

29. Пакетосборщик конструкции СК «ХРАНмаш» (НРБ):

1 — формирующий стол; 2 — ролик подачи ящиков; 3 — конвейер; 4 — ролик формирования ряда; 5 — шибер; 6 — магазин поддонов; 7 — ролик подвода пустых поддонов; 8 — рама; 9 — ролик отвода пакетов; 10 — балка; 11 — захватная головка; 12 — колонна

разности скоростей вращения роликов рольгангов 2 и 3 между ящиками образуется интервал. После того как ящик № 3 выведен из рольганга 2, отводится упор 4 и с этого рольганга выводится второй ряд ящиков. Затем отводится упор 1 и происходит выдача ящиков из третьего ряда.

Далее ящики посредством рольгангов подаются в машину для выемки пустых бутылок из них. Цикл повторяется до полного расформирования пакета. Пустой поддон отводится и штабелируется в магазине для поддонов. Из магазина пустые поддоны отводятся электрокаром.

Для послойной укладки на поддон пластмассовых ящиков, заполненных бутылками, служат пакетосборщики. Машина имеет комбинированный электропневматический привод. Подсчет ящиков и рядов осуществляется посредством электронного блока.

Пакетосборщик конструкции СК «ХРАМаш» (рис. 29) состоит из рамы, на которой установлены основные узлы и механизмы машины, П-образной колонны, балки, захватной головки, рольганга отвода пакетов, рольганга подвода пустых поддонов, магазина поддонов, рольганга подачи ящиков с бутылками, входящего ленточного транспортера, рольганга формирования рядов, шибера и формирующего слой стола.

Наполненные бутылками ящики подаются рольгангом 2 на входящий ленточный транспортер 3, где происходит отсчитывание ящиков. Определенное количество их поступает на рольганг формирования рядов 4. Шибер 5 сталкивает ряды ящиков на формирующий стол 1. Захватная головка при помощи крюков и штанг захватывает сформированный слой ящиков и, перемещаясь вместе с балкой 10 вертикально вверх и вниз к колонне 12, а по балке 10 — в горизонтальном направлении, укладывает слой на пустой поддон, который ранее поступил из магазина поддонов 6. Затем цикл повторяется.

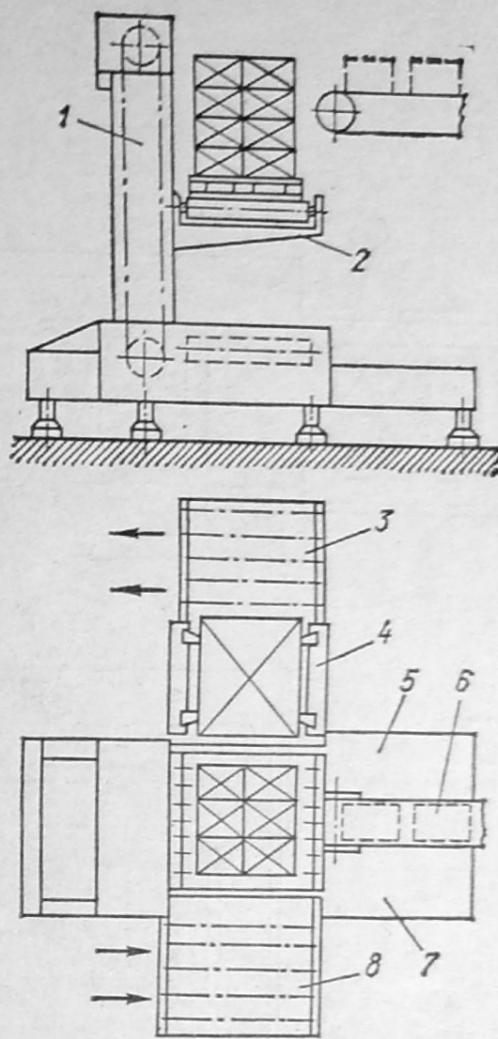
После укладывания последнего слоя на поддон и отвода захватной головки в верхнее положение пакет рольгангом 9 отводится и снимается электропогрузчиком. Одновременно подается пустой поддон на загрузку.

**Полумеханизированный пакеторазборщик типа «Monarch» HE-161 (162) фирмы «Enzinger» (ФРГ)** служит для разборки ящиков слоями сверху (рис. 30).

Пакет ящиков на поддоне подается на вильчатый рольганг-подъемник 2. В зоне разборки ящиков он перемещается вверх вилами таким образом, что верхний горизонтальный слой ящиков устанавливается на уровне отводящего ящики транспортера 6. В этом положении рабочий вручную перекидывает ящики из пакета на транспортер, после чего пакет вновь поднимается на высоту одного ящика. После разборки ящиков вильчатый рольганг-подъемник опускается и порожний поддон отводится в магазин поддонов 4.

