механические захватные устройства подразделяются на устройства с приводом и без него, а по типу привода — на пневматические, гидравлические, электромеханические и др. По числу удерживаемых изделий захваты делят на индивидуальные и групповые. Смонтированные на одной основе захваты образуют укладочную головку.

Конструкция механических захватов учитывает тип изделий или группы изделий, их форму, материал и условия технологического процесса. Важные критерии при этом — необходимая точность удержания и допустимые ускорения на изделиях. Существующие захваты различаются кинематическими схемами, формой захватных губок и конструкцией. Часто механический захват приводится в движение пневматическим цилиндром. На рис. 12 приведены основные типы рычажных захватов.



12. Основные типы рычажных захватов:

а — кулачно-рычажный; б — рычажный; в — кулачно-рычажный; г — рычажно-рычажный; д — рычажный с плоскопараллельным перемещением губок; е — рычажно-кулачный

Кинематические схемы и конструкции механических захватов различаются размерами, расположением и формой губок, типом привода и т. д. Для удержания легко деформируемых изделий применяются эластичные губки, в том числе и нагнетные. Изображенные на рисунке захваты могут использоваться для отдельных изделий или рядов из них.

Вакуумные захваты подразделяются на активные и пассивные. У активных разрежение внутри упругого элемента создается принудительно, а у пассивных за счет деформации упругого элемента. Резиновый упругий элемент (раструб) обычно устанавливается на шаровом соединении, обеспечивающем самоустановку и плотное прилегание по всему контуру.

Удерживающее усилие на вакуумном захвате определяется с учетом разности наружного давления и давления внутри полости раструба.

Из вакуумных захватов набирают нужное их количество по числу изделий в массиве. Используются они для укладывания баночной продукции, пачек с печеньем, вафлями, кондитерских изделий, буханок хлеба, упаковки полуфабрикатов мясной промышленности, изделий молочной промышленности и др.

В ряде случаев для работы с баночной продукцией эффективны пневматические патроны, снабженные эластичным элементом, герметизирующим внутреннюю полость, сообщающуюся с воздушной магистралью. Недостатком их является относительно частая повреждаемость эластичных элементов.

Глава IV

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАССИВОВ И ПАКЕТОВ ФАСОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

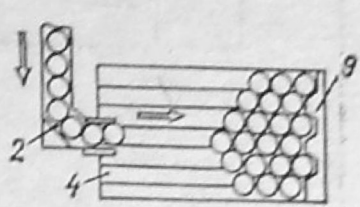
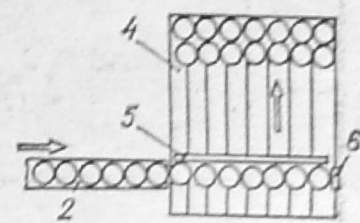
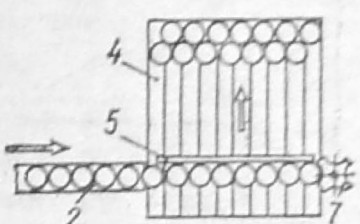
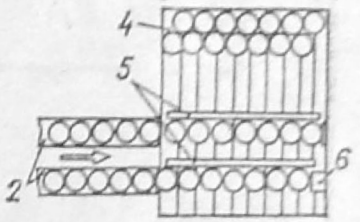
4.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЯДА И МАССИВА ИЗДЕЛИЙ

Надежная работа и высокая производительность машин для укладывания стеклотарной продукции в транспортную тару во многом определяется точностью воспроизведения операций в устройствах для формирования ряда или массива стеклотарной продукции.

Нарушения точности позиционирования являются следствием отклонений от номинальных размеров укладываемых изделий, износа элементов привода, неточности монтажа, наличия упругих и остаточных деформаций рабочих органов и др. Выдержка временных интервалов выполнения отдельных операций возможна при соблюдении заданного ритма подачи изделий, отсутствия их падения и деформирования, надежном выполнении операций формирования.

50. Схемы технологических операций формирования ряда и массива изделий

№ п.п.	Наименование операции	Способ выполнения операции	Графическое изображение операции *
1	Формирование ряда изделий	Выделением из сплошного потока изделий толкателем	
		на неподвижную плоскость	
		на подвижную плоскость столов-накопителей	
	Инерционно-фрикционным перемещением изделий	на неподвижную плоскость	
		на подвижной плоскости столов-накопителей	
2	Формирование массива изделий	Поочередное сталкивание отдельных рядов на неподвижную плоскость	
		с порядным расположением изделий	
		с шахматным расположением изделий	
	Поочередным сталкиванием отдельных рядов на подвижную плоскость	с порядным расположением изделий	
		с шахматным расположением изделий	
	Инерционно-фрикционным перемещением изделий	выделением массива из многорядного сплошного потока с порядным расположением изделий	

1	2	3	4
		с гарантированным шахматным расположением изделий	
	Инерционно-фрикционным перемещением изделий с помощью направляющей	с порядным расположением изделий	
		с шахматным расположением изделий при одноручьевой их подаче	
		с шахматным расположением изделий при двухручьевой их подаче	

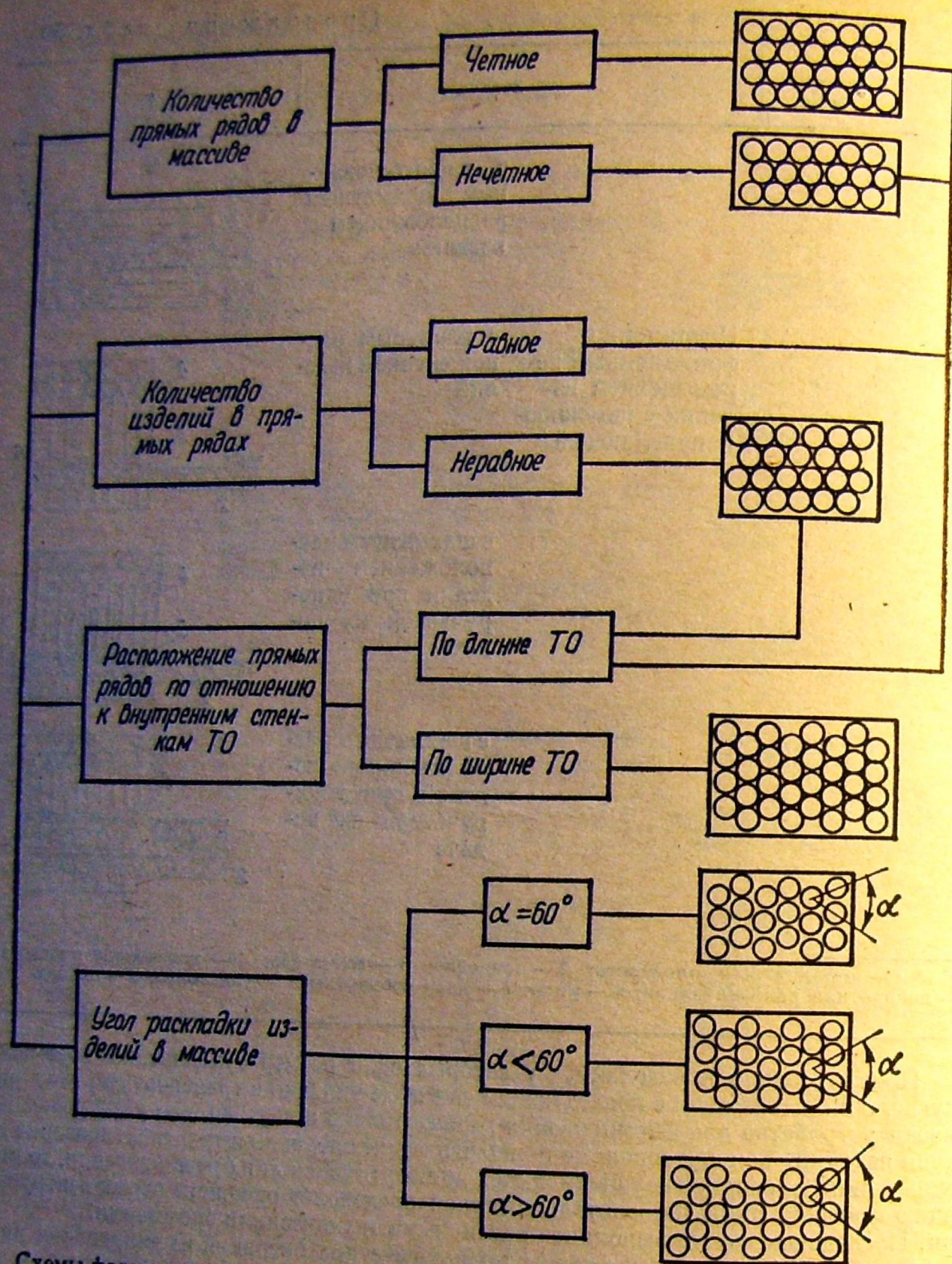
* 1 — неподвижная плоскость; 2 — конвейер; 3 — толкатель; 4 — подвижная плоскость; 5 — поворотная направляющая; 6 — упор; 7 — диск поворотный; 8 — заслонка; 9 — планка.

Применительно к изделиям, у которых один размер существенно превышает другие, и в соответствии с последующим способом укладки в транспортную тару различают устройства для формирования горизонтально и вертикально расположенных групп изделий. Так как основные технологические операции и транспортирование изделий в линиях розлива осуществляются при вертикальном их расположении, то операцию формирования горизонтального слоя предваряет операция переориентирования. Последнюю можно выполнять различными техническими средствами.

В табл. 50 представлены схемы технологических операций формирования ряда и массива изделий, применяющихся при машинной укладке их в транспортную тару.

Среди операций формирования ряда преимущественное применение имеет операция с инерционно-фрикционным перемещением стеклотарной продукции — перемещение с несущей плоскости конвейера на неподвижную, когда оси подающего конвейера и ряда изделий на неподвижной плоскости совпадают и не совпадают, а также перемещение с несущей плоскости подающего конвейера на подвижную плоскость, установленную перпендикулярно оси подающего конвейера. В этом случае движение перемещаемым изделиям передается от движущейся цепи конвейера за счет фрикционных связей между опорными поверхностями изделий и цепью конвейера. Эта операция проста по конструкции перегружающего устройства и дает возможность совмещать операции перегрузки с операцией транспортирования и группирования изделий.

При машинном укладывании применяется также формирование ряда изделий выделением из сплошного потока толкателями за счет сталкивания сформированного



13. Схемы формирования массива изделий цилиндрической формы с шахматным расположением

ряда изделий с подвижной несущей плоскости подающего конвейера на неподвижную или подвижную плоскости.

Формирование массива стеклотарной продукции осуществляется двумя способами: инерционно-фрикционным перемещением изделий и поочередным сталкиванием отдельных рядов толкателем. Формирование массива поочередным сталкиванием отдельных рядов может происходить как на подвижных, так и на неподвижных несущих плоскостях.

Различают формирование массива с порядным расположением изделий и шахматным. Формирование с порядным расположением чаще всего используется при укладывании изделий в тару-оборудование в результате ее шагового перемещения, а также

при укладывании изделий в ящики. В автоматах для укладывания стеклотарной продукции в тару-оборудование с перемещением рабочего органа (захватной головки) применяется формирование пакета с шахматным расположением изделий, в этом случае решается вопрос не только укладывания, но и механизированной выемки изделий из тары-оборудования. Поэтому операции формирования массива с шахматным расположением изделий имеют преимущественное применение.

Формирование массива стеклотарной продукции может быть непрерывным и циклическим.

Непрерывное формирование осуществляется инерционно-фрикционным перемещением изделий на подвижной несущей плоскости столов-накопителей. При этом конструкция формирующего устройства отличается простотой и имеет высокую производительность при относительно низкой надежности получения заданной раскладки.

Циклическое формирование происходит двумя способами: поочередным сталкиванием отдельных рядов изделий толкателем с подающего конвейера на формирующую подвижную или неподвижную плоскость; перемещением отдельных изделий, сформированных на подвижной плоскости вдоль поворотных относительно горизонтальной оси направляющих, установленных перпендикулярно ее перемещению, к образующему их пакету на этой же плоскости. При циклическом формировании достигается высокая производительность и надежность формирования пакета стеклотарной продукции.

При полной механизации ПРТС работ со стеклотарной продукцией тара-оборудование должна удовлетворять требованиям по механизированному укладыванию (извлечению) стеклотарной продукции в нее, максимальному использованию ее внутреннего объема, сохранности продукции в стеклотаре при транспортировке и универсальности использования различных типоразмеров стеклотарной продукции. Применяются несколько разновидностей схем формирования массива изделий цилиндрической формы с шахматным расположением (рис. 13).

Рассмотренные схемы формирования массивов изделий применяются в конструкциях формирующих устройств, созданных на предприятиях перерабатывающих отраслей при машинном укладывании стеклотарной продукции в тару-оборудование.

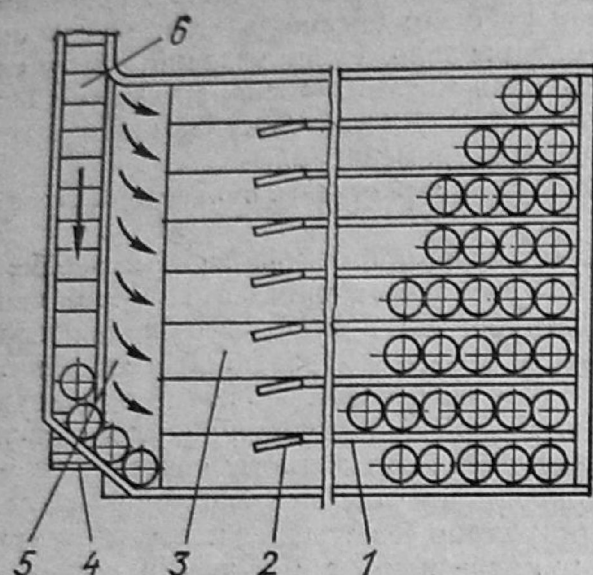
4.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Для формирования слоя изделий с порядной раскладкой на подвижной несущей плоскости столы-накопители 3 оборудуют продольными делителями потоков 1 (рис. 14), снабженными ворошителями 2. Подающим конвейером 6 изделия доставляются к накопителю, где направляющей 4, контактируя друг с другом, передаются с грузонесущих элементов на переходной мостик 5 и многоручьевого конвейера стола-формователя.

На рис. 15 представлена одна из традиционных схем формирующего устройства с инерционно-фрикционным перемещением изделий и шахматной раскладкой их. Изделия подаются конвейером 1, затем с помощью направляющей доставляются на перегрузочный мостик 2 и тяговые цепи стола-накопителя 3, далее перемещаются до упорной планки 4, с помощью которой размещаются со смещением на половину диаметра в соседних рядах. Боковые ограждения 5 и 6 замыкают часть площади стола-накопителя, на которой происходит образование слоя бутылок, после съема которого, условия формирования нового слоя близки к начальным.