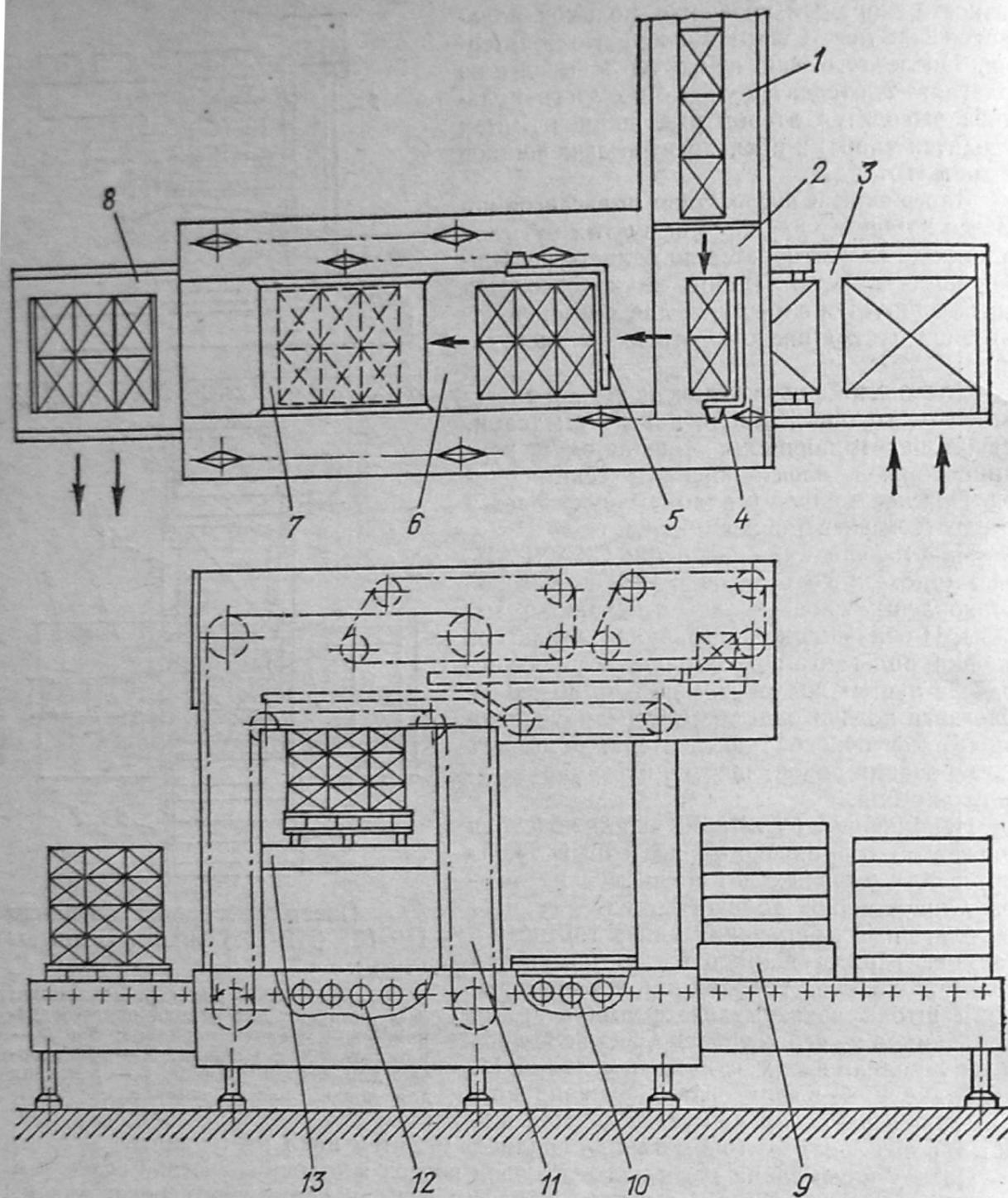
Производительность установки типа HE-161 750—1300 ящиков в час, обслуживает ее один рабочий. Установку HE-162 обслуживают два рабочих; производительность ее 1300—2200 ящиков в час. Установка HE-162 имеет небольшие габаритные размеры и массу.

**Пакетосборщик типа «Monarch» UB200-206 («Enzinger», ФРГ)** производит послойное укладывание ящиков с бутылками на поддон сверху (рис. 31).



30. Пакеторазборщик «Monarch» HE-161 (HE-162) фирмы «Enzinger» (ФРГ):

1 — каркас; 2 — рольганг-подъемник; 3 — рольганг для отвода пакет-поддонов; 4 — магазин поддонов; 5 и 7 — площадки для рабочих; 6 — транспортер для отвода ящиков; 8 — рольганг для подачи пакета ящиков



31. Пакетосборщик «Moparch» УВ200-206 фирмы «Enzinger» (ФРГ):

1 — рольганг подачи ящиков; 2 — рольганг формирования ряда ящиков; 3 — рольганг подачи пакет-поддонов; 4 — рольганг формирования слоя ящиков; 5 — рычаг перемещения сформированного слоя ящиков; 6 — неподвижный стол-накопитель; 7 — подвижный лист-накопитель; 8, 12 — рольганги подачи пакетов; 9 — магазин поддонов; 10 — рольганг подачи поддона на каретку; 11 — каркас; 13 — каретка

Пакетосборщик комплектуется рольгангом подачи пакетов-поддонов 3, магазином поддонов 9, рольгангом подачи поддона на каретку 10 и рольгангами выдачи пакетов 12 и 8. Все движущиеся части приводятся мотором-редуктором и системой цепных передач.

Два ящика с готовой продукцией рольгангом 1 подаются на рольганг формирования ряда 2, затем рычагом 4 сдвигаются на неподвижный накопительный лист 6. Сформированный слой из шести ящиков перемещается посредством рычага 5 на подвижный лист-накопитель 7. Поддон находится на каретке в верхнем положении под листом накопителем 7, который уводится из-под слоя ящиков и последние опускаются на поддон (или на ранее уложенный на поддон слой ящиков). Каретка

13 с поддоном автоматически опускается вниз на шаг, равный высоте ящика, а лист-накопитель 7 возвращается в первоначальное положение, и цикл повторяется.

После укладки на поддон четырех слоев ящиков каретка 13 опускается в крайнее нижнее положение, включается рольганг 12 и пакет выдается на приемный рольганг 8, с которого его забирает электропогрузчик. На каретку 13 подается новый поддон, и процесс формирования пакета ящиков повторяется.

## Глава V

### ПЕРЕГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА ЛИНИЙ ФАСОВКИ

#### 5.1. ПЕРЕГРУЖАТЕЛИ ГРАВИТАЦИОННОГО ТИПА

##### Гладкие спуски

В пищевой промышленности применяют два вида перегружателей гравитационного типа: прямолинейные и спиральные (винтовые) гладкие спуски. В прямолинейных спусках груз перемещается по прямой линии, в спиральных — по криволинейным траекториям. Для тарно-штучных грузов применяют преимущественно спуски прямоугольной формы с бортами (рис. 32).

Рабочие поверхности гладких спусков в основном выполнены из металла (стальные листы, угловая сталь), в отдельных случаях материалом может служить текстолит и дерево.

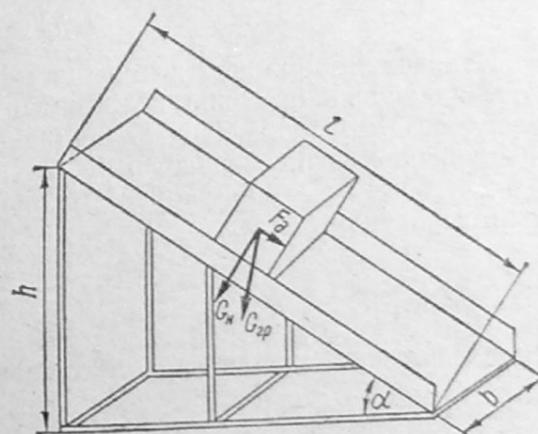
С помощью гладких прямолинейных спусков перегружают грузы в различной таре: деревянных, пластмассовых, картонных, металлических ящиках, поддонах, контейнерах, мешках и проч. Эти устройства также применяют для перегрузки сыпучих грузов (зерно, конфеты и др.).

Прямолинейный гладкий спуск может выполнять функции перегрузочного устройства в различных транспортно-технологических системах, осуществляя передачу груза с одного механизма на другой, рабочий орган которого расположен на более низкой отметке. Одновременно с перегрузкой прямолинейный спуск может выполнять операции по накоплению грузов и их выдаче в соответствии с заданным алгоритмом.

Конечная скорость, которую груз имеет при выходе с гравитационного устройства, всегда ограничена рядом факторов — прочностью тары и груза, геометрическими параметрами груза, условиями перегрузки и т. д., что ограничивает угол наклона  $\alpha$  прямолинейного спуска, который не превышает  $20\text{--}30^\circ$ . При таком угле наклона и значительной высоте перепада высот перегрузки (например, при спуске грузов с верхнего этажа на нижний) прямолинейное устройство имеет большую длину и занимает значительную площадь. В этих случаях целесообразно применение спусков спирального типа.

Преимущества спиральных спусков по сравнению с прямолинейными следующие: они занимают меньшую площадь, могут иметь значительный угол наклона, обеспечивают подачу и выдачу грузов в различных направлениях. К недостаткам такого типа спусков относятся: интенсивное истирание рабочей поверхности спуска, возможность заклинивания грузов, трудность визуального контроля процесса перегрузки.

Спиральные спуски большей частью применяют для перегрузки мелких штучных грузов и грузов в мягкой таре (мешки, картонные ящики). Эти перегружатели



32. Схема гладкого прямолинейного спуска

### 57. Коэффициенты трения различных грузов

Наименование	По стали		По дереву вдоль волокон		По резине		По стальным роликам
	покоя $f_{\text{п}}$	скольжения $f_{\text{с}}$	покоя $f_{\text{п}}$	скольжения $f_{\text{с}}$	покоя $f_{\text{п}}$	скольжения $f_{\text{с}}$	качения $f_{\text{к}}$
Металлические изделия, металлическая тара	0,25...0,35	0,2...0,3	0,55...0,65	0,5...0,6	0,6...0,7	0,45...0,65	0,004...0,005
Пиломатериалы, ящики деревянные	0,5...0,7	0,4...0,5	0,4...0,6	0,25...0,45	0,6...0,7	0,5...0,65	0,05...0,08
Мешки	0,55...0,65	0,4...0,55	0,6...0,8	0,3...0,5	0,65...0,75	0,6...0,7	0,1...0,2
Бетонные изделия	0,5...0,6	0,4...0,5	0,5...0,6	0,4...0,5	—	—	0,06...0,08

можно встраивать в транспортные линии или между другими транспортирующими механизмами как непрерывного действия, так и дискретными. Загрузка спиральных спусков может быть автоматизирована.

*Перемещение штучных грузов по гладким спускам.* Для начала движения по наклонной плоскости штучному грузу необходимо преодолеть сопротивление перемещению

$$F_{\text{с}} = G_{\text{гр}} f_{\text{п}} \cos \alpha, \quad (30)$$

где  $G_{\text{гр}}$  — вес груза;  $\alpha$  — угол наклона плоскости;  $f_{\text{п}}$  — коэффициент трения покоя. Движущей силой является составляющая весовой нагрузки (см. рис. 32)

$$F_{\text{д}} = G_{\text{гр}} \sin \alpha. \quad (31)$$

Таким образом, при использовании гравитационных устройств необходимо соблюдать условие

$$\sin \alpha > \cos \alpha f_{\text{п}}. \quad (32)$$

Конечная скорость груза на наклонном спуске определяется по формуле

$$v_{\text{к}} = \sqrt{2g(h - l_{\text{с}} f_{\text{с}}) + v_{\text{н}}^2}, \quad (33)$$

где  $h$  — высота подъема наклонной плоскости, м;  $l_{\text{с}}$  — длина горизонтальной проекции спуска, м;  $f_{\text{с}}$  — коэффициент трения скольжения;  $v_{\text{н}}$  — начальная скорость движения груза, м/с.

Значения коэффициентов трения  $f_{\text{с}}$  и  $f_{\text{п}}$  приведены в табл. 57.

Гладкие спуски часто оборудуют бортами, чтобы избежать падения груза в процессе его перемещения. Ширину спуска  $b_{\text{с}}$  определяют в зависимости от зазора  $b_{\text{з}}$  между грузом и бортом

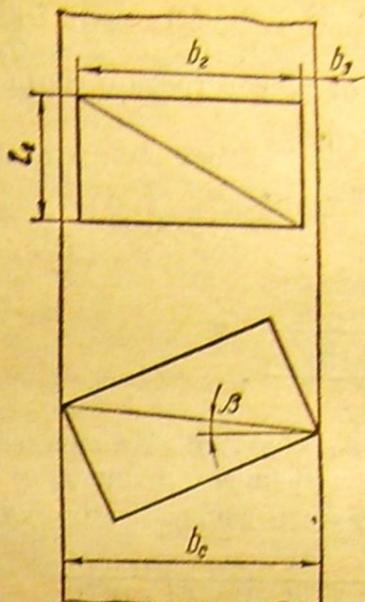
$$b_{\text{с}} = b_{\text{г}} + 2b_{\text{з}}. \quad (34)$$

Наличие зазоров дает возможность грузу развернуться и при неблагоприятных условиях спуска (высокий коэффициент кромочного трения о борта) заклинить между бортами. Положение заклинивания характеризуется углом  $\beta$  (рис. 33). Чтобы заклинивание не произошло, в процессе перемещения должно соблюдаться условие  $\text{tg } \beta > f_{\text{с}}$ , где  $f_{\text{с}}$  — коэффициент трения скольжения груза по плоскости. В соответствии с рисунком

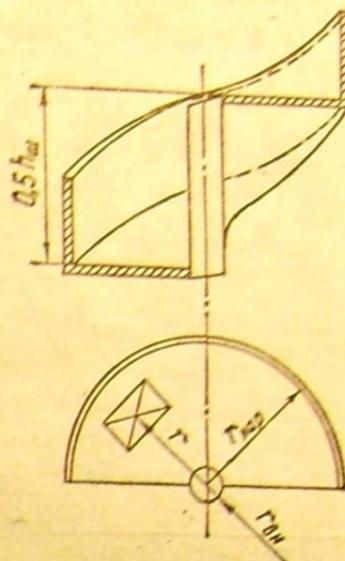
$$\cos \beta = \frac{b_{\text{г}} + 2b_{\text{з}}}{\sqrt{b_{\text{г}}^2 + l_{\text{г}}^2}}. \quad (35)$$

Из условия заклинивания и с учетом зависимости (35) находим зазор

$$b_{\text{з}} = \frac{1}{2} \left( \frac{\sqrt{b_{\text{г}}^2 + l_{\text{г}}^2}}{\sqrt{1 + f_{\text{с}}^2}} - b_{\text{г}} \right). \quad (36)$$



33. Схема заклинивания груза в спуске с бортами



34. Расчетная схема спирального (винтового) спуска

Если перегружаются грузы различных габаритных размеров, то при расчете  $b_3$  следует принимать наибольшее значение  $l_1$  и  $b_2$ . Полученную величину  $b_3$  необходимо сравнить с суммарной величиной отклонений  $\delta$  геометрических параметров лотка и груза (тары) от номинальных значений. При этом должно выполняться условие  $b_3 \geq \Sigma \delta$ .