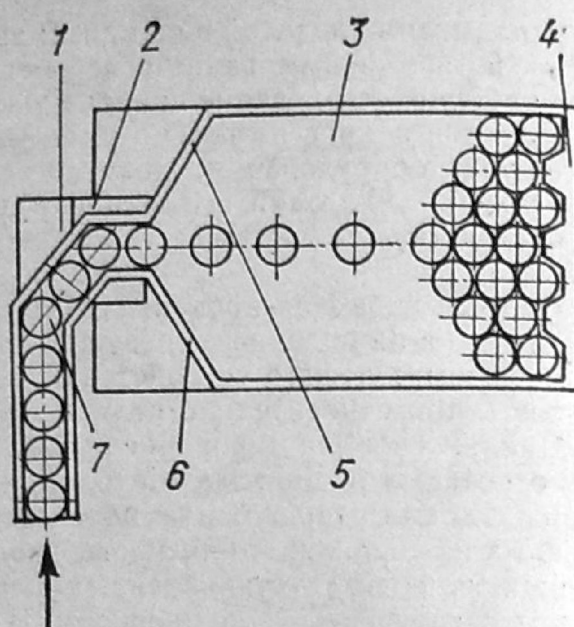
Недостатком таких устройств является небольшая скорость формирования массива изделий в связи с ограниченной скоростью перемещения тяговых цепей столов-накопителей, так как с увеличением скорости уменьшается надежность формирования массива изделий. Одним из направлений повышения скорости формирования массива изделий является увеличение количества потоков изделий, поступающих непосредственно на формирующую плоскость стола-накопителя. При одноручьевого подаче изделий скорость подающего конвейера зависит от скорости несущей плоскости стола-накопителя. С двух- и трехручьевой подачей изделий увеличивается скорость подающего конвейера и повышается производительность формирующих устройств.

Киевским технологическим институтом пищевой промышленности разработаны и созданы устройства с двухручьевой подачей бутылок вместимостью 0,5 л и трехручьевой подачей бутылок вместимостью 0,33 л. Первое устройство внедрено на Гайсинском и Бориспольском промкомбинатах Укоопсоюза.



14. Схема устройства для формирования слоя с порядной раскладкой изделий:

1 — делитель потока; 2 — ворошитель; 3 — стол-накопитель; 4 — направляющая; 5 — переходной мостик; 6 — подающий конвейер

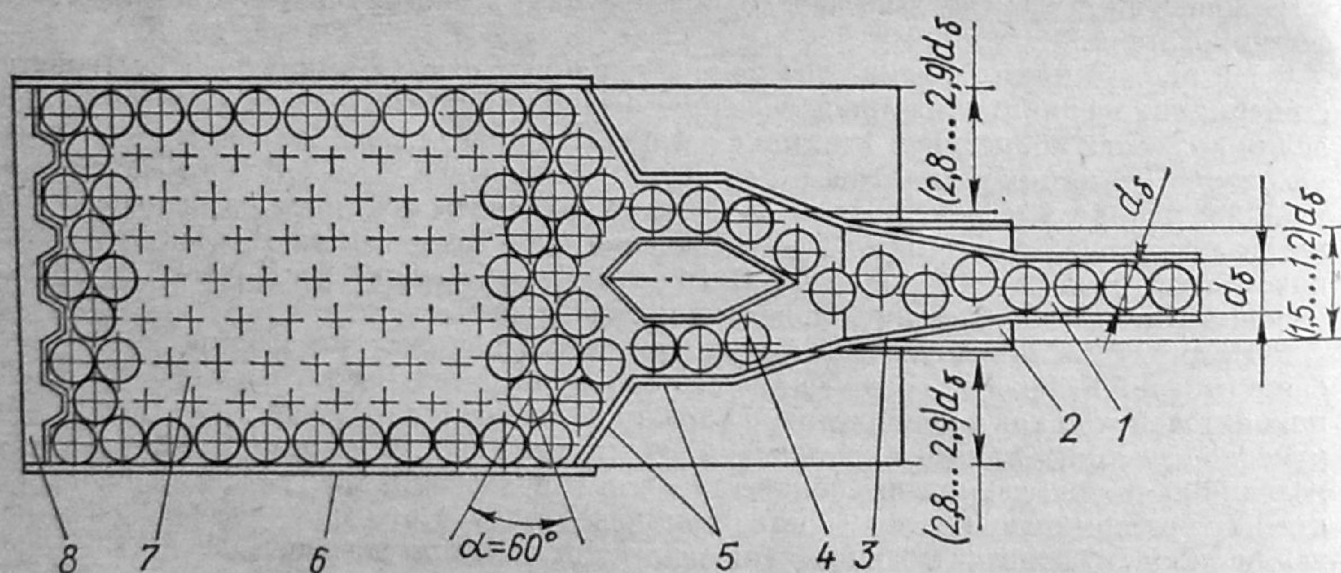


15. Схема формирующего устройства с инерционно-фрикционным перемещением изделий:

1 — конвейер; 2 — перегрузочный мостик; 3 — стол-накопитель; 4 — упорная планка; 5 и 6 — боковые ограждения; 7 — бутылка

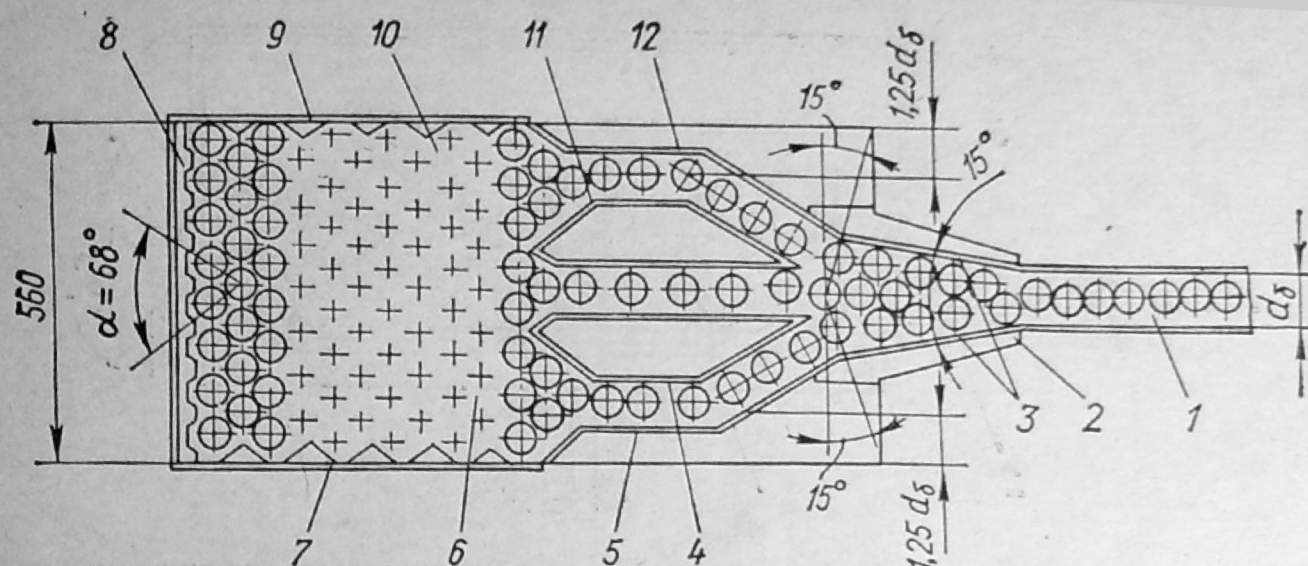
Общий вид устройства для формирования массива бутылок вместимостью 0,5 л в шахматном порядке показан на рис. 16. Устройство содержит формирующую плоскость 7, выполненную в виде многоручьевого конвейера, смонтированные над ней формирующую планку 8 с полувечками фиксации бутылок, делитель потока 4, переходной мостик 2 и формообразующие направляющие 5, подающий конвейер 1, боковые направляющие 6 формирующей плоскости и боковые направляющие 3 над переходным мостиком.

Особенностью предлагаемого устройства является то, что выходные каналы, образованные делителем потока и формообразующими направляющими, установлены со смещением оси относительно боковых направляющих стола-накопителя на $2,8...2,9$ диаметра изделия, а боковые ограждения над переходным мостиком выполнены расходящимися в направлении к делителю потока до $1,15...1,2$ диаметра изделия.



16. Схема устройства для формирования массива бутылок вместимостью 0,5 л в шахматном порядке:

1 — подающий конвейер; 2 — переходной мостик; 3 — боковые направляющие над переходным мостиком; 4 — делитель потока; 5 — формообразующие направляющие; 6 — боковые направляющие формирующей плоскости; 7 — формирующая плоскость; 8 — формирующая планка



17. Схема формирующего устройства бутылок вместимостью 0,33 л при их трехручье-вой подаче:

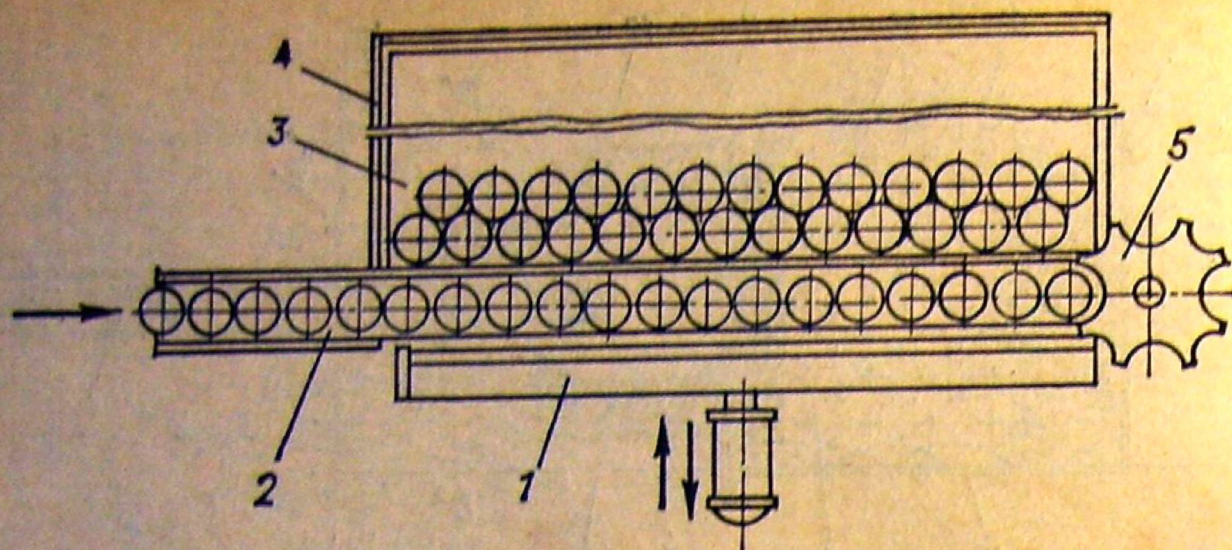
1 — конвейер подачи бутылок; 2 — переходной мостик; 3 — направляющие над переходным мостиком; 4 и 11 — делители потока; 5 и 12 — формообразующие направляющие; 6 — формирующая плоскость; 7 и 9 — боковые направляющие формирующей плоскости; 8 — формирующая планка; 10 — ограничитель

Работает устройство следующим образом. Подающим конвейером 1 бутылки подаются на переходной мостик 2. Боковые направляющие 3 над переходным мостиком 2, выполненные расходящимися в направлении делителя потока 4, обеспечивают шахматное расположение бутылок. Делитель потока 4 установлен по оси подающего конвейера 1 и формирующей плоскости 7. При скорости формирующей плоскости выше скорости цепи подающего конвейера образуется разрыв между бутылками на формирующей плоскости стола-накопителя, чем обеспечивается надежное деление потока бутылок. После разделения потока бутылок по выходным каналам, образованным делителем 4 и формообразующими направляющими 5, они перемещаются к формирующей планке 8, которая обеспечивает шахматное накопление и формирование слоя бутылок. После заполнения всей площади, ограниченной боковыми направляющими 6, делителем 4 и формообразующими направляющими 5, сформированный массив бутылок захватывается захватной головкой для дальнейших операций. При захвате пакета формирующая плоскость 7 останавливается. После включения формирующей плоскости 7 формирование массива начинается сначала. При этом оставшиеся на формирующей плоскости бутылки обеспечивают нормальное протекание процесса.

Надежность и высокая производительность процесса формирования массива бутылок повышаются за счет увеличения скорости подающего конвейера, равномерного деления потока бутылок на два, установки выходных каналов, образованных делителем потока и формирующими направляющими, со смещением от боковой направляющей плоскости на 2,8...2,9 диаметра бутылки, в результате чего происходит упорядоченное формирование слоя бутылок, а также обеспечивается надежность формирования слоя после отвода сформированного ранее пакета бутылок и последующего включения формирующей плоскости.

С уменьшением диаметра основания изделий цилиндрической формы при соизмеримых размерах по высоте надежность формирования массива понижается из-за потери устойчивости изделий при перемещении их по несущей плоскости стола-накопителя. Это вызывает необходимость уменьшения скорости несущей плоскости. Для обеспечения заданной производительности автоматов при укладывании бутылок вместимостью 0,33 л в тару-оборудование КТИПП разработано и создано устройство для формирования массива бутылок в шахматном порядке с трехручье-вой подачей их на формирующую плоскость. Схема устройства с формирующей плоскостью в виде многоручье-вого конвейера представлена на рис. 17.

Подающим конвейером 1 бутылки подаются на переходной мостик 2, боковые направляющие 3 которого выполнены расходящимися в направлении делителей потока 4 и 11 таким образом, чтобы на выходе перед делителями находилось три бутылки. Делители потока 4 и 11 установлены симметрично относительно оси формирующей плоскости 6, обеспечивая надежное деление потока бутылок на три ручья поровну,



18. Схема формирующего устройства массива изделий поочередным сталкиванием отдельных рядов на неподвижную плоскость:

1 — толкатель; 2 — подающий конвейер; 3 — неподвижная плоскость; 4 — боковая направляющая; 5 — упор

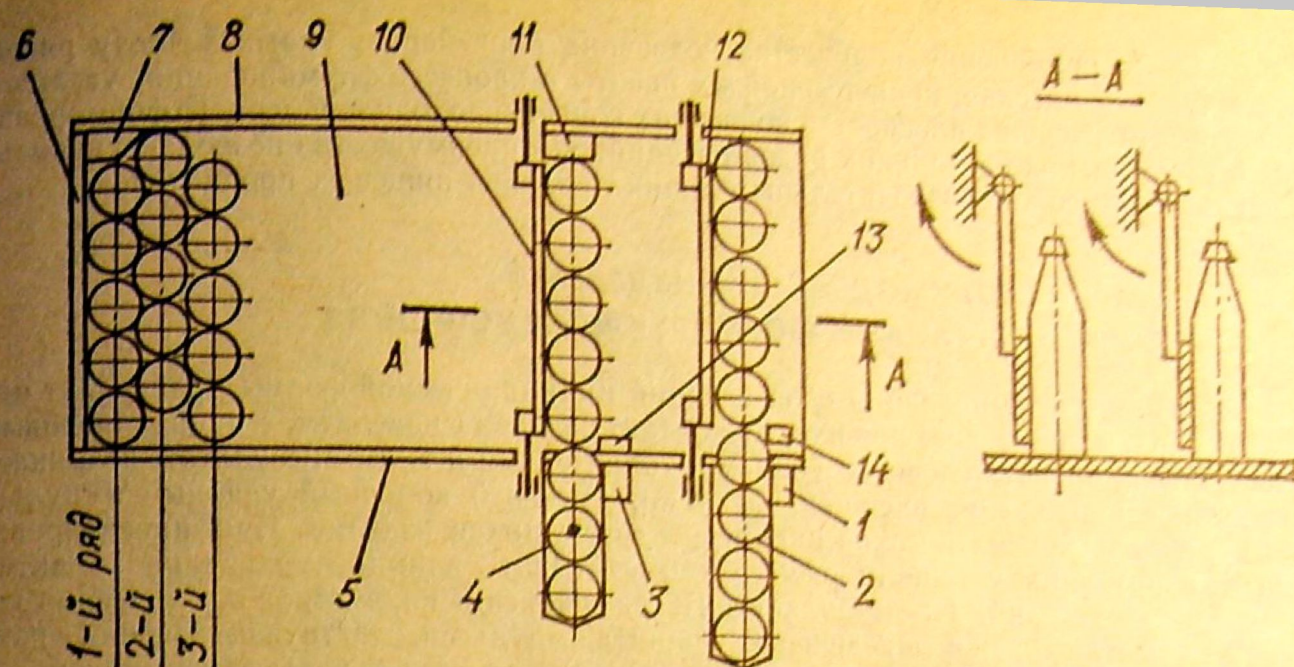
а выходные каналы, образованные соответствующими делителем потока и формообразующими направляющими, установлены со смещением их оси относительно боковых направляющих формирующей плоскости на 1,25 диаметра бутылки. После разделения потока бутылки перемещаются к торцевой планке 8, которая посредством ограничителей 10 обеспечивает шахматное накопление и формирование массива бутылок с углом раскладки $\alpha = 68^\circ$. После заполнения всей площади, ограниченной боковыми направляющими 7 и 9, концевой частью делителей потока 4 и 11 и формообразующими направляющими 5 и 12, массив бутылок захватывается захватной головкой для дальнейших операций.