При перемещении по гладким спускам грузов, высота которых превышает длину и ширину основания, возможно опрокидывание груза. В этом случае необходимо соблюдать условия устойчивости груза:

$$h_T \leq k_3 l_T / f_c \quad (37)$$

где  $h_T$  — расстояние от опорной плоскости до центра тяжести груза;  $k_3$  — коэффициент запаса с учетом разброса.

Важнейшими конструктивными параметрами спиральных (винтовых) спусков являются шаг  $h_{ш}$ , наружный  $r_{нар}$  и внутренний  $r_{вн}$  радиусы (рис. 34). Наружный радиус определяют по формуле

$$r_{нар} = r_{вн} + b_r + 2b_3, \quad (38)$$

где  $r_{вн}$  — внутренний диаметр, принимаемый по конструктивным соображениям;  $b_r$  — ширина груза;  $b_3$  — зазор между грузом и бортами, определяемый по формуле (36).

Угол наклона спирального спуска не является величиной постоянной, как в прямолинейных спусках, а зависит от радиуса  $r$

$$\operatorname{tg} \alpha = h_{ш} / (2\pi r), \quad (39)$$

где  $r$  — фактический радиус;  $r_{нар} \geq r \geq r_{вн}$ ;  $h_{ш}$  — шаг спиральной линии.

Для обеспечения гравитационного перемещения грузов на винтовом спуске должно соблюдаться условие.

$$\operatorname{tg} \alpha = h_{ш} / (2\pi r) \geq f_c, \quad (40)$$

где  $f_c$  — коэффициент трения скольжения груза о поверхность спуска.

На груз, находящийся на спиральном спуске, кроме гравитационной силы, действует центробежная. Под действием этой силы он смещается к бортам и вступает с ними в контакт. При этом резко возрастает сопротивление передвижению и снижается скорость груза. С уменьшением скорости снижается центробежная сила, груз смещается к центру и скорость его возрастает. В известных пределах скорость груза на спиральном спуске саморегулируется, что позволяет в практических расчетах считать ее постоянной.

На груз на спиральном гладком спуске действуют: сила тяжести (гравитационная)  $F_g = G_r \sin \alpha$ ; сила трения груза о рабочую поверхность  $F_{\Gamma} = G_r \cdot \cos \alpha f_c$ , где  $f_c$  — коэффициент трения скольжения; сила от трения груза о борта

$$F_{\sigma} = f_{кр} G_r v^2 / (gr), \quad (41)$$

где  $f_{кр}$  — коэффициент кромочного трения (см. рис. 34).

Поскольку при равномерном движении

$$F_g = F_{\Gamma} + F_{\sigma},$$

скорость груза

$$v = \sqrt{\frac{(\sin \alpha - f_c \cos \alpha) gr}{f_{кр}}}. \quad (42)$$

*Пример.* Определить скорость спуска мешков с продукцией в таре, если радиус  $r = 0,75$  м, угол наклона  $\alpha = 24^\circ$ . Принимаем коэффициент трения  $f_c = 0,3 = f_{кр}$ . Находим  $\sin 24^\circ = 0,4$ ;  $\cos 24^\circ = 0,91$ . Подставляя эти данные в формулу (42), получаем

$$v = \sqrt{\frac{(\sin \alpha - f_c \cos \alpha) gr}{f_{кр}}} = \sqrt{\frac{(0,4 - 0,3 \cdot 0,91) 9,81 \cdot 0,75}{0,3}} = 1,8 \text{ м/с.}$$

*Расчет гладких спусков.* Порядок расчета гладких спусков покажем на примере наиболее сложного спирального (винтового) спуска. К исходным данным для расчета относятся: масса  $m_r$  и геометрические параметры (длина  $l_r$ , ширина  $b_r$ , высота  $h_r$ ) груза, перепад высот перегрузки  $h_c$  (высота спуска), допустимое время движения груза по спуску  $t$ .

Исходя из материала груза (тары), выбирают материал рабочей поверхности спуска (сталь, дерево, пластмасса) и по табл. 57 определяют коэффициент трения покоя  $f_{\Pi}$  и скольжения  $f_c$  для данной пары трения. По конструктивным данным выбирают центральную колонну (обычно трубу) с радиусом  $r_{вн}$ . Зазор между бортами и грузом находят по выражению (36). По формуле (38) определяют наружный радиус спуска  $r_{нар}$ . Из условия зависимости (40) находят угол наклона спирального спуска  $\alpha$ . Принимают фактический радиус  $r$  и по зависимости (39) определяют шаг спуска  $h_{ш}$ . Число витков спуска  $A_B = h_c / h_{ш}$ . Коэффициент кромочного трения находят из выражения  $f_{к} = k f_c$ , где  $k = 1,5 \dots 2,5$ .

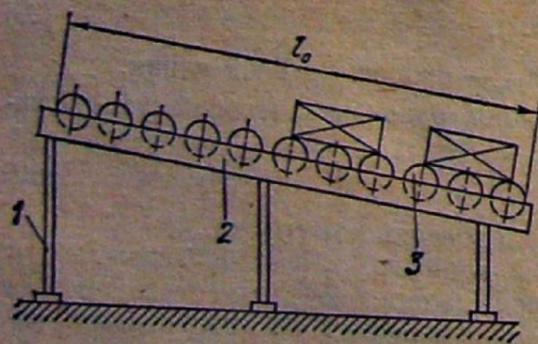
Скорость груза  $v$  на спиральном спуске определяют из выражения (42). Длина спуска  $l_c = 2\pi r A_B$ . Фактическое время перемещения груза должно удовлетворять условию  $t > t_{ср}$ .

### Роликовые спуски

Наряду с гладкими спусками широкое применение получили спуски, рабочая поверхность которых образована роликами. Перемещение грузов на таких устройствах происходит под действием составляющей веса груза. Роликовые спуски используются на различных технологических операциях в пищевой, легкой и других от-

раслях промышленности. С их помощью перегружаются разнообразные штучные грузы в различной таре: деревянной, металлической, пластмассовой, картонной. В пиво-безалкогольной промышленности роликовые спуски используют для перегрузки полиэтиленовых ящиков с готовой жидкой продукцией, уложенных на деревянные поддоны.

В зависимости от технологических особенностей перегрузочных процессов применяют прямолинейные (рис. 35), криволинейные (рис. 36) и спиральные роликовые спуски. Для изменения направления движения грузов используют спуски с криволинейными секциями, рассчитанными на различные углы пово-



35. Схема прямолинейного роликового спуска:

1 — стойка; 2 — рама; 3 — ролик

рота. Для создания проходов и проездов применяют спуски с откидными секциями. При необходимости используют легкие передвижные роликовые спуски. Нашли применение спуски, позволяющие менять угол наклона в зависимости от вида перегружаемых грузов.