Концевая часть делителей совместно с формообразующими направляющими обеспечивают возможность получить малое количество остающихся бутылок после захвата и подъема сформированного массива. Это способствует надежному формированию нового массива и упорядоченному положению бутылок после включения формирующей плоскости.

В практике получили широкое применение операции с инерционно-фрикционным перемещением стеклотарной продукции из-за простоты конструкции. Однако в отдельных случаях имеет место недовклад изделий в массиве, т. е. недостаточная надежность формирования массива изделий. Формирование массива возможно не только на подвижных несущих плоскостях.

Схема устройства, формирующего массив изделий на неподвижной плоскости с шахматной раскладкой их, представлена на рис. 18. Формирование происходит поочередным сталкиванием отдельных рядов изделий. Устройство состоит из неподвижной плоскости 3, боковых направляющих 4, подающего конвейера 2, толкателя 1 и упора 5, выполненного в виде свободно установленного на вертикальной оси диска с равномерно размещенными по периферии и чередующимися по глубине пазами. Сформированный ряд бутылок на подающем конвейере перемещается толкателем на неподвижную плоскость. Остальные бутылки на конвейере отсекаются боковой стенкой толкателя. При достижении переднего положения на неподвижной плоскости толкатель возвращается в исходное положение. Последующий сформированный ряд бутылок по ходу конвейера посредством диска смещается на половину диаметра бутылки, чем обеспечивается шахматная раскладка. Каждый ряд бутылок на неподвижной плоскости перемещается последующим рядом на величину хода толкателя. При установке вместо диска упорной планки устройство обеспечивает порядную раскладку бутылок.

Если в таких устройствах вместо неподвижной применяется подвижная формирующая плоскость в виде многоручьевого конвейера, то формирование массива изделий осуществляется перемещением сформированного ряда с подающего конвейера через переходной мостик на подвижную формирующую плоскость толкателем, а в дальнейшем отдельный ряд изделий перемещается к образующему их массиву за счет фрикционных связей между опорными поверхностями изделий и несущей плоскости.



19. Схема формирующего устройства массива изделий на подвижной несущей плоскости с помощью поворотной направляющей:

1 и 3 — переходные мостики; 2 и 4 — подающие конвейеры; 5 и 8 — боковые направляющие; 6 — торцевая планка; 7 — ограничитель; 9 — формирующая плоскость; 10 и 12 — поворотные направляющие; 11 — упор; 13 и 14 — отсекатели потоков изделий

Такие устройства обеспечивают высокую надежность формирования, но малопроизводительны, так как процесс формирования массива происходит от одного подающего конвейера.

С целью повышения производительности и надежности формирования массива изделий КТИПП разработано устройство, принципиальная схема которого показана на рис. 19.

Особенностью устройства является то, что число подающих конвейеров кратно числу рядов формируемого массива штучных изделий и за счет увеличения числа подающих конвейеров можно добиться значительного повышения производительности формирующего устройства. При наличии ограничителя 7 и регулируемого упора 11 происходит формирование массива штучных изделий цилиндрической формы с их шахматной раскладкой, а без них — формирование штучных изделий любой формы с раскладкой в ряд без смещения.

Работает устройство следующим образом. Подающими конвейерами 2 и 4 штучные изделия через переходные мостики 1 и 3 подаются вдоль направляющих 10 и 12 на движущуюся формирующую плоскость 9. При контакте сформированного ряда изделий с боковой направляющей 8 и упором 11 (при его наличии) направляющие 10 и 12 отводятся от сформированных рядов изделий и последние перемещаются совместно с плоскостью. При этом в момент начала отвода направляющих 10 и 12 от сформированных рядов срабатывают отсекатели 14 и 13 потоков изделий, удерживая их на подающих конвейерах 2 и 4 при повороте направляющих. Изделие со второго ряда, проходя мимо упора 11, взаимодействует с ним, притормаживает и поворачивается вокруг упора, сместившись влево по ходу перемещения и отставая от ряда, перемещается в таком положении совместно с плоскостью. Со входа в контакт первого ряда с торцевой планкой 6 начинается формирование массива. Далее второй ряд входит в контакт с первым, смещенным на половину диаметра изделий. Отставшее изделие входит в контакт с изделием со второго ряда, смещается вправо по ходу перемещения несущей плоскости и дополняет массив, обеспечивая при этом шахматное расположение и надежное формирование. Одновременно с перемещением рядов изделий по несущей плоскости направляющие 10 и 12 возвращаются в исходное положение, срабатывают отсекатели, освобождая путь для последующего формирования ряда изделий вдоль направляющих. Процесс формирования массива изделий повторяется.

Предлагаемое устройство используется для всех схем формирования массива изделий цилиндрической формы с шахматным расположением. Высокая надежность формирования массива изделий обеспечивается за счет упорядоченного перемещения рядов в процессе формирования. Высокая производительность устройства достигается

и результате применения количества подающих конвейеров, кратных числу рядов формируемого массива, непрерывной их работы в процессе формирования, увеличения скорости несущих плоскостей подающих конвейеров, одновременного формирования и перемещения нескольких рядов изделий. Эти преимущества позволяют использовать его в высокопроизводительных линиях розлива пищевых продуктов.

4.3. УДАРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗДЕЛИЙ С РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ФОРМИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

В процессе формирования слоя изделий цилиндрической формы происходит явление удара, возникающее при входе в контакт изделия с изделием, с направляющими плоскостями, ориентирующими упорами, толкателями и т. д. В результате возникает мгновенное приложение внешней нагрузки, имеющей конечный ударный импульс, и изменяются кинематические параметры движущихся изделий. При проектировании формирующих устройств необходимо учитывать влияние ударов на характер перемещения изделий. Представляет интерес сравнение параметров перемещения изделий до и после удара и определение ударных импульсов, действующих на них в рамках допущений, принятых в классической механике, то есть без учета деформируемости тол с введением понятия коэффициента восстановления k скорости при ударе. Явление удара при этом рассматривается как некоторый скачкообразный процесс, продолжительность которого бесконечно мала. Происходит предельный переход к бесконечно большим силам, действующим бесконечно малое время и имеющим конечный импульс ϵ . Использование коэффициента k при определении скорости изделия после удара очень удобно. Его значения для конкретных условий определяются экспериментально.

В табл. 51 приведены значения коэффициентов восстановления для наиболее распространенных в пищевой промышленности стеклянных бутылок: тип V, вместимость 0,33 л; тип X, вместимость 0,5 л; тип I, вместимость 0,7 л для случаев соударения в паре бутылка — бутылка и бутылка — неподвижный упор.

Для наиболее характерных ударных взаимодействий изделий или их массива с рабочими органами формирующих устройств в табл. 52 приведены расчетные зависимости по определению ударных импульсов ϵ , действующих на весь период упругого удара, и скоростей перемещения изделий или их ряда и рабочих органов формирующих устройств в конце удара. Здесь m_0 — масса изделия; m_1 — приведенная масса подвижных звеньев сталкивающего механизма и толкателя; m_2 — масса ряда изделий; m_3 — масса ранее сформированного массива изделий; m_4 — масса подпружиненной ограничительной планки; v_0 — скорость перемещения несущей плоскости конвейера или формирующего устройства; $v_{1\text{до}}, v_{2\text{до}}, v_{3\text{до}}, v_{4\text{до}}$ — скорости перемещения соответственно толкателя, ряда изделий, толкателя и ряда изделий, массива изделий до удара; $v_{1\text{к}}, v_{2\text{к}}, v_{3\text{к}}, v_{4\text{к}}$ — скорости перемещения соответственно изделия, толкателя, ряда изделий, толкателя и ряда изделий, массива изделий в конце удара; δ_1, δ_2 — величины зазоров соответственно между толкателем и рядом изделий и между рядом изделий и их массивом; C — жесткость элементов крепления ограничительной планки.

51. Значения коэффициентов восстановления k .

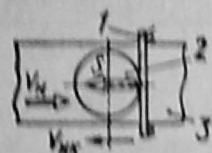
Тип стандарта	Скорость движения несущей плоскости, м/с					Среднее значение
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	
V, вместимость 0,33 л	$0,32 \pm 0,04$ $0,55 \pm 0,05$	$0,33 \pm 0,05$ $0,56 \pm 0,04$	$0,31 \pm 0,05$ $0,55 \pm 0,07$	$0,31 \pm 0,03$ $0,53 \pm 0,07$	$0,32 \pm 0,02$ $0,52 \pm 0,07$	$0,32 \pm 0,03$ $0,53 \pm 0,03$
X, вместимость 0,5 л	$0,36 \pm 0,03$ $0,67 \pm 0,05$	$0,38 \pm 0,05$ $0,65 \pm 0,07$	$0,37 \pm 0,04$ $0,66 \pm 0,07$	$0,34 \pm 0,05$ $0,66 \pm 0,07$	$0,37 \pm 0,04$ $0,66 \pm 0,07$	$0,36 \pm 0,04$ $0,66 \pm 0,03$
I, вместимость 0,7 л	$0,31 \pm 0,02$ $0,74 \pm 0,07$	$0,31 \pm 0,03$ $0,71 \pm 0,07$	$0,35 \pm 0,03$ $0,72 \pm 0,07$	$0,37 \pm 0,04$ $0,72 \pm 0,07$	$0,32 \pm 0,03$ $0,72 \pm 0,07$	$0,33 \pm 0,03$ $0,72 \pm 0,02$

Примечание. В числителе указаны значения k в паре бутылка — бутылка, в знаменателе — в паре бутылка — неподвижный упор.

52. Ударные взаимодействия изделий или их массива с рабочими органами формирующих устройств

№ п.п.	Схема ударного взаимодействия	Ударный импульс	Скорости перемещения в конце удара
1	2	3	4

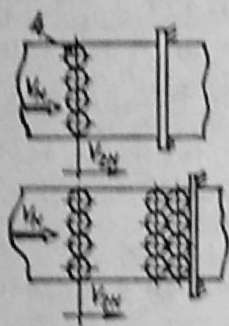
1. Удар изделия о неподвижную плоскость



$$S = m_1 v_{1n} (1 + k);$$

$$v_{1к} = -k v_{1n};$$

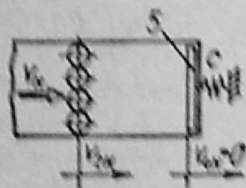
2. Удар ряда изделий о неподвижную плоскость или массив изделий



$$S = m_2 v_{1n} (1 + k);$$

$$v_{2к} = -k v_{1n};$$

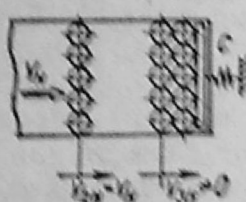
3. Удар ряда изделий о подпружиненный упор или массив изделий



$$S = \frac{m_2 m_4 v_{1n} (1 + k)}{m_2 + m_4};$$

$$v_{2к} = \frac{v_{1n} (m_2 + m_4 k)}{m_2 + m_4};$$

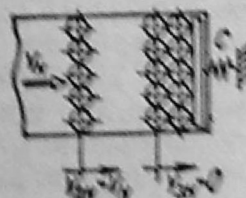
$$v_{4к} = \frac{m_2 v_{1n} (1 + k)}{m_2 + m_4};$$



$$S = \frac{m_2 (m_3 + m_4) (1 + k)}{m_2 + m_3 + m_4};$$

$$v_{2к} = \frac{v_{1n} (m_2 + (m_3 + m_4) k)}{m_2 + m_3 + m_4};$$

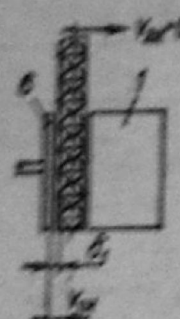
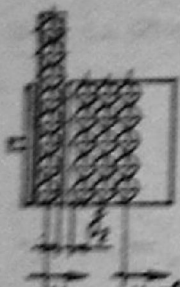
$$v_{34к} = \frac{m_2 v_{1n} (1 + k)}{m_2 + m_3 + m_4};$$



$$S = \frac{m_2 (m_3 + m_4) (1 + k) (v_{2н} - v_{3н})}{m_2 + m_3 + m_4};$$

$$v_{2к} = \frac{(m_2 + (m_3 + m_4) k) v_{2н} + (m_3 + m_4) (1 + k) v_{3н}}{m_2 + m_3 + m_4};$$

$$v_{34к} = \frac{m_2 v_{2н} (1 + k) + (m_3 + m_4 - k m_2) v_{3н}}{m_2 + m_3 + m_4};$$

1	2	3	4
4.		$S = \frac{m_1 m_2 v_{12} (1 + k)}{m_1 + m_2}$	$v_{12} = \frac{v_{12} (m_1 + m_2) k}{m_1 + m_2};$ $v_{22} = \frac{m_1 (1 + k) v_{12}}{m_1 + m_2};$
5.		$S = \frac{(m_1 + m_2) m_3 v_{12} (1 + k)}{m_1 + m_2 + m_3}$	$v_{12} = \frac{v_{12} (m_1 + m_2 + m_3) k}{m_1 + m_2 + m_3};$ $v_{22} = \frac{(m_1 + m_2) (1 + k) v_{12}}{m_1 + m_2 + m_3};$

* 1 — неподвижная плоскость; 2 — изделие; 3 — подвижная плоскость; 4 — ряд изделий; 5 — упор; 6 — толкатель

При соприкосновении изделия или ряда изделий с плоскостью, расположенной перпендикулярно направлению перемещения, или с ранее сформированным массивом изделий происходит прямой центральный удар с ударным импульсом S . Следует отметить, что при жестком креплении плоскости масса ее бесконечно большая по сравнению с массой изделия или ряда. Ударный импульс способствует скольжению изделия или ряда по несущей плоскости конвейера и формирующего устройства в противоположном направлении ее перемещения.

В результате первого удара изделие или их ряд какое-то время скользит по несущей плоскости и одновременно перемещается к неподвижной плоскости. Происходит повторный удар изделия или ряда о неподвижную плоскость. В диапазоне применяемых на практике скоростей перемещения несущих плоскостей до 0,6 м/с влиянием повторного удара можно пренебречь, так как скорость соударения при этом значительно ниже, чем при ударе на первом этапе.

При формировании массивов изделий на подвижной несущей плоскости, сопровождающейся подачей рядов изделий в зону формирующегося массива, происходит ударное взаимодействие перемещаемого ряда с ограничительной планкой или частью формируемого массива. До удара скорость перемещаемого ряда изделий $v_{22} = v_{12}$, скорость массива изделий $v_{22} = 0$. При повторном ударе скорость массива изделий $v_{22} \neq 0$, а направление векторов скоростей ряда изделий и массива может совпадать или же иметь противоположное направление.

Формирование массива изделий поочередным сталкиванием отдельных рядов на неподвижную плоскость связано с образованием рядов изделий и перемещением их посредством толкателя в направлении зоны, где формируется слой. Перемещаемый ряд изделий при этом испытывает воздействие со стороны рабочего органа толкателя и со стороны ранее перемещаемых изделий. В результате при наличии зазора δ_1 между толкателем и рядом изделий происходит удар при их контактировании, а в дальнейшем — удар толкателя и ряда перемещаемого им изделий с ранее сформированным слоем изделий при наличии зазора δ_2 между ними. Силовое воздействие на изделия, зависящее от кинематических параметров и соударяющихся масс системы, по мере

увеличения количества рядов в слое возрастает. Ограничения, накладываемые прочностными характеристиками стеклотарной продукции, находятся в противоречии с требованиями быстрогодействия.

При первом ударе скорость ряда изделий до удара $v_{2н} = 0$. Так как коэффициент восстановления скорости $k > 0$, то скорость ряда в конце удара $v_{2к}$ всегда несколько больше скорости толкателя $v_{1к}$. Происходит отрыв ряда изделий от толкателя, а затем повторный удар, при котором разность скоростей толкателя и ряда изделий невелика, а следовательно, и сам удар менее опасен. Поэтому в диапазоне применяемых скоростей движения толкателя влиянием повторного удара на перемещение ряда изделий можно пренебречь, считая при этом скорость перемещения толкателя и ряда $v_{12н} = v_{1к}$.

4.4. ФОРМИРОВАНИЕ РЯДА ИЗДЕЛИЙ НА НЕПОДВИЖНОЙ ПЛОСКОСТИ

Устройство для формирования ряда изделий на неподвижной плоскости состоит из подающего конвейера и неподвижной плоскости.

Остановимся на определении геометрических и кинематических параметров формирующего устройства, при которых скорость входа в контакт ряда изделий с упорной планкой будет ограничена.

В основу модели процесса формирования ряда положены следующие допущения: формируемый ряд изделий рассматривается как единое целое; изделия при перемещении движутся поступательно; трением изделий о направляющие пренебрегаем; скорость перемещения несущей плоскости конвейера — величина постоянная.

В момент выхода изделий на неподвижную плоскость скорость v_1 движения ряда равна скорости v_n несущей плоскости конвейера (табл. 53). В этом случае процесс формирования происходит в два этапа. На первом этапе (участок BC) формируемый ряд изделий движется с постоянной скоростью v_n . Движущей силой процесса является сила трения изделий о несущую плоскость конвейера $F_{тр.1} = f_1 m_n g (l - x)/d$, где f_1 — коэффициент трения доннышка изделия о несущую плоскость; m_n — масса изделия; d — диаметр изделия; x — координата перемещения ряда изделий. Силой сопротивления является трение о неподвижную плоскость $F_{тр.2} = f_2 m_n g x/d$, где f_2 — коэффициент трения доннышка изделия о неподвижную плоскость.

Окончание I этапа произойдет при условии $F_{тр.1} = F_{тр.2}$, т. е. первое изделие достигает точки C. С этого момента начинается второй этап движения, окончание которого характеризуется значением $x = 0$.

Процесс формирования ряда на неподвижной плоскости может сопровождаться пуском подающего конвейера или же осуществляться при непрерывно работающем конвейере. В этом случае в соответствии с технологической паузой ряд изделий удерживается на подвижной плоскости посредством различных упоров, отсекающих и т. п. Грузонесущие элементы проскальзывают под изделиями. В нужный момент времени срабатывает механизм удержания и ряд изделий начинает движение, выполняя операцию формирования. Так как процесс формирования, как правило, лимитирует производительность укладчиков, то важным в изыскании резервов является точное определение кинематических параметров и времени формирования ряда.

Расчетная схема и зависимости поэтапного определения кинематических параметров этого случая представлены в табл. 53.

Так как ряд изделий не может мгновенно приобрести скорость, равную скорости v_n несущей плоскости подающего конвейера, то на I этапе его движение сопровождается наличием относительного скольжения. Окончанию этапа соответствует условие $\dot{x}_1 = v_n$.

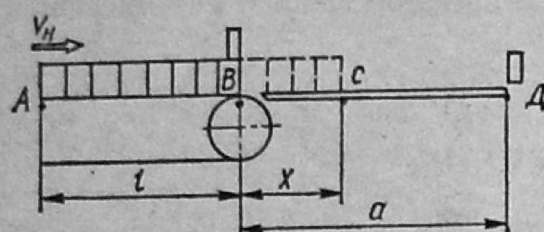
По окончании I этапа движения скорость ряда изделий будет оставаться постоянной и равной v_n при условии, что $l \leq 2a$, где a — длина загружаемой неподвижной плоскости, если $f_1 = f_2$. Если $f_1 \neq f_2$, то на II этапе $x_2 = v_n$ при условии $a \leq l/(f_1 + f_2)$. Если это условие не выполняется, то наступает III этап движения замедленного перемещения.

Окончанию III этапа соответствует условие $x_3 = 0$ или $x = a$. Если время протекания трех этапов превышает установленное циклограммой работы, то увеличением

Б3. Формирование ряда изделий на неподвижной плоскости.

№ п.п.	Этапы, уравнения движения, параметры процесса	Начальные условия этапов
1	2	3

1. Формирование ряда на неподвижной плоскости при установившемся движении конвейера и ряда



I этап: перемещение ряда со скоростью

$$F_{\text{тр.1}} \geq F_{\text{тр.2}},$$

откуда получим:

$$x_1 = f_1 l / (f_1 + f_2).$$

Время I этапа:

$$t_1 = f_1 l / (v_n (f_1 + f_2)).$$

II этап: перемещение ряда в режиме торможения:

$$m_n \frac{l}{d} \ddot{x} = F_{\text{тр.1}} - F_{\text{тр.2}}.$$

При $x_2 = 0$ длина неподвижной плоскости

$$x = a = v_n / (\sqrt{g (f_1 + f_2) / l}) \sin \sqrt{g (f_1 + f_2) / l} t_2 + f_1 l / (f_1 + f_2).$$

Время II этапа:

$$t_2 = \frac{\pi}{2} / \sqrt{g (f_1 + f_2) / l}.$$

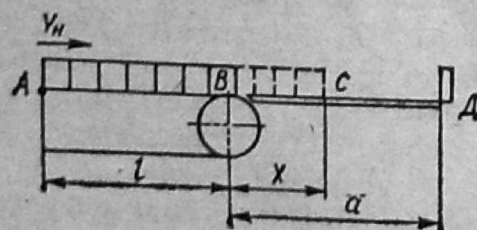
Полное время формирования ряда:

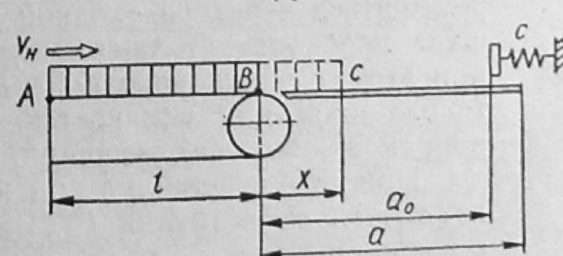
$$t = f_1 l / (v_n (f_1 + f_2)) + \frac{\pi}{2} / \sqrt{g (f_1 + f_2) / l}.$$

Количество изделий на неподвижной плоскости

$$n = \frac{1}{d} (v_n / \sqrt{g (f_1 + f_2) / l} + f_1 l / (f_1 + f_2)).$$

2. Формирование ряда на неподвижной плоскости при наличии отсекающего



1	2	3
I этап: перемещение ряда с относительным скольжением по несущей плоскости $m_H \frac{l}{d} \ddot{x} = F_{\text{тр.1}} - F_{\text{тр.2}}$ $x_1 = (1 - \cos \sqrt{g(f_1 + f_2)/l} t) f_1 l / (f_1 + f_2).$ Время I этапа: $t_1 = \sqrt{l/(g(f_1 + f_2))} \arcsin v_H \sqrt{(f_1 + f_2)/(df_1^2 l)}.$		$t_H^I = 0;$ $x_H^I = 0;$ $\dot{x}_H^I = 0.$
II этап: перемещение ряда со скоростью при условии $a \leq f_1 l / (f_1 + f_2)$ $F_{\text{тр.1}} \geq F_{\text{тр.2}}$ $x_2 = f_1 l / (f_1 + f_2).$ Время II этапа $t_2 = f_1 l / (v_H (f_1 + f_2)).$		$t_H^{II} = 0;$ $x_H^{II} = x_K^I;$ $\dot{x}_H^{II} = v_H.$
III этап: перемещение ряда в режиме торможения $m_H \frac{l}{d} \ddot{x} = F_{\text{тр.1}} - F_{\text{тр.2}}$ Перемещение ряда на II и III этапах $x = v_H \sqrt{l/(g(f_1 + f_2))} \sin \sqrt{g(f_1 + f_2)/l} t + f_1 l / (f_1 + f_2).$ Время III этапа при $x = a$ $t_3 = \arcsin ((a - f_1 l / (f_1 + f_2)) / (v_H \sqrt{l/(g(f_1 + f_2))})) / \sqrt{g(f_1 + f_2)/l};$ при $\dot{x} = 0$ $t_3 = \frac{\pi}{2} \sqrt{l/(g(f_1 + f_2))}.$ Полное время формирования ряда $t = t_1 + t_2 + t_3$		$t_H^{III} = 0;$ $x_H^{III} = f_1 l / (f_1 + f_2);$ $\dot{x}_H^{III} = v_H.$
3.	Формирование ряда на неподвижной плоскости при наличии отсекающего и подпружиненного упора 	$t_H^I = 0; x_H^I = 0;$ $\dot{x}_H^I = 0.$ $t_H^{II} = 0; x_H^{II} = x_K^I;$ $\dot{x}_H^{II} = v_H.$
II этап: перемещение ряда со скоростью v_H при условии $a \leq f_1 l / (f_1 + f_2)$.		

1	2	3
III этап: перемещение ряда в режиме торможения	$m_n \frac{l}{d} \ddot{x} = F_{\text{тр.1}} - F_{\text{тр.2}} - (x - a_0) c.$	$t_n^{\text{III}} = 0; x_n^{\text{III}} = a_0;$ $\dot{x}_n^{\text{III}} = v_n.$
Перемещение ряда на II и III этапах	$x = (v_n / \sqrt{k}) \sin \sqrt{k} t + (a_0 - f_1 g / K - c d a_0 / (K m_n l)) \times$ $\times \cos \sqrt{k} t + f_1 g / K + c d a_0 / (K m_n l),$	
где $K = (g(f_1 + f_2) + c d / m_n) / l.$		
Время III этапа при $\dot{x} = 0$	$t_3 = \frac{1}{\sqrt{K}} \operatorname{arctg} \frac{v_n}{(a_0 + f_1 g / K - c d a_0 / (K m_n l)) \sqrt{K}}.$	
Полное время формирования ряда	$t = t_1 + t_2 + t_3$	

длины ряда изделий l можно исключить III этап. При невыполнении этого условия следует повысить скорость грузонесущих элементов подающего конвейера. Однако и здесь имеется ограничение, связанное с динамическим воздействием формируемого ряда изделий с упором.

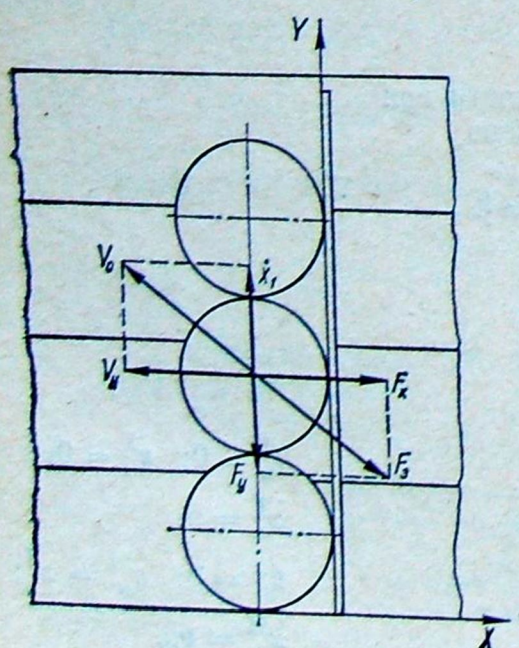
Уменьшения ударного взаимодействия формируемого ряда изделий с упором можно достичь подпружиниванием последнего. Расчетная схема и результаты поэтапного рассмотрения этого процесса представлены в табл. 53. Здесь a_0 — расстояние, определяющее место установки подпружиненного упора, c — жесткость пружины упора.

4.5. ФОРМИРОВАНИЕ РЯДА ИЗДЕЛИЙ НА ПОДВИЖНОЙ НЕСУЩЕЙ ПЛОСКОСТИ

Расчетная схема формирования ряда изделий на подвижной несущей плоскости стола-формователя, когда подающий конвейер установлен перпендикулярно оси стола-формователя, представлена в табл. 54.

В рассматриваемом случае подающий конвейер и стол-формователь работают в непрерывном режиме. Перемещающийся ряд изделий на подающем конвейере удерживается посредством отсекающего. При этом подвижная плоскость конвейера проскальзывает под рядом изделий. В определенный момент времени срабатывает отсекающий и ряд начинает перемещаться через переходной мостик на несущую плоскость стола-формователя, скользя при этом вдоль поворотной направляющей, установленной над плоскостью перпендикулярно направлению ее перемещения.