Основными достоинствами роликовых спусков являются: простота конструкции и обслуживания, небольшая стоимость, надежность в эксплуатации. При выборе роликовых спусков в качестве перегрузочных устройств следует учитывать значительный разброс скорости для различных грузов и различных участков роликового спуска. Скоростные характеристики грузов зависят от ряда факторов — коэффициентов трения скольжения и качения грузов по роликам, коэффициентов трения в подшипниках роликов, шага подачи грузов на спуск.

*Перемещение грузов по роликовым спускам.* Сопротивление передвижению единичного груза по наклонному роликовому спуску (рис. 37) содержит три основные составляющие —  $F_1, F_2, F_3$ .

Сопротивление от трения в подшипниках роликов

$$F_1 = (G_{rp} + G_p m) \frac{f_n d_{ц}}{d_p}, \quad (43)$$

где  $G_p$  — масса вращающихся частей роликов, кг;  $m$  — число роликов, на которые опирается единичный груз;  $f_n$  — коэффициент трения покоя в подшипниках роликов;  $d_p$  — диаметр ролика, м;  $d_{ц}$  — диаметр цапфы ролика, м.

Сопротивление качению от трения груза по роликам

$$F_2 = 2G_g f_{кк} \cos \alpha / d_p, \quad (44)$$

где  $f_{кк}$  — коэффициент трения качения груза по роликам (см. табл. 57).

Учитывая, что обычно угол  $\alpha$  не превышает  $6-8^\circ$ , можно принять  $\cos \alpha = 1$ . Тогда выражение (44) примет вид

$$F_2 = 2G_g f_{кк} / d_p. \quad (45)$$

Сопротивление перемещению от скольжения груза по роликам

$$F_3 = G_g f_c \cos \alpha, \quad (46)$$

где  $f_c$  — коэффициент трения скольжения груза по роликам.

Приняв  $\cos \alpha = 1$ , получим выражение (46) в виде

$$F_3 = G_g f_c. \quad (47)$$

Общее сопротивление передвижению единичного груза по роликовому спуску

$$F_c = F_1 + F_2 + F_3. \quad (48)$$

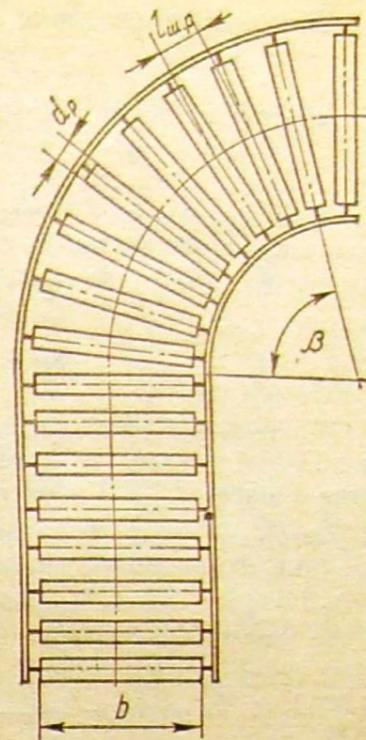
При точных расчетах необходимо учитывать сопротивление от силы инерции роликов. Для одного ролика сопротивление от силы инерции

$$F_{и.р} = \frac{4J}{d_p^2} \frac{dn_p}{dt}, \quad (49)$$

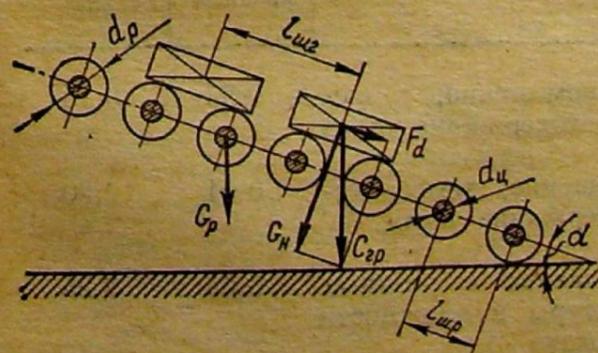
где  $J$  — момент инерции массы ролика;  $n_p$  — частота вращения ролика.

В соответствии с рис. 37 движущая сила, действующая на груз,

$$F_d = G_g \sin \alpha. \quad (50)$$



36. Схема криволинейного роликового спуска



37. Расчетная схема роликового спуска

Для начала движения необходимо выполнение условия

$$G_r \sin \alpha - F_c \geq 0. \quad (51)$$

Угол наклона роликового спуска определяют из выражения

$$\sin \alpha = F_c / G_r. \quad (52)$$

В случаях, когда грузы поступают на роликовый перегружатель один за другим без вазоров между ними, отсутствует скольжение грузов и  $F_c = F_1 + F_2$ . Тогда зависимость (52) примет вид

$$\sin \alpha = \left(1 - \frac{mG_p}{G_r}\right) \frac{f_n d_{ц}}{d_p} + \frac{2f_{кк}}{d_p}. \quad (53)$$

На практике наиболее распространен режим работы, при котором грузы поступают на перегружатель с временными интервалами и располагаются на роликовом полотне с шагом  $l_{ш.г}$ . В зависимости от величины  $l_{ш.г}$  и параметров роликов возможен их разгон до скорости груза  $v_p = v_r$  или до скорости  $v_p < v_r$ . После схода груза с ролика его скорость в момент набегания следующего груза может иметь значение  $v_p = 0$  или  $0 < v_p < v_r$ . В соответствии с зависимостью (53) при расположении грузов на роликовом спуске с шагом расчетный угол наклона

$$\sin \alpha = \frac{l_r}{l_{ш.г}} \left[ \left( \frac{1}{m} + \frac{G_p}{G_r} \right) \frac{f_n d_{ц}}{d_p} + \frac{2f_{кк}}{m d_p} + k f_c \right], \quad (54)$$

где  $l_r$  — длина груза по оси спуска;  $k = 0,1 \dots 0,3$  — коэффициент, зависящий от конструкции ролика и его скорости.

Число роликов, на которые одновременно опирается груз, определяется шагом  $l_{ш.р}$ . При выборе шага опорных роликов следует учитывать возможность дополнительного наклона груза в сторону движения, в результате чего груз может упереться в ролик и остановиться. Дополнительный наклон груза возникает при его переходе с ролика на ролик, если центр тяжести груза окажется впереди линии опоры груза на ролик.

Как правило, при проектировании перегружателей положение центра тяжести грузов точно не может быть определено. Если центр тяжести перегружаемых грузов совпадает с геометрическим центром или его отклонение от геометрического центра не превышает  $0,1l_r$  (длины груза), то шаг опорных роликов определяют из условия  $l_{ш.р} \leq l_r/2$ , обеспечивающего опору груза на два ролика. Если возможно более значительное отклонение центра тяжести от геометрического центра груза (тары), то груз должен опираться на три ролика, что соответствует условию  $l_{ш.р} \leq l_r/3$ .