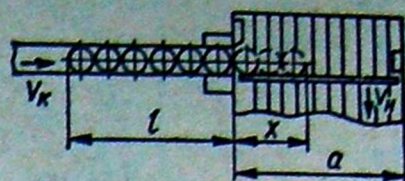
При перемещении на ряд изделий действует движущая сила трения $F_{\text{тр.1}} = m_n g f_1 (n - x/d)$ между опорной поверхностью ряда изделий и несущей плоскостью подающего конвейера, сила трения $F_{\text{тр.2}} = m_n g f_2 a/d$ между опорной поверх-



20. Направление относительной скорости скольжения и выбора силы трения при плоском перемещении ряда изделий

54. Формирование ряда на подвижной несущей плоскости

№ п.п.	Этапы, уравнения движения, параметры процесса	Начальные условия этапов
1.	Формирование ряда на подвижной несущей плоскости	



I этап: перемещение ряда изделий с относительным скольжением по несущей плоскости

$$m_n \ddot{x} = F_{\text{тр.1}} - F_{\text{тр.2}} - F_y - F_{\text{тр.4}}$$

$$t_n^I = 0;$$

$$x_n^I = 0; \dot{x}_n^I = 0.$$

$$\ddot{x} = g \left(f_1 - \frac{f_2 a}{nd} \right) - g \frac{x}{nd} \left(f_1 + f_3 \sin \arctg \frac{x}{v_n} + f_3 f_4 \cos \arctg \frac{x}{v_n} \right). \quad (1)$$

II этап: перемещение ряда со скоростью v_k

$$F_{\text{тр.1}} \geq F_{\text{тр.2}} + F_y + F_{\text{тр.4}}$$

$$t_n^{II} = 0;$$

$$x_n^{II} = x_k^I;$$

$$\dot{x}_n^{II} = v_k.$$

Перемещение ряда на II этапе

$$x_2 = (nd - f_2 a) / \left(f_1 + f_3 \sin \arctg \frac{v_k}{v_n} + f_3 f_4 \cos \arctg \frac{v_k}{v_n} \right).$$

Время второго этапа

$$t_2 = x_2 / v_k.$$

III этап: перемещение ряда изделий замедленное, описываемое уравнением (1)

$$t_n^{III} = 0;$$

$$x_n^{III} = x_k^{II};$$

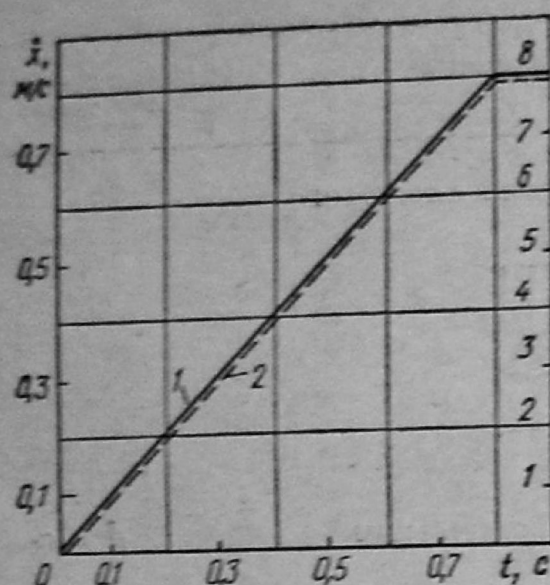
$$\dot{x}_n^{III} = v_k.$$

Полное время формирования ряда

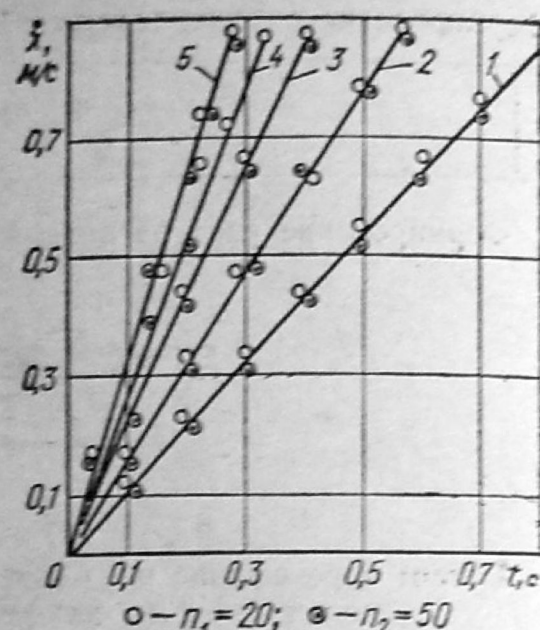
$$t = t_1 + t_2 + t_3$$

ностью ряда изделий и переходным мостиком, сила трения $F_{\text{тр.3}} = m_n g f_3 x / d$ между опорной поверхностью ряда изделий и несущей плоскостью стола-формирователя, а также сила трения $F_{\text{тр.4}}$ между направляющей и боковой поверхностью ряда изделий. Здесь m_n — масса изделия; n — количество изделий в ряду на подающем конвейере; d — диаметр изделия; f_1, f_2, f_3 — коэффициенты трения скольжения соответственно по несущей плоскости подающего конвейера, по поверхности переходного мостика и по несущей плоскости стола-формирователя; x — координата перемещения ряда изделий на столе-формирователе; g — ускорение свободного падения.

Так как ряд изделий по несущей плоскости стола-формирователя совершает движение, перемещаясь поступательно, то движение характеризуется главным вектором сил трения $F_{\text{тр.3}}$. Величина вектора силы трения $F_{\text{тр.3}}$ зависит от времени, положения и скорости точек движущегося ряда изделий. Проекция F_x и F_y силы трения



21. Зависимость определения скорости ряда изделий на первом этапе движения при значениях $n_1 = 20$ (1); $n_1 = 50$ (2)



22. Зависимость по определению скорости движения изделий на этапе разгона при значениях f : 1 — 0,1; 2 — 0,15; 3 — 0,2; 4 — 0,25; 5 — 0,3

$F_{тр.3}$ на оси X и Y могут быть представлены в виде (рис. 20)

$$F_y = F_{тр.3} \cdot \sin \arctg \frac{x}{v_n}; \quad (24)$$

$$F_x = F_{тр.3} \cdot \cos \arctg \frac{x}{v_n}, \quad (25)$$

где x — скорость движения ряда изделий; v_n — скорость перемещения несущей плоскости стола накопителя.

Силу трения между боковой поверхностью ряда изделий и направляющей с учетом выражения (25) определяют по формуле

$$F_{тр.4} = F_x f_4 = m_n g f_4 \frac{x}{d} \cos \arctg \frac{x}{v_n}, \quad (26)$$

где f_4 — коэффициент трения ряда изделий о поверхность направляющей.

Процесс формирования ряда состоит из трех этапов. Так как ряд изделий не может мгновенно приобрести скорость, равную скорости несущего элемента подающего конвейера v_k , то на первом этапе его движение сопровождается наличием относительного скольжения между рядом изделий и несущей плоскостью стола-накопителя.

Окончанию этого этапа соответствует условие $x_1 = v_k$.

С помощью ЭВМ выполнено решение уравнения при соответствующих начальных условиях и следующих значениях величин: $f_1 = f_2 = f_3 = f_4 = 0,2$; $v_n = 0,3$ м/с; $a = 0,15$ м; $d = 0,072$ м. Зависимость $x = x(t)$ при значениях $n_1 = 20$ и $n_2 = 50$ представлена на рис. 21. При выбранных параметрах влияние количества изделий на подающем конвейере незначительно. Это объясняется тем, что за время разгона соотношение сил движущих и сил сопротивления изменяется мало при малых значениях координаты перемещения x . Время окончания I этапа зависит от скорости v_k грузонесущих элементов подающего конвейера. Влияние коэффициента трения f на время окончания I этапа движения иллюстрируют зависимости, приведенные на рис. 22.

На втором этапе ряд изделий движется со скоростью v_k . Условием окончания II этапа перемещения ряда изделий является равенство $F_{тр.1} = F_{тр.2} + F_y + F_{тр.4}$. Зависимости по определению пути перемещения и времени этапа представлены в табл. 54.

На третьем этапе перемещение ряда изделий замедленное. Движение описывается уравнением (1, см. табл. 54). Окончанию III этапа может соответствовать условие $x = a$ или $x = 0$. Уравнение решают с помощью ЭВМ.

4.6. ПЕРЕОРИЕНТИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Горизонтальное укладывание стеклотарной продукции в тару-оборудование осуществляется после формирования горизонтального слоя изделий. Для выполнения последней операции обычно формируется нужное число вертикальных рядов изделий, которые затем изменяют положение на горизонтальное. Из переориентирующих устройств наибольший интерес представляют лотковые, отвечающие требованиям простоты и надежности конструктивных решений и высокой производительности. Последнее связано с возможностью одновременной переориентации нескольких рядов.

Расчетная схема операции переориентации изделий из вертикального в горизонтальное положение посредством лоткового устройства представлена на рис. 23. После формирования ряда на нижней опорной поверхности лоток поворачивается вокруг горизонтальной оси на 90° . Во время поворота от падения изделия удерживаются боковой стенкой. Так как изделия на лотке не закреплены, кинематические параметры движения обеспечивают условие неотрыва ряда от опорной плоскости и отсутствие скольжения по боковой стенке. При ускоренном движении лотка под действием сил инерции возможен отрыв опорной поверхности от изделий, а при значительных углах поворота возникающие силы инерции могут сдвинуть их относительно поддерживающей боковой стенки.

Предполагаем, что силовое взаимодействие между изделиями в ряду отсутствует, а смещением центра масс изделий, вызванных колебаниями жидкостей, пренебрегаем. Это позволяет рассматривать операцию переориентации одного изделия, а полученные результаты распространить на весь ряд.

На изделие при повороте лотка действуют сила тяжести $G = m_n g$, сила инерции центра масс $F_n = m_n r \sqrt{\ddot{\varphi}^2 + \dot{\varphi}^4}$, сила трения F_1 , определяемая с учетом нормальной составляющей a^n и тангенциальной составляющей a^t ускорения, момент сил инерции $M_n = -m_n (H^2/3 + d^2/16 + a_r) \ddot{\varphi}$, реакция со стороны опорной поверхности N , реакция со стороны боковой поверхности N_1 и сила трения $F_{тр} = f_1 N$. Здесь m_n — масса изделия; H — высота цилиндрической части изделия; d — диаметр изделия; r — расстояние от центра масс изделия до точки К, φ и $\dot{\varphi}$ — производные от угла поворота лотка; a_r — кратчайшее расстояние от оси, проходящей через центр масс и дно изделия, до оси вращения лотка; f_1 — коэффициент трения скольжения доньшка изделия о поверхность лотка.

Значение допускаемого углового ускорения лотка, превышение которого вызывает отрыв изделий от него, что может нарушить взаимное их положение в ряду и стать причиной боя стеклотарной продукции, определяют по формуле

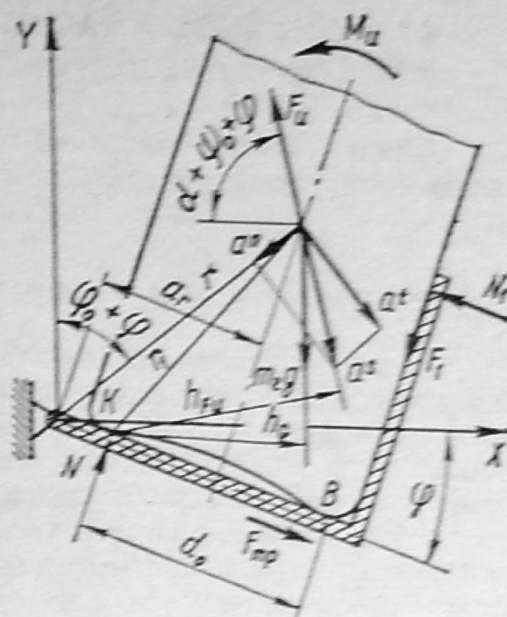
$$\ddot{\varphi} \leq \frac{m_n g r_1 [r \sin(\varphi_0 - \arcsin(d_0/2r_1)) \varphi^2 + g \sin(\varphi + \arcsin(d_0/2r_1))]}{m_n g r_1 \cos(\varphi_0 - \arcsin(d_0/2r_1)) + m_n g (H^2/3 + d^2/16 + a_r)}, \quad (27)$$

где r_1 , φ_0 , φ , d_0 — геометрические параметры, представленные на рис. 23. Значение допускаемого углового ускорения, при котором изделия не будут перемещаться вдоль боковой поддерживающей стенки лотка

$$\ddot{\varphi} = [\ddot{\varphi}] = \frac{g (\cos \varphi + f_n \sin \varphi) + \varphi^2 r (\cos \varphi_0 - f_n \sin \varphi_0)}{r (\sin \varphi_0 + f_n \cos \varphi_0)}, \quad (28)$$

где f_n — коэффициент трения покоя изделия с боковой стенкой лотка.

Здесь φ может быть задано как $\varphi = \varphi(t)$ в зависимости от принятого закона движения лотка.



23. Расчетная схема операции переориентации изделий

4.7. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ФОРМИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Для обеспечения заданной производительности укладочных машин необходимо знать время формирования слоя изделий, а также динамические и кинематические параметры формирования массивов изделий.

Формирование слоя инерционно-фрикционным перемещением изделий

Попытки теоретического описания процесса формирования слоя изделий инерционно-фрикционным перемещением, а также экспериментальные наблюдения показали сложность явлений, протекающих на несущей плоскости стола-формирователя. Зависимость, описывающая время формирования слоя изделий, получена на основании экспериментальных исследований процесса формирования слоя на экспериментальной установке, соответствующей реальной схеме формирования слоя инерционно-фрикционным перемещением изделий цилиндрической формы по несущей плоскости стола-формирователя (см. рис. 15). Установка представляет собой стол-накопитель, снабженный переходным мостиком, формирующей планкой и боковыми направляющими. Скорость перемещения несущей плоскости регулируется с помощью вариатора скорости. Установка снабжена измерительной схемой по определению времени формирования слоя.

В результате обработки экспериментальных исследований методами высшей математики для наиболее распространенной стеклотары получена следующая зависимость, описывающая время формирования слоя бутылок на 1 м² площади стола-формирователя при их одноручьевой подаче:

$$t_{\phi} = 62,4 - 0,75d_6 + \frac{26,2 - 0,186d_6}{v_n}, \quad (29)$$

где d_6 — внешний диаметр бутылки, мм; v_n — скорость перемещения плоскости стола-накопителя.

По ГОСТ 10117—80* использовались стеклянные бутылки: тип V, вместимость 0,33 л, диаметр 63 мм; тип X, вместимость 0,5 л, диаметр 62 мм; тип I, вместимость 0,7 л, диаметр 72 мм; тип II, вместимость 0,8 л, диаметр 77 мм.

Скорость формирования слоя зависит также от скорости v_k перемещения тяговой цепи загрузочного конвейера. Экспериментальные исследования показали, что надежное формирование слоя происходит при условии $v_n > v_k$, поэтому было принято $v_n = (1,1...1,2) v_k$. Скорость несущей плоскости стола-формирователя изменялась в пределах 0,15...0,6 м/с.

Формирование слоя поочередным сталкиванием отдельных рядов изделий

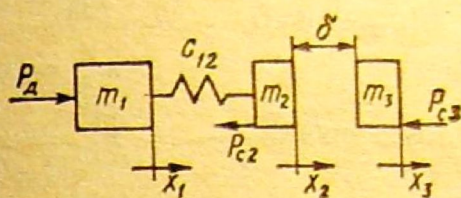
Устройство, позволяющее формировать слой поочередным сталкиванием отдельных рядов, состоит из подающего конвейера, неподвижной плоскости, толкателя и боковых направляющих. Сформированный ряд изделий на подающем конвейере перемещается толкателем на неподвижную плоскость. По достижении крайнего положения на неподвижной плоскости толкатель возвращается в исходное положение. Происходит формирование ряда изделий на подающем конвейере и процесс сталкивания перемещается последующим рядом на величину хода толкателя. Расчетная схема формирующего устройства представлена в табл. 55. Ведущая масса m_1 представляет собой приведенную массу привода толкателя; m_2 — приведенная масса толкателя или толкателя с рядом перемещаемых изделий; m_3 — масса ранее сформированного массива; δ — величина зазора между промежуточной и ведомой массами; c_{12} — приведенная жесткость элементов привода; P_d — движущая сила; P_{c2} и P_{c3} — сопротивления перемещению масс m_2 и m_3 ; x_1 , x_2 и x_3 — соответственно координаты перемещения масс m_1 , m_2 , m_3 .