#### 58. Значения коэффициентов трения скольжения в подшипниках роликов

Место эксплуатации конвейера	Характеристика места эксплуатации	Значение для подшипников	
		качения	скольжения
Склад штучных грузов, пищевой комбинат	Сухое отапливаемое помещение; температура $+5 \dots +50$ °С; содержание пыли не более $20 \text{ мг/м}^3$	0,33	0,15
Закрытый склад	Неотапливаемое помещение, температура $-5 \dots +50$ °С; содержание пыли более $20 \text{ мг/м}^3$	0,04	0,20
Открытый склад, платформа или погрузочная площадка	Неотапливаемое помещение с резкими колебаниями температуры и влажности воздуха; открытый воздух	0,06	0,25

59. Техническая характеристика цилиндрических роликов

$l_p$ , мм	$d_p$ , мм		$d_{ц}$ , мм	Статическая нагрузка на ролик, Н	$m$ , кг	$l_p$ , мм	$d_p$ , мм		$d_{ц}$ , мм	Статическая нагрузка на ролик, Н	$m$ , кг
	обработанного	необработанного					обработанного	необработанного			
160	40	42	10	1000	1,1	650	73	76	15	4000	7,5
200	40	42	10	1000	1,3	800	73	76	15	4000	9,0
250	40	42	10	1000	1,5	1000	73	76	15	3000	11,0
320	40	42	10	1000	1,8	250	105	108	22	10 000	8,0
400	40	42	10	1000	2,2	320	105	108	22	10 000	10,2
500	40	42	10	800	2,7	400	105	108	22	10 000	13,2
650	40	42	10	600	3,5	500	105	108	22	10 000	14,2
200	57	60	12	3000	2,1	650	105	108	22	10 000	18,0
250	57	60	12	3000	2,4	800	105	108	22	10 000	21,0
320	57	60	12	2000	2,8	1000	105	108	22	80 000	25,0
400	57	60	12	2000	3,2	1200	105	108	22	80 000	30,0
500	57	60	12	1600	4,3	320	150	159	42	20 000	19,2
650	57	60	12	1000	4,8	400	150	159	42	20 000	22,0
800	57	60	12	1000	5,3	500	150	159	42	20 000	25,0
200	73	76	15	5000	3,2	650	150	159	42	20 000	30,0
250	73	76	15	5000	3,7	800	150	159	42	20 000	34,0
320	73	76	15	5000	4,5	1000	150	159	42	20 000	40,0
400	73	76	15	5000	5,2	1200	150	159	42	16 000	46,0
500	73	76	15	5000	6,0						

Конечная формула для определения скорости груза на наклонном прямолинейном спуске роликового типа

$$v_k = \sqrt{2gl_c \left[ \sin \alpha - \left( 1 - \frac{mG_p}{gG_r} \right) \frac{f_c d_{ц} + 2f_{кк}}{d_p} \cos \alpha \right] + v_H^2}, \quad (55)$$

где  $l_c$  — длина спуска;  $f_c$  — коэффициент трения скольжения в подшипниках роликов (табл. 58).

*Расчет роликовых спусков.* Предварительно анализируют параметры перемещаемых грузов с целью определения параметров, по которому целесообразно вести расчет. Например, при перемещении двух типов грузов — с габаритными размерами  $800 \times 800 \times 400$  мм, массой 100 кг и размерами  $600 \times 600 \times 400$  мм, массой 150 кг — расчет ведут применительно к грузу с габаритными размерами  $800 \times 800 \times 400$  мм. Расчетную массу груза определяют из выражения

$$m_p = \frac{s_1 m_2}{s_2} = \frac{0,64 \cdot 150}{0,36} = 266 \text{ кг},$$

где  $s_1$  и  $s_2$  — площади оснований соответственно первого и второго типов грузов;  $m_2$  — масса второго типа груза.

Затем определяют расчетный шаг грузов на полотне спуска. Исходя из параметров расчетного груза, по табл. 59 определяют параметры опорных роликов:  $l_p$ ,  $d_p$ ,  $d_{ц}$ .

По формулам (49), (50), (52) и (54) находят сопротивления перемещениям  $F_1 F_2 F_3$  и  $F_c$ . При точных расчетах по выражению (50) определяют сопротивление от силы инерции ролика  $F_{и.р}$ . Коэффициенты трения качения  $f_{к.к}$  и скольжения  $f_c$  грузов по роликам принимают по табл. 57. Коэффициент трения покоя в подшипниках цапф роликов в случае применения подшипников качения  $f_H = 0,05 \dots 0,06$ .

При безынтервальной подаче грузов на перегрузочное устройство угол наклона спуска  $\alpha$  находим из зависимости (50). При расположении грузов на спуске с шагом  $l_{ш.г}$  угол наклона  $\alpha$  определяют по зависимости (54), а в случае отсутствия достаточных данных о характере грузов и коэффициентах трения — по табл. 60.

60. Угол наклона роликового спуска

Наименование груза	Масса единицы груза, кг	Угол, град	
Контейнеры (тара) из листового металла	30	2...3	
	30...150	2...2,5	
	150...500	1,5...2	
	500...1000	1...1,5	
Тара, поддоны из строганных досок	25	2...2,5	
	25...150	1,5...2	
	150...600	1...1,5	
Листовая сталь:			
	рихтованная	30	1...1,5
	верихтованная	30	2...3
	рифленная	30	2
Картонные коробки	3	6...7	
	3...8	5...6	
	8...25	4...5	
Стальные бочки	50	3	
	50...200	2	
Мешки с сыпучим материалом	40...90	10	
Пластмассовая тара	30	1,5...2	

61. Прямолинейные секции роликовых спусков

$r$ , мм	$d_p$ , мм		$l$ , мм	Статическая нагрузка на 1 м длины, Н	Масса 1 м длины секции, кг	$l_p$ , мм	$d_p$ , мм		$l$ , мм	Статическая нагрузка на 1 м длины, Н	Масса 1 м длины секции, кг
	отработанного	неотработанного					отработанного	неотработанного			
60	40	42	50	1000	20	250	57	60	80	2500	60
60	40	42	80	1000	15	250	57	60	160	2500	45
60	57	60	80	2500	50	320	42	42	50	1000	45
60	57	60	160	2500	35	320	42	42	50	1000	40
100	40	42	50	1000	25	320	57	60	80	2500	70
100	40	42	80	1000	20	320	57	60	160	2500	50
100	57	60	80	2500	55	400	40	42	50	1000	55
100	57	60	160	2500	40	400	40	42	80	1000	40
160	40	42	50	1000	30	400	57	60	80	2500	75
160	40	42	80	1000	25	400	57	60	160	2500	55
160	57	60	80	2500	55	500	40	42	50	1000	65
160	57	60	160	2500	40	500	40	42	80	1000	45
200	40	42	50	1000	35	500	57	60	80	2500	80
200	40	42	80	1000	30	500	57	60	160	2500	60
200	57	60	80	2500	60	650	40	42	50	1000	75
200	57	60	160	2500	45	650	40	42	80	1000	55
250	40	42	50	1000	40	650	57	60	80	2500	90
250	40	42	80	1000	30	650	57	60	160	2500	70

Длина роликового спуска  $l_c = h_c \sin \alpha$ , где  $h_c$  — перепад высот между точками загрузки и разгрузки гравитационного перегружателя, из табл. 61 и 62 находят параметры прямолинейных и криволинейных секций.

По выражению (55) определяют конечную скорость груза  $u_k$ . Если  $u_k > u_{доп}$  ( $u_{доп}$  — максимально допустимая для данного типа грузов скорость), то путем подстановки в формулу (55) значения  $u_{доп}$  находят величину  $l_c$ , характери-

## 62. Криволинейные секции роликовых спусков

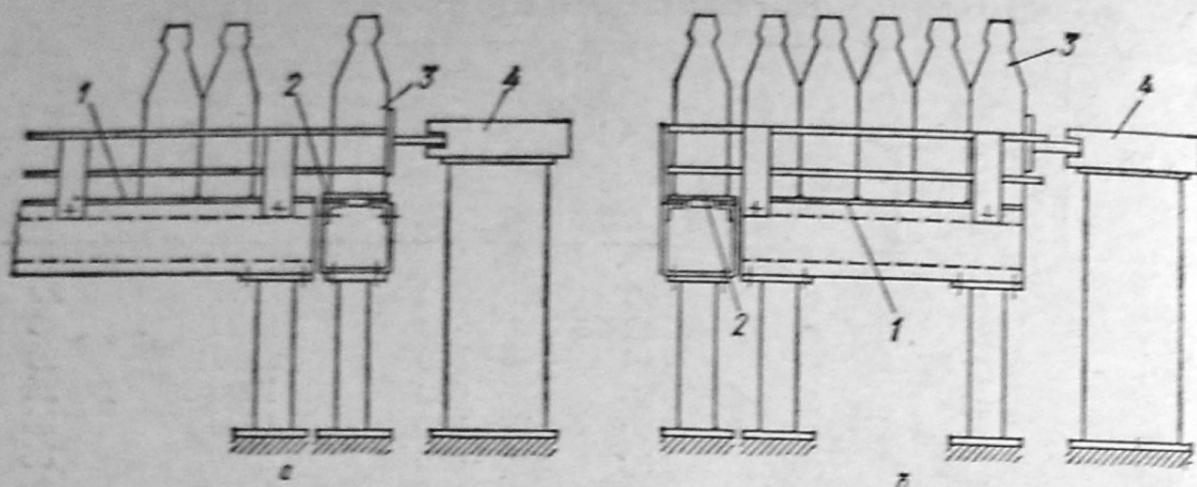
$l_{р}$ , мм	$d_{р}$ , мм		$l_{ш}$ , мм	Радиус кривизны сечения, мм	Допускаемая статическая нагрузка на 1 м длины секции конвейера, Н, не более	Масса 1 м длины секции конвейера, кг, не более
	обработанного	необработанного				
60	40	42	60	500	1000	20
60	40	42	60	500	1000	15
60	57	60	80	500	2500	50
100	40	42	60	630	1000	25
100	40	42	60	630	1000	20
100	57	60	80	630	2500	55
160	40	42	60	800	1000	30
160	40	42	60	800	1000	25
160	57	60	80	800	2500	55
200	40	42	60	1000	1000	35
200	40	42	60	1000	1000	30
200	57	60	80	1000	2500	60
250	40	42	60	1000	1000	40
250	40	42	60	1000	1000	30
250	57	60	80	1000	2500	60
320	40	42	60	1250	1000	45
320	40	42	60	1250	1000	40
320	57	60	80	1250	2500	70
400	40	42	60	1250	1000	55
400	40	42	60	1250	1000	40
400	57	60	80	1250	2500	75
500	40	42	60	2000	1000	65
500	40	42	60	2000	1000	45
500	57	60	80	2000	2500	80
650	40	42	60	2000	1000	75
650	40	42	60	2000	1000	55
650	57	60	80	2000	2500	90

зующую точку на спуске, в которой скорость груза превысит допустимую величину. В зоне этой точки устанавливают тормозной ролик или другое устройство торможения грузов.

### 5.2. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СТАЛКИВАЮЩИЕ ПЕРЕГРУЖАТЕЛИ

Горизонтальные толкатели в основном используются для перегрузки тарно-штучных грузов. Широко применяются они при формировании и расформировании массивов изделий, в устройствах пакетформирующих машин, особенно при двухпозиционной перегрузке, когда груз переталкивается с одной опорной плоскости на другую. При этом опорные плоскости могут быть неподвижными (приемный стол, платформа тележки и т. д.) или находиться в движении. Возможны следующие варианты двухпозиционной перегрузки с одного устройства на другое: с неподвижной плоскости на подвижную, с подвижной на неподвижную, с неподвижной на неподвижную. В большинстве случаев перегрузка штучных грузов с помощью горизонтальных толкателей производится в пределах одной и той же опорной плоскости. На рис. 38 приведена схема двухпозиционной перегрузки штучных грузов с помощью толкателей с пневматическим или гидравлическим приводом.

При двухпозиционной перегрузке бутылки перегружаются пневмотолкателем с пластинчатого конвейера (подвижной плоскости) на неподвижную плоскость формирующего устройства, плоскость которого установлена по оси действия толкателя



38. Схема двухпозиционной перегрузки горизонтальным толкателем:

а — с подвижной плоскости на неподвижную; б — с неподвижной плоскости на подвижную (пластинчатый конвейер); 1 — неподвижная плоскость; 2 — пластинчатый конвейер; 3 — бутылки; 4 — пневмотолкатель