Основные результаты поэтапного рассмотрения процесса см. в табл. 55.

На I этапе движения осуществляется разгон ведущей и промежуточной масс. Заканчивается I этап перекрытием зазора δ между промежуточной и ведомой массами.

55. Формирование слоя поочередным сталкиванием отдельных рядов

№ п.п.	Этапы, уравнения движения, параметры процесса	Начальные условия этапов
1	2	3



$$t_{\text{н}}^{\text{I}} = 0;$$

$$x_{1\text{н}}^{\text{I}} = 0; x_{2\text{н}}^{\text{I}} = 0; x_{3\text{н}}^{\text{I}} = 0;$$

1 I этап: разгон масс m_1 и m_2 , перекрытие зазора δ $\dot{x}_{1\text{н}}^{\text{I}} = 0; \dot{x}_{2\text{н}}^{\text{I}} = 0; \dot{x}_{3\text{н}}^{\text{I}} = 0$.

2 II этап: деформация соударяющихся масс m_2 и m_3 . Скорости масс m_2 и m_3 в конце удара

$$\dot{x}_{2\text{к}}^{\text{II}} = \dot{x}_{3\text{к}}^{\text{II}} = m_2 \dot{x}_{2\text{н}}^{\text{II}} / (m_2 + m_3).$$

$$x_{1\text{н}}^{\text{II}} = x_{1\text{к}}^{\text{I}}; x_{2\text{н}}^{\text{II}} = x_{2\text{к}}^{\text{I}};$$

$$x_{3\text{н}}^{\text{II}} = 0; \dot{x}_{1\text{н}}^{\text{II}} = \dot{x}_{1\text{к}}^{\text{I}};$$

$$\dot{x}_{2\text{н}}^{\text{II}} = \dot{x}_{2\text{к}}^{\text{I}}; \dot{x}_{3\text{н}}^{\text{II}} = 0.$$

3 III этап: восстановление формы соударяющихся масс

$$\dot{x}_{2\text{к}}^{\text{III}} = \dot{x}_{2\text{к}}^{\text{II}} + k(\dot{x}_{2\text{к}}^{\text{II}} - \dot{x}_{2\text{н}}^{\text{II}}); \dot{x}_{3\text{к}}^{\text{III}} = \dot{x}_{2\text{к}}^{\text{II}} + k\dot{x}_{2\text{к}}^{\text{II}}.$$

$$x_{1\text{н}}^{\text{III}} = x_{1\text{к}}^{\text{I}}; x_{2\text{н}}^{\text{III}} = x_{2\text{к}}^{\text{I}};$$

$$x_{3\text{н}}^{\text{III}} = 0; \dot{x}_{1\text{н}}^{\text{III}} = \dot{x}_{1\text{к}}^{\text{I}};$$

$$\dot{x}_{2\text{н}}^{\text{III}} = \dot{x}_{3\text{н}}^{\text{III}} = \dot{x}_{2\text{к}}^{\text{II}} = \dot{x}_{3\text{к}}^{\text{II}}.$$

Ударный импульс

$$S_x^{\text{II}} = m_2 m_3 \dot{x}_{2\text{н}}^{\text{II}} / (m_2 + m_3).$$

4 IV этап: перемещение масс до повторного соударения масс m_2 и m_3

$$t_{\text{н}}^{\text{IV}} = 0;$$

$$x_{1\text{н}}^{\text{IV}} = x_{1\text{н}}^{\text{III}}; x_{2\text{н}}^{\text{IV}} = x_{2\text{н}}^{\text{III}};$$

$$x_{3\text{н}}^{\text{IV}} = x_{3\text{н}}^{\text{III}}; \dot{x}_{1\text{н}}^{\text{IV}} = \dot{x}_{1\text{н}}^{\text{III}};$$

$$\dot{x}_{2\text{н}}^{\text{IV}} = \dot{x}_{2\text{н}}^{\text{III}}; \dot{x}_{3\text{н}}^{\text{IV}} = \dot{x}_{3\text{н}}^{\text{III}}.$$

$$\begin{cases} x_1 = x_1(t); \\ m_2 \ddot{x}_2 = c_{12}(x_1 - x_2) - P_{c2}; \\ m_3 \ddot{x}_3 = -P_{c2} \end{cases}$$

При $x_1 = v_1 t$ конечные условия IV этапа

$$x_{2\text{к}}^{\text{IV}} = (\dot{x}_{2\text{н}}^{\text{IV}} - v_1) \sqrt{m_2/c_{12}} \sin \sqrt{c_{12}/m_2} t_{\text{к}}^{\text{IV}} + v_1 t_{\text{к}}^{\text{IV}};$$

$$\dot{x}_{2\text{к}}^{\text{IV}} = (\dot{x}_{2\text{н}}^{\text{IV}} - v_1) \cos \sqrt{c_{12}/m_2} t_{\text{к}}^{\text{IV}} + v_1;$$

$$x_{3\text{к}}^{\text{IV}} = \dot{x}_{3\text{н}}^{\text{IV}} t_{\text{к}}^{\text{IV}} - (P_{c3}/m_3) (t_{\text{к}}^{\text{IV}})^2;$$

$$\dot{x}_{3\text{к}}^{\text{IV}} = \dot{x}_{3\text{н}}^{\text{IV}} - (P_{c3}/m_3) t_{\text{к}}^{\text{IV}};$$

где

$$\dot{x}_{2\text{н}}^{\text{IV}} = \frac{m_2 v_1}{m_2 m_3} + k \left(\frac{m_2 v_1}{m_2 + m_3} - v_1 \right);$$

$$\dot{x}_{3\text{н}}^{\text{IV}} = \frac{m_2 v_2}{m_2 + m_3} (k + 1).$$

Время окончания четвертого этапа методом итерации

$$\begin{aligned} (\dot{x}_{2\text{н}}^{\text{IV}} - v_1) \sqrt{m_2/c_{12}} \sin \sqrt{c_{12}/m_2} t_{\text{к}}^{\text{IV}} + v_1 t_{\text{к}}^{\text{IV}} - x_{1\text{к}}^{\text{I}} = \\ = \dot{x}_{3\text{к}}^{\text{IV}} t_{\text{к}}^{\text{IV}} - (P_{c3}/m_3) (t_{\text{к}}^{\text{IV}})^2. \end{aligned}$$

1	2	3
5	V этап: деформация соударяющихся масс m_2 и m_3 при повторном ударе $\dot{x}_{2к}^V = \dot{x}_{3к}^V = (m_2 \dot{x}_{2н}^V + m_3 \dot{x}_{3н}^V) / (m_2 + m_3).$	$\dot{x}_{1н}^V = \dot{x}_{1к}^{IV}; \dot{x}_{2н}^V = \dot{x}_{2к}^{IV};$ $\dot{x}_{3н}^V = \dot{x}_{3к}^{IV}; \dot{x}_{1н}^V = \dot{x}_{1к}^{IV};$ $\dot{x}_{2н}^V = \dot{x}_{2к}^{IV}; \dot{x}_{3н}^V = \dot{x}_{3к}^{IV}.$
6	VI этап: восстановление формы соударяющихся масс m_2 и m_3 $\dot{x}_{2к}^{VI} = \dot{x}_{2к}^V + k(\dot{x}_{2к}^V - \dot{x}_{2н}^V);$ $\dot{x}_{3к}^{VI} = \dot{x}_{2к}^V + k(\dot{x}_{2к}^V - \dot{x}_{3н}^V);$ $S_k^{VI} = m_2 m_3 (\dot{x}_{2н}^V - \dot{x}_{3н}^V) / (m_2 + m_3).$	$\dot{x}_{1н}^{VI} = \dot{x}_{1к}^{IV}; \dot{x}_{2н}^{VI} = \dot{x}_{2к}^{IV};$ $\dot{x}_{3н}^{VI} = \dot{x}_{3к}^{IV}; \dot{x}_{1н}^{VI} = \dot{x}_{1к}^{IV};$ $\dot{x}_{2н}^{VI} = \dot{x}_{3н}^{VI} = \dot{x}_{2к}^V = \dot{x}_{3к}^V.$
7	VII этап: перемещение масс m_2 и m_3 как одного целого $\begin{cases} \dot{x}_1 = v_1 t + x_{1к}^{IV} + x_{1к}^I; \\ (m_2 + m_3) \ddot{x}_2 = c_{12}(x_1 - x_2) - P_{c2} - P_{c3}; \end{cases}$ $x_2 = A \sin \sqrt{c_{12}/(m_2 + m_3)} t +$ $+ B \cos \sqrt{c_{12}/(m_2 + m_3)} t +$ $+ v_1 t + x_{1к}^{IV} + x_{1к}^I - (P_{c2} + P_{c3})/c_{12},$	$t_n^{VII} = 0;$ $x_{1н}^{VII} = x_{1к}^{IV}; x_{2н}^{VII} = x_{2к}^{IV};$ $x_{3н}^{VII} = x_{3к}^{IV}$

где

$$A = \dot{x}_{2н}^{VII} \sqrt{(m_2 + m_3)/c_{12}} - v_1;$$

$$B = x_{2н}^{VII} - x_{1к}^{IV} - x_{1к}^I + (P_{c2} + P_{c3})/c_{12}.$$

Время окончания VII этапа при $\dot{x} = v_1$

$$t_k^{VII} = \left(\arctg \frac{A}{B} \right) / \sqrt{c_{12}/(m_2 + m_3)}.$$

Полное время процесса

$$t = t_1 + t_4 + t_7.$$

На II и III этапах происходит ударное взаимодействие между массами m_2 и m_3 с учетом ранее общепринятых допущений и введением коэффициента восстановления k скорости при ударе. На II этапе движения совершается деформация соударяющихся масс. В момент окончания II этапа и начала III центры масс обладают одинаковыми скоростями, которые имели бы в конце абсолютного неупругого удара. В конце III этапа центры масс m_2 и m_3 имеют различные скорости.

IV этап соответствует движению масс до повторного соударения m_2 и m_3 . Начальные условия этого этапа соответствуют кинематическим параметрам на момент окончания III этапа. Заканчивается IV этап при выполнении условия $x_{2к}^{IV} - x_{2к}^I = x_{3к}^{IV}$.

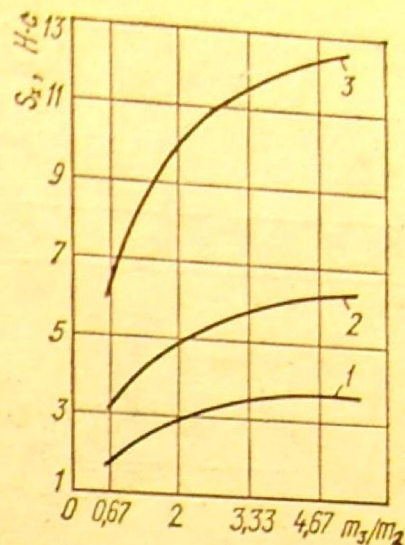
V и VI этапы движения характеризуются повторным ударом масс m_2 и m_3 . Начальные условия V этапа движения соответствуют параметрам окончания IV. Окончанию VII этапа соответствует $x_2 = v_1$.

При значении параметров формирующих устройств укладчиков разность скоростей масс m_2 и m_3 после повторного удара получается несущественной, поэтому на после-

24. График зависимости импульса мгновенной силы от соотношения m_3/m_2 при $\dot{x}_2^I$ (к): 1 — 0,3; 2 — 0,5; 3 — 1,0 м/с

дующем VII этапе считают, что движение их происходит как одно целое.

Особый интерес при формировании слоя поочередным сталкиванием рядов изделий на неподвижную плоскость представляет ударный импульс s в конце удара. По мере увеличения массива изделий на неподвижной плоскости возрастает значение s , имеющее максимальное значение на II этапе. Для каждого типоразмера стеклотарной продукции существует допускаемое значение, превышение которого сопровождается боем. На рис. 24 приведен график зависимости импульса мгновенной силы от соотношения m_3/m_2 при значении $m_2 = 150$ кг.

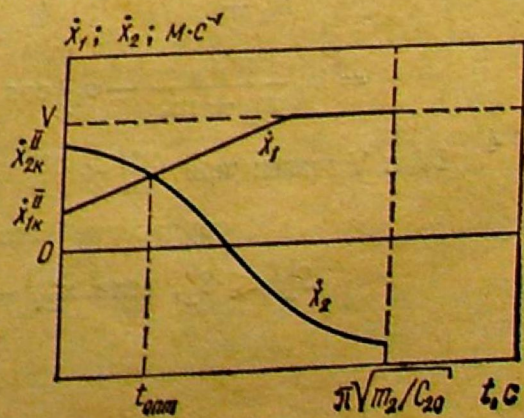


Формирование слоя изделий на подвижной несущей плоскости

Формирование слоя на подвижной несущей плоскости сопровождается подачей рядов или отдельных изделий к образующемуся массиву. Движущей силой при этом является сила трения. При контакте ряда изделий с их массивом имеет место прямой или косой удары. Расчетная схема, этапы процесса формирования и результаты аналитического моделирования представлены в табл. 56. Здесь m_1 и m_2 — соответственно масса подвижного ряда и неподвижного массива с ограничительной планкой; v_n — скорость перемещения несущей плоскости стола-формователя; c_{20} — жесткость элементов крепления ограничительной планки, $F_{тр.1}$ и $F_{тр.2}$ — соответственно результирующие сил трения между массами m_1 и m_2 с подвижной несущей плоскостью; x_1, x_2 — координаты перемещения масс m_1 и m_2 ; δ — величина зазора.

Подаваемый ряд изделий подвижной плоскостью со скоростью v_n перемещается к массиву изделий, удерживаемому подпружиненным упором с жесткостью c_{20} . После перекрытия зазора δ наступает ударное взаимодействие ряда изделий и их массива, характеризующееся ударным импульсом s и скоростью соударяющихся масс m_1 и m_2 в конце удара. III этап соответствует сложному движению масс до повторного соударения m_1 и m_2 . Завершается этот этап при равенстве перемещений первой и второй масс. Решающее значение на IV и V этапах повторного удара имеют значения скоростей масс m_1 и m_2 в конце III этапа — соответственно $\dot{x}_{1к}^{III}$ и $\dot{x}_{2к}^{III}$, так как они являются начальными условиями IV этапа. График изменения скоростей масс m_1 и m_2 представлен на рис. 25. Из него видно, что наилучшие условия повторного удара будут в случае соответствия времени окончания III этапа t_k^{III} равенству величин $x_{1к} = x_{2к}$, а наихудшие — если $t_k^{III} = \pi \sqrt{m_2/c_{20}}$, а скорость массы m_1 будет равна v_n . В последнем случае импульс мгновенной силы на IV и V этапах движения может превышать значение импульса на I этапе.

Оптимальное время окончания III этапа при условии $\dot{x}_{1к}^{III} = \dot{x}_{2к}^{III}$ реализуется в основном за счет изменения величин c_{20} или при незначительном отличии друг от друга. При этом можно исключить повторное взаимодействие масс m_1 и m_2 . В дальнейшем они будут перемещаться как одно целое, окончанием которого будет условие $x_2 = 0$. Для предотвращения обратного перемещения слоя изделий по окончании формирования подвижный упор должен быть зафиксирован, а к моменту начала формирования следующего слоя расфиксирован.

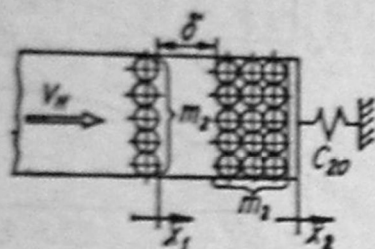


25. График изменения скоростей $\dot{x}_1$ и $\dot{x}_2$ на третьем этапе движения

56. Формирование слоя изделий на подвижной несущей плоскости подачи отдельных рядов к образующемуся массиву

№ п.п.	Этапы, уравнения движения, параметры процесса	Начальные условия
1	2	3

1



I этап: деформация соударяющихся масс m_1 и m_2
 $\dot{x}_{1k}^I = \dot{x}_{2k}^I = m_1 v_n / (m_1 + m_2)$

$$\begin{aligned} x_{1n}^I &= 0; \quad x_{1n}^I = v_n; \\ x_{2n}^I &= F_{тр.2} / c_{20}; \\ \dot{x}_{2n}^I &= 0. \end{aligned}$$

2 II этап: восстановление формы соударяющихся масс

$$\begin{aligned} \dot{x}_{1k}^{II} &= \dot{x}_{1k}^I + k (\dot{x}_{1k}^I - v_n); \quad \dot{x}_{2k}^{II} = \dot{x}_{1k}^I + k x_{1k}^I; \\ S_x^{II} &= m_1 m_2 v_n / (m_1 + m_2). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_{1n}^{II} &= 0; \quad \dot{x}_{1n}^{II} = \dot{x}_{1k}^I; \\ x_{2n}^{II} &= x_{2n}^I; \\ \dot{x}_{2n}^{II} &= \dot{x}_{2k}^I. \end{aligned}$$

3 III этап: перемещение масс m_1 и m_2

$$\begin{aligned} \begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 = F_{тр.1}; \\ m_2 \ddot{x}_2 = F_{тр.2} - c_{20} x_2; \end{cases} \\ x_1 = \dot{x}_{1k}^{II} t + F_{тр.1} t^2 / (2m_1); \\ \dot{x}_1 = \dot{x}_{1k}^{II} + F_{тр.1} t / m_1; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_n^{III} &= 0; \\ x_{1n}^{III} &= 0; \quad \dot{x}_{1n}^{III} = \dot{x}_{1k}^{II}; \\ x_{2n}^{III} &= F_{тр.2} / c_{20}; \\ \dot{x}_{2n}^{III} &= \dot{x}_{2k}^{II}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_2 &= \dot{x}_{2k}^{II} \sqrt{m_2 / c_{20}} \sin \sqrt{c_{20} / m_2} t + \frac{F_{тр.2}}{c_{20}}; \\ \dot{x}_2 &= \dot{x}_{2k}^{II} \cos \sqrt{c_{20} / m_2} t. \end{aligned}$$

При $x_1 = x_2$ время окончания этапа из уравнения

$$\begin{aligned} \dot{x}_{1k}^{III} t_k^{III} + F_{тр.1} (t_k^{III})^2 / (2m_1) &= \\ = \dot{x}_{2k}^{II} \sqrt{m_2 / c_{20}} \sin \sqrt{c_{20} / m_2} t_k^{III} + \frac{F_{тр.2}}{c_{20}} \end{aligned}$$

Оптимальное время окончания этапа при $\dot{x}_{2k}^{III} = \dot{x}_{1k}^{III}$

$$\begin{aligned} k \left(\frac{m_1 v_n}{m_1 + m_2} - v_n \right) + \frac{F_{тр.1}}{m_2} t_k^{III} &= \\ = k \left(\frac{m_1 v_n}{m_1 + m_2} - v_1 \right) \cos \sqrt{\frac{c_{20}}{m_2}} t_k^{III}. \end{aligned}$$

4 IV и V этапы: при $\dot{x}_{2k}^{III} \neq \dot{x}_{1k}^{III}$ повторное соударение масс m_1 и m_2
 $S_x^{IV} \leq S_x^I$, если $\dot{x}_{2k}^{III} - \dot{x}_{1k}^{III} < v_n$

$$\begin{aligned} x_{1n}^{IV} &= x_{1k}^{III}; \\ \dot{x}_{1n}^{IV} &= \dot{x}_{1k}^{III}; \\ x_{2n}^{IV} &= x_{2k}^{III}; \\ \dot{x}_{2n}^{IV} &= \dot{x}_{2k}^{III}. \end{aligned}$$

Продолжение табл. 56

1	2	3
5	VI этап: совместное перемещение масс m_1 и m_2 $(m_1 + m_2) \ddot{x}_2 = F_{\text{тр.1}} + F_{\text{тр.2}} - c_{20}x_2;$ $x_2 = \dot{x}_{2k}^{\text{III}} \sqrt{(m_1 + m_2)/c_{20}} \sin \sqrt{c_{20}/(m_1 + m_2)} t +$ $+ \left(x_{2k}^{\text{III}} - \frac{F_{\text{тр.1}} + F_{\text{тр.2}}}{c_{20}} \cos \sqrt{\frac{c_{20}}{m_1 + m_2}} t + \right.$ $\left. + \frac{F_{\text{тр.1}} + F_{\text{тр.2}}}{c_{20}} \right).$ Время окончания этапа при $x_2 = 0$ $t_k = \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{c_{20}}} \operatorname{arctg} \frac{\dot{x}_{2k}^{\text{III}}}{x_{2k}^{\text{III}} - \frac{F_{\text{тр.1}} + F_{\text{тр.2}}}{c_{20}}} \times$ $\times \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{c_{20}}}.$	Начальные условия соответствуют конечным условиям III или IV этапа

4.8. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПАКЕТОВ ФАСОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

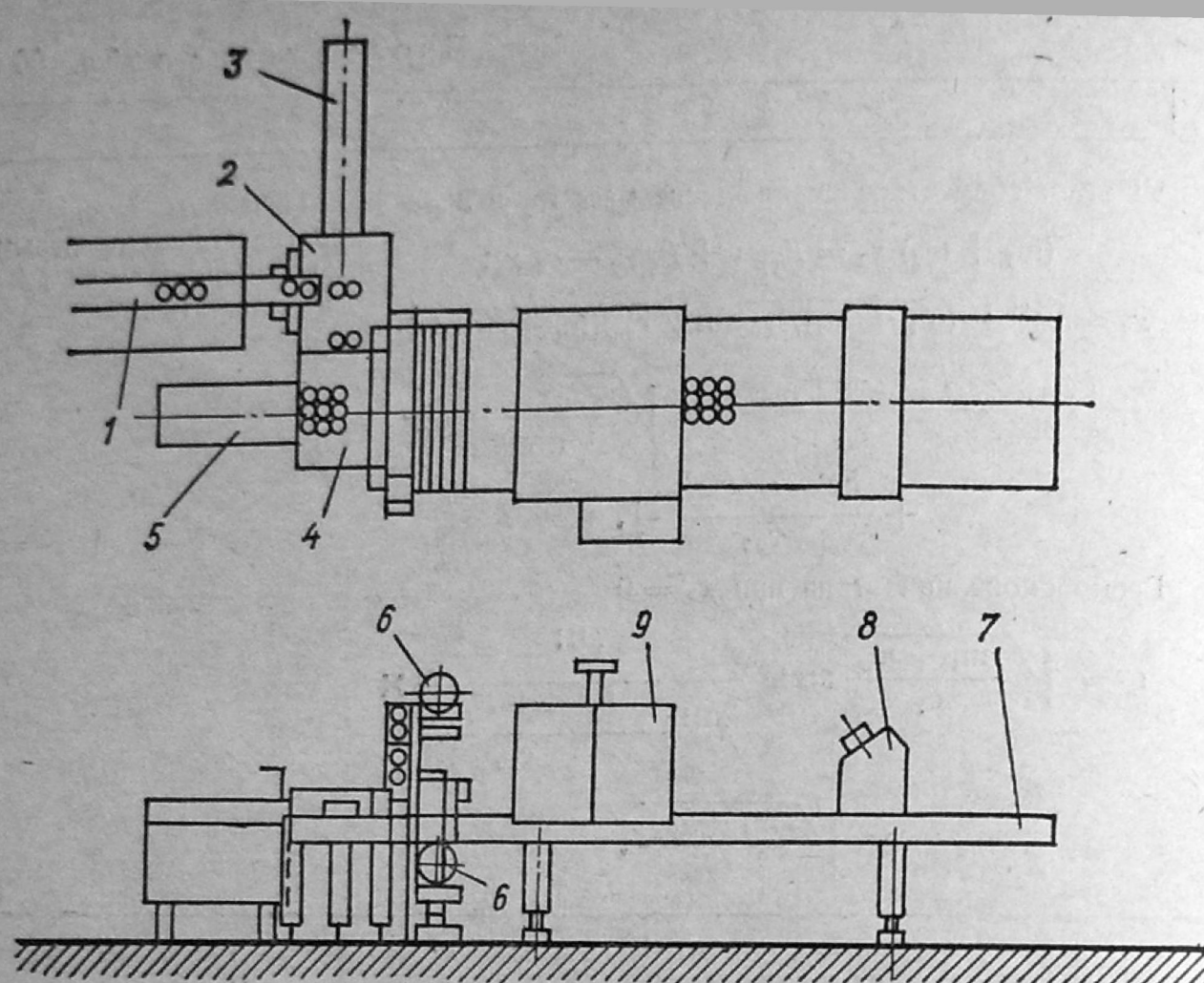
Пакетизация — простой и универсальный способ, при котором из мелких грузов образуются более крупные грузовые единицы (пакеты), позволяющие механизировать наиболее трудоемкие работы: погрузку, выгрузку и складирование тары и готовой продукции. Создаваемые пакеты должны быть прочными и устойчивыми. Под устойчивостью пакета понимается его способность сохранять форму и геометрические размеры в течение всего цикла ПРТС работ. Прочность пакета связана с прочностью тары (ящиков), что ограничивает высоту штабеля пакетов на поддонах при складировании и транспортировании.

Основным несущим элементом пакетирования является поддон, относящийся к многооборотным транспортным средствам. В практике встречаются плоские, стоечные, ящичные, решетчатые и другие поддоны. Они могут быть разборными, неразборными, складными, одноразового пользования или многооборотными.

В зависимости от возможности ввода вилочного подхвата с двух или четырех сторон поддоны подразделяются на двухзаходные и четырехзаходные. Они должны быть легкими, прочными, экономичными в эксплуатации по всему циклу товародвижения, соответствовать ГОСТу. Наибольшее расстояние от поверхности погрузочной площадки до нижней поверхности настила поддона должно составлять 125—150 мм, а высота для свободного прохода вил — не менее 100 мм. Предпочтительными являются четырехзаходные поддоны размерами в плане 1200 × 800 и 800 × 600 мм, так как они соответствуют размеру модуля на тару и упаковку (800 × 600), который является основой размерного ряда для тары. По конструкции поддоны подразделяются на однонастильные или двухнастильные. Изготавливают их из дерева (хвойные породы второго сорта, береза, осина, липа, тополь), прессованной фанеры, картона, бумаги, полиэтилена высокой плотности.

Грузоподъемность поддона размером 1200 × 800 × 150 мм, регламентированная ГОСТ 21929—76*, составляет 1 т.

К недостаткам пакетирования на плоских поддонах относятся уменьшение использования полезной грузоподъемности транспортных средств, а также объема складов на 10—15 %, необходимость возврата многооборотных поддонов, затраты на их изготовление и др.



26. Схема машины Filusap — СД:

1, 7 — конвейеры; 2 — стол; 3, 5 — толкающие механизмы; 4 — группировочный стол; 6 — верхний и нижний рулон пленки; 8 — вентилятор; 9 — усадочный тоннель

Плоский поддон деревянный 2ПО-4 — двухнастильный четырехзаходный размером $1200 \times 800 \times 150$ мм, массой 30 кг. С учетом многоярусного штабелирования выдерживает статическую нагрузку до 6 т.

Плоский поддон из фанеры — двухзаходный размером $1300 \times 1000 \times 115$ мм, массой 13 кг. Поддон представляет собой профильный многослойный щит, склеенный из листов низкосортного шпона. Толщина фанеры 13 мм, допускаемая статическая нагрузка 6 т. Жесткость и прочность поддона в поперечном направлении обеспечиваются за счет гофр, а в продольном — за счет расположения листов шпона волокнами древесины в продольном направлении. Благодаря гофрам внизу имеется проем для ввода вилочных подхватов. Конструкция позволяет укладывать поддоны в стойку. Изготовитель — Ленинградский фанерный завод.

Плоский поддон из гофрированного картона — двухзаходный однонастильный размером $1200 \times 800 \times 100$ мм, массой 5 кг. Изготавливается из гофрированного картона с высотой гофры не менее 4 мм и втулок из бумажных гильз, скрепленных проволокой. Допускаемая статическая нагрузка не более 3 т. Изготовитель — Светлогорский целлюлозно-бумажный комбинат.

Устойчивость пакета, состоящего из ящиков, обеспечивается скреплением их между собой резиновым бандажом, полипропиленовой лентой, увязочной проволокой или установкой на верхний слой скоб. Эффективным техническим решением является групповая упаковка грузов в термоусадочные или растягивающиеся пленки. Этот способ используют при упаковке пустой тары и продукции, фасованной в потребительскую тару, не подлежащую возврату.

Упаковка в полимерные пленки. Полимерная пленка, дающая усадку не менее чем на 20 % под воздействием температуры, превышающей температуру размягчения полимера, называется термоусадочной. Способность давать усадку позволяет применять ее для упаковки штучных грузов при замене ящичной тары — для групповой упаковки мелкоштучных грузов и скрепления штучных грузов в пакет. Выпускаются

пленки с возможностью усадки в продольном, поперечном или в обоих направлениях. Наибольшее распространение получила полиэтиленовая термоусадочная пленка; используются также поливинилхлоридная и полипропиленовая пленки толщиной от 0,015 до 0,2 мм, изготавливаемые в виде полотна, рукава и полурукава.

При использовании пленок тара или продукция полностью обертывается или обандероливается. В первом случае применяют пленку с усадкой в обоих направлениях, во втором — с продольной.

Недостатком упаковки термоусадочной пленкой являются невозможность ее использования для замороженных продуктов и потери готовой продукции при выполнении ПРТС операций.

Упаковка в блок термоусадочной пленкой широко используется в мировой практике для различных видов мелкоштучных грузов: стеклянных, металлических и пластмассовых банок и бутылок, пачек, пакетов и прочее с использованием различных машин производительностью от 360 до 2400 блоков в час типа Filusap — Сд; Filusap — СД-1 (ГДР), BSE — 1 (чехословацкого производства) и др.

Машина Filusap — СД-1 (рис. 26) предназначена для упаковывания консервов в блоки способом обандероливания. Производительность ее до 1500 блоков в час (размер блока $600 \times 400 \times 300$ мм, масса до 15 кг). Габаритные размеры машины $6280 \times 2850 \times 1750$ мм. Банки перемещаются на стол при помощи конвейера. Толкатели формируют их в блок на столе и перемещают к завесе из пленки, сваренной из двух полотен верхнего и нижнего рулонов. Блок движется на пленку, сматывает ее с рулонов на себя и останавливается. Механизм сварки делает два шва сзади блока. Один шов завершает обертку блока, второй соединяет верхнее и нижнее полотна, снова образующие завесу. Цикл повторяется, обернутый блок конвейером подается в тепловой тоннель, а далее — под охлаждающий вентилятор. Обслуживают машину два рабочих. Блоки можно формировать из стеклянных банок вместимостью 0,5 л по 8 (2×4) и 12 (3×4) шт.; 0,8 л по 8 (2×4), 10 (2×5) и 12 (3×4) шт. и 1 л по 8 (2×4) и 10 (2×5) шт. Применяются такие машины в Каунасском фруктохранилище Литовского потребсоюза, на Марнеульском консервном заводе Грузинского потребсоюза, Уманском консервном заводе Черкасского облпотребсоюза, а машина Filusap — СД-1 — в Майкопском производственном объединении продтоваров Росглавкоопрома.

При скреплении штучных грузов в пакет (на поддоне или без него) термоусадочной полимерной пленкой он обертывается ею в виде полурукава, рукава или полотна, обрабатывается потоком горячего воздуха, затем охлаждается.

Полное обертывание позволяет создавать пакет без поддонов, а обандероливание — только пакет с поддоном.

Для скрепления грузов на поддоне применяются линии ПАЛ-4 производительностью 20 шт./ч, ЛУ-1 — 30 шт./ч, «Викинг» (Швеция) и «Тунгсрам» (ВНР) — 40 шт./ч и др.

Автоматическая линия «Викинг» предназначена для групповой упаковки стеклянных банок и бутылок, укладки блоков на поддон размером в плане 1200×800 мм и скрепления пакета термоусадочной пленкой способом полного обертывания. Размеры групповой единицы в плане 800×400 мм. Толщина пленки, имеющей усадку в продольном и поперечном направлениях, — 0,08 мм, ширина 900 мм. Две линии «Викинг» производительностью 21 000 банок в час работают на Солнечногорском стеклотарном заводе.

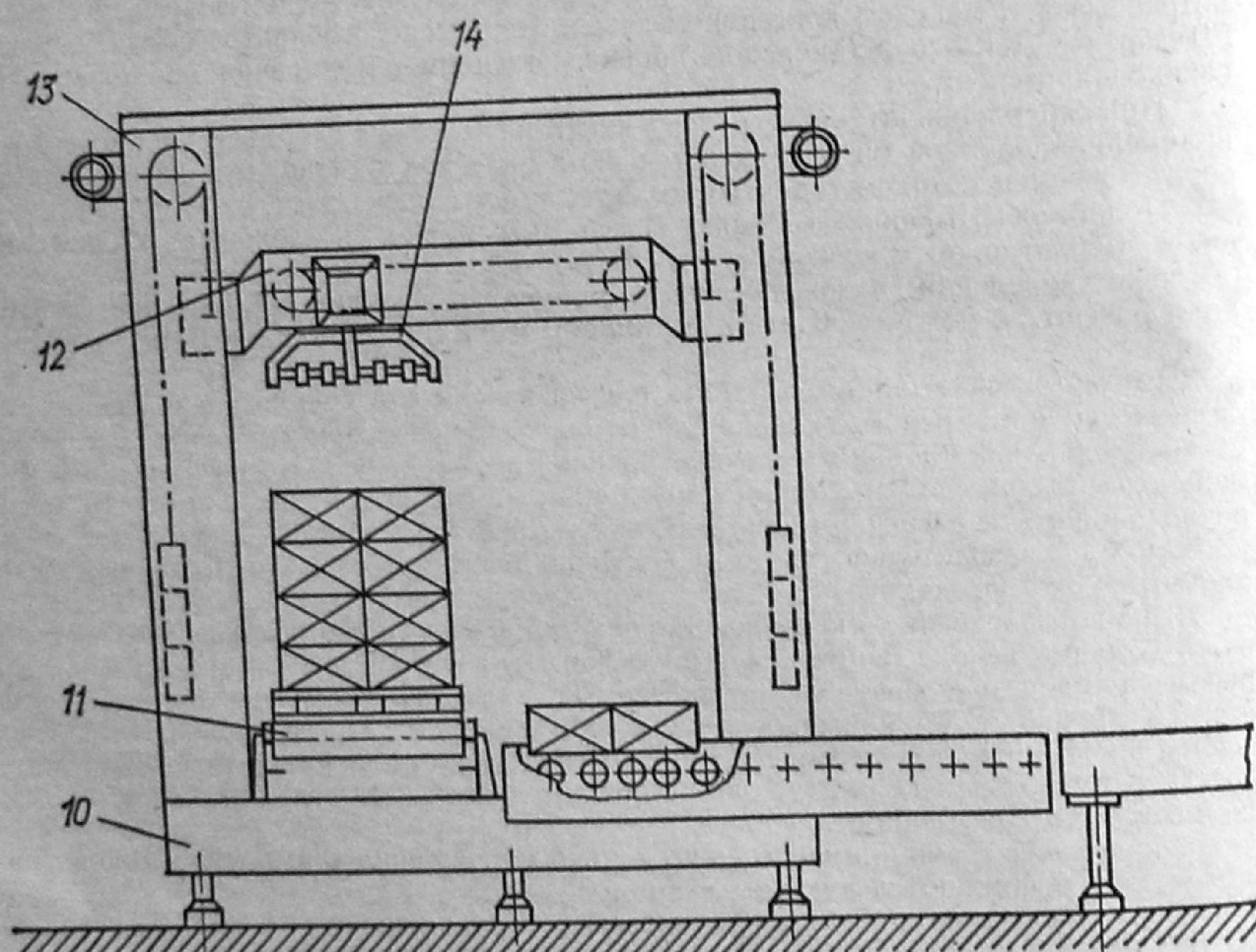
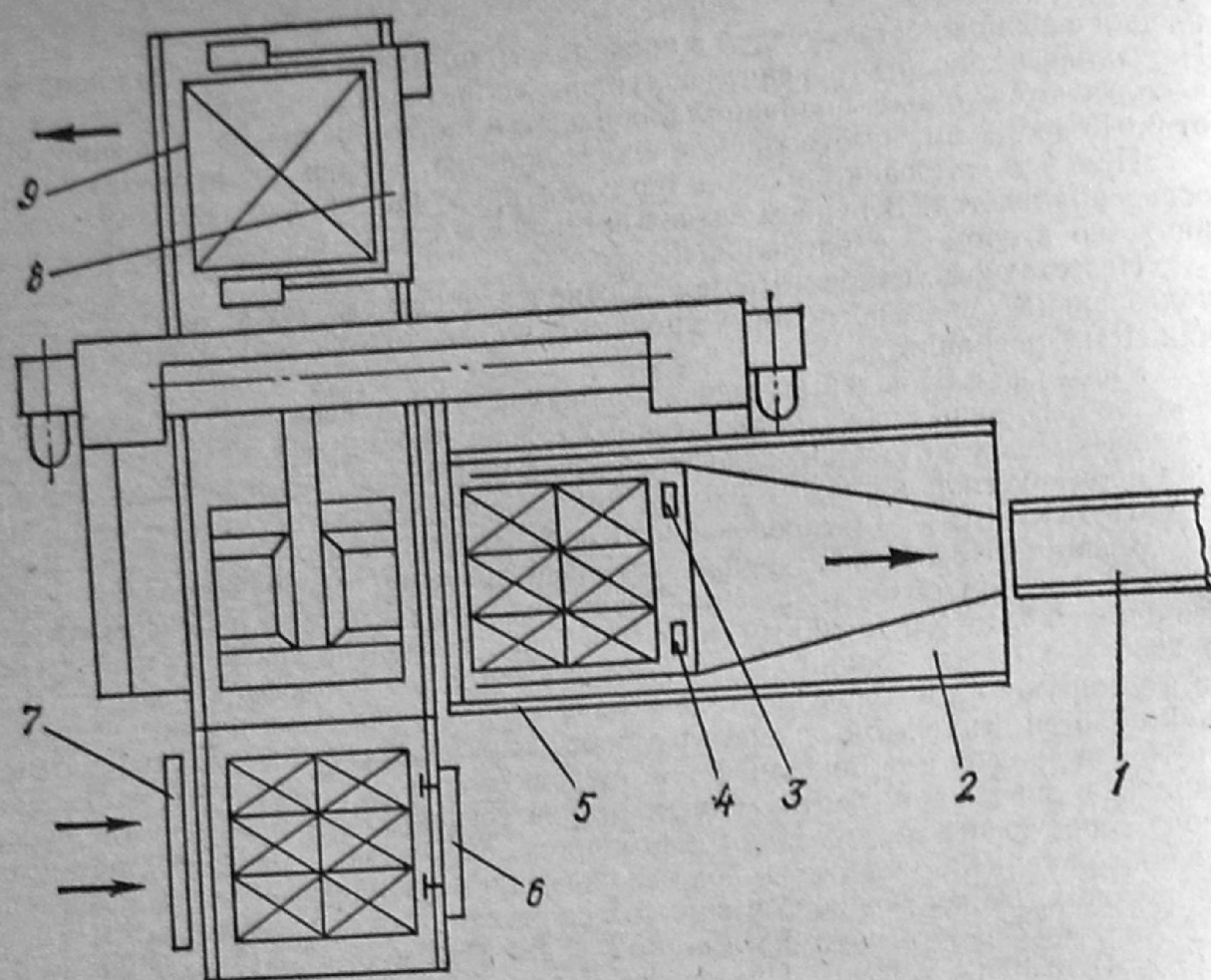
Широкое внедрение в производство пакетирования ящиков на поддонах потребовало создания оборудования для выполнения этих операций. На предприятиях отрасли применяется оборудование как малой, так и высокой производительности: пакеторазборщики и пакетосборщики конструкции СК «ХРАНмаш» (НРБ), типа «Monarch» HE-161 (162) фирмы «Enzinger» (ФРГ), пакетосборщик и пакеторазборщик УР-11 фирмы «Kettner» (ФРГ), пакетосборщик типа С2000 и пакетосборщик С4000 фирмы «Mera 1» (Франция).

В настоящее время применяется несколько типов машин для сборки ящиков в пакеты, работающих по следующим схемам:

сборка ящиков в горизонтальные ряды и укладка их на поддоне сверху в несколько рядов;

сборка ящиков в стопки и последующая их установка на поддон;

сборка ящиков в горизонтальные ряды и укладка их один на другой в несколько рядов и последующая установка пакета на поддон.



27. Схема пакеторазборщика конструкции СК «ХРАНмаш»:

1 — ролик отвода ящиков; 2 — ролик порядного расформирования слоя ящиков; 3, 4, 7 — упоры; 5 — ролик приема слоя ящиков; 6 — ограничитель; 8 — магазин поддонов; 9 — ролик отвода пустых поддонов; 10 — рама; 11 — ролик подвода пакетов; 12 — балка; 13 — колонна; 14 — захватная головка

В зависимости от степени механизации различают полумеханизированные, механизированные и автоматизированные пакетосборщики и пакеторазборщики. В полумеханизированных машинах обычно сборка или разборка пакетов осуществляется вручную, а подача пакетов, подъем на нужную высоту, подача и отвод пустых поддонов, а также сборка их в стопку механизированы.

Полумеханизированные машины применяют на линиях розлива небольшой производительности, а автоматизированные — на высокопроизводительных линиях. Эти машины работают по принципу укладки (разборки) ящиков на поддон чаще всего горизонтальными слоями сверху, реже — снизу.

Конструкции и принципы работы машин, наиболее часто встречающихся на предприятиях пиво-безалкогольной промышленности:

Пакеторазборщик и пакетосборщик конструкции СК «ХРАНмаш» (Болгария) предназначены в основном для предприятий по розливу минеральных вод и безалкогольных напитков.

Техническая характеристика машин конструкции СК «ХРАНмаш»

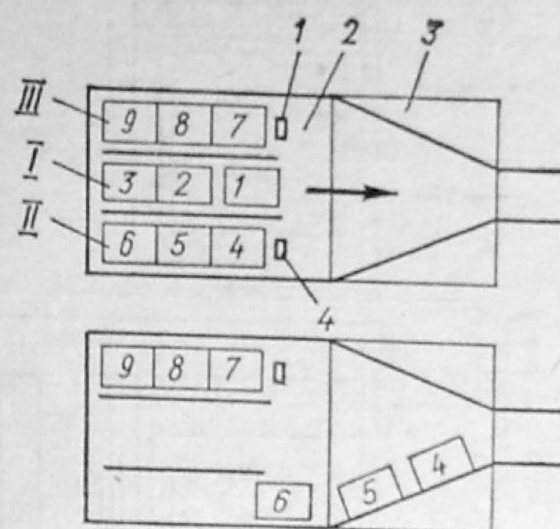
Производительность, ящиков в час:		
номинальная	1900	1900
эффективная	1500	1500
Габаритные размеры, мм:		
длина	1870	1870
ширина	3460	3460
высота	3025	3025
Масса, кг	3500	3800
Установленная мощность, кВт, не более		
	8	8
Размеры, мм:		
поддона	1300 × 1100	1300 × 1100
ящиков	500 × 460 × 370	500 × 460 × 370
Число слоев ящиков на поддоне	4	4
Обслуживающий персонал, чел.	1	1

Пакеторазборщик (рис. 27) производит послойную разборку пластмассовых ящиков, заполненных пустыми бутылками. Привод машины комбинированный электропневматический.

Пакеторазборщик состоит из рамы 10, на которой установлены основные узлы и механизмы машины. П-образная колонна 13 предназначена для перемещения по ней балки 12 вместе с захватной головкой 14 в вертикальном направлении вверх и вниз. Горизонтальное перемещение захватная головка совершает по балке 12. В нижней части рамы расположены рольганг подвода пакетов 11, рольганг отвода пустых поддонов 9, магазин поддонов 8, рольганг отвода ящиков с бутылками 1, рольганг порядного расформирования слоя ящиков 2, упоры 3 и 4 и рольганг приема слоя ящиков 5.

Посредством электропогрузчика пакеты с пластмассовыми ящиками, наполненными пустыми бутылками, подаются к рольгангу 11. Правильная укладка поддонов на рольганге достигается ограничителем 6. Для предохранения рольганга от механического смещения электропогрузчиком предусмотрен упор 7. Рольганги 9 и 11 подводят пакет в рабочую зону, где фотоэлемент центрирует его под захватную головку. При помощи крюков и штанг захватная головка снимает слой ящиков и укладывает его на рольганг приемного стола. Приемный стол производит выдачу ящиков поштучно.

На рис. 28 показана схема выдачи ящиков: второй и третий ряды ящиков удерживаются упорами 1 и 4, а первый ряд отводится с рольганга 2. При этом за счет



28. Схема выдачи ящиков из пакеторазборщика СК «ХРАНмаш» (НРБ):

1, 4 — упоры; 2 — рольганг расформирования слоя ящиков; 3 — рольганг отвода ящиков