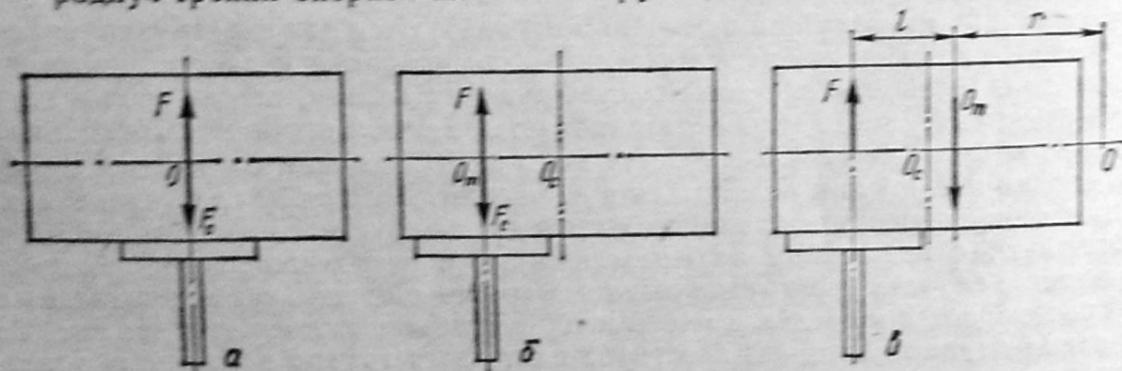
(рис. 38 а). Схема перегрузки массива бутылок с неподвижной плоскости на пластинчатый конвейер показана на рис. 38 б. Груз 3 (бутылки), находящийся на неподвижной плоскости 2, с помощью пневмотолкателя 4 переталкивается на пластинчатый конвейер 1. При этом переталкивание бутылок осуществляется циклически, рядами. Устройства, представленные на рисунке, применяются в формирующих и расформирующих устройствах линий укладки стеклотарной продукции в тару-оборудование.

**Взаимодействие горизонтального толкателя с грузом.** При перемещении горизонтальным толкателем груза, установленного на неподвижной плоскости, возможны различные схемы сил, действующих на груз (рис. 39). Схема взаимодействия сил, при котором направление внешней силы  $F$  (усилие толкателя) проходит через центр тяжести опорной плоскости, совпадающей с центром симметрии, показана на рис. 39 а. Взаимодействие сил, если направление силы  $F$  проходит через центр тяжести  $O_T$ , который не совпадает с центром симметрии  $O_C$ , приведено на рисунке 39 б.

Сила сопротивления перемещению (сила трения)  $F_c = G_T f_n$ , где  $f_n$  — коэффициент трения покоя, приложена к центру тяжести опорной плоскости и направлена в сторону, противоположную действию силы  $F$ . Если направление действия внешней силы  $F$  не проходит через центр тяжести опорной плоскости груза, то на груз действует момент  $M = Fl$ , который стремится развернуть груз вокруг точки  $O_m$  (рис. 39 в). В этом случае траектория движения центра тяжести  $O_m$  совпадает с дугой окружности с центром в точке  $O$ , лежащей на прямой, перпендикулярной направлению действия силы  $F$ . Силу, которую необходимо приложить к грузу, определяют по формуле

$$F = \frac{G_T f_n r_T}{r_T + l}, \quad (56)$$

где  $r_T$  — радиус трения опорной плоскости груза (по табл. 63).



39. Схема сил взаимодействия толкателя с грузом:

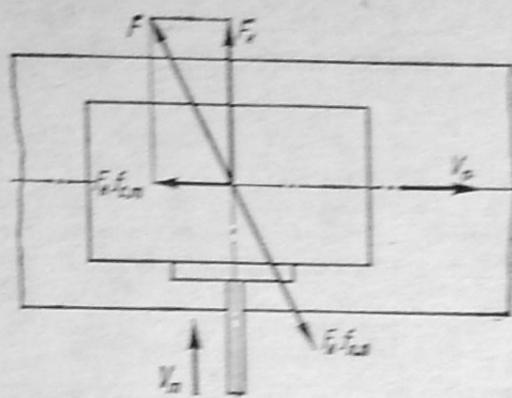
а — направление действия силы  $F$  проходит через центр тяжести; б — направление действия силы  $F$  проходит через центр тяжести, не совпадающий с центром симметрии; в — направление действия силы  $F$  не проходит через центр тяжести

Из выражения (56) видно, что в случае необходимости развернуть груз для уменьшения модуля силы  $F$  следует сместить точку приложения силы  $F$  к углу груза, т. е. увеличить плечо  $l$ . При перемещении горизонтальным толкателем груза, находящегося на движущейся плоскости, в направлении, перпендикулярном движению несущей плоскости, на груз действуют силы, как показано на рис. 40. Для сталкивания груза с несущей плоскостью необходимо приложить усилие

$$F_{\text{в}} = \frac{G_{\text{г}} f_{\text{п.п}}}{\sqrt{1 + f_{\text{с.т}}}}, \quad (57)$$

где  $f_{\text{п.п}}$  — коэффициент трения покоя груза относительно несущей плоскости,  $f_{\text{с.т}}$  — коэффициент трения скольжения боковой плоскости груза по рабочей плоскости толкателя.

Начальный момент контакта толкателя с движущимся грузом характеризуется периодом неустановившегося движения груза относительно толкателя. После окончания переходного периода относительная скорость перемещения груза по рабочей плоскости толкателя имеет постоянное значение при условии постоянства скорости несущей плоскости  $v_{\text{д}}$  и скорости толкателя  $v_{\text{т}}$ . Установившееся значение  $v_{\text{г}}$  всегда меньше  $v_{\text{д}}$ .



40. Схема сил, действующих при сталкивании груза с движущейся плоскости

### 63. Радиус трения опорной плоскости груза

Эскиз опорной плоскости	Условия применения формул	Формулы для определения
	$k = b/l$ $k = 1...2$ $k = 2...5$ $k = 5...10$	$0,167l + 0,206b$ $0,106l + 0,236b$ $0,057l + 0,24b$
	$k_1 = b/l$ $k_1 = 1...2$ $k_2 = b/l_1$ $k_2 = 1...2$	$0,167(l + l_1) + 0,206b$
	$k_1 = b/l$ $k_1 = 2...5$ $k_2 = b/l_1$ $k_2 = 2...5$ $k_3 = b_1/l$ $k_3 = 2...5$ $k_4 = b_1/l_1$ $k_4 = 2...5$	$0,106(l + l_1) + 0,236(b + b_1)$
	$k_1 = b/l$ $k_1 = 2...5$ $k_2 = b_1/l_2$ $k_2 = 2...5$	$\frac{0,106(l^2b - l_1^2b_1)}{2b - l_1b_1}$ $\frac{0,236(lb^2 - l_1b_1^2)}{lb - l_1b_1}$
	—	$\frac{1}{3} \frac{d^3 - d_1^3}{d^2 - d_1^2}$
	$k = b/l$ $k = 1...3$	$0,24l + 0,43b$

### 5.3. ПЕРЕГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА ШТУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ СТЕКЛОТАРНОЙ ПРОДУКЦИИ

В зависимости от схем компоновки технологического оборудования линий розлива, необходимости сведения или разделения потоков стеклотарной продукции, стыковки конвейеров один с другим столами-накопителями, формирующими устройствами и т. д. созданы различные виды перегрузочных устройств. Схемы наиболее распространенных из них показаны на рис. 41, 42 и 43.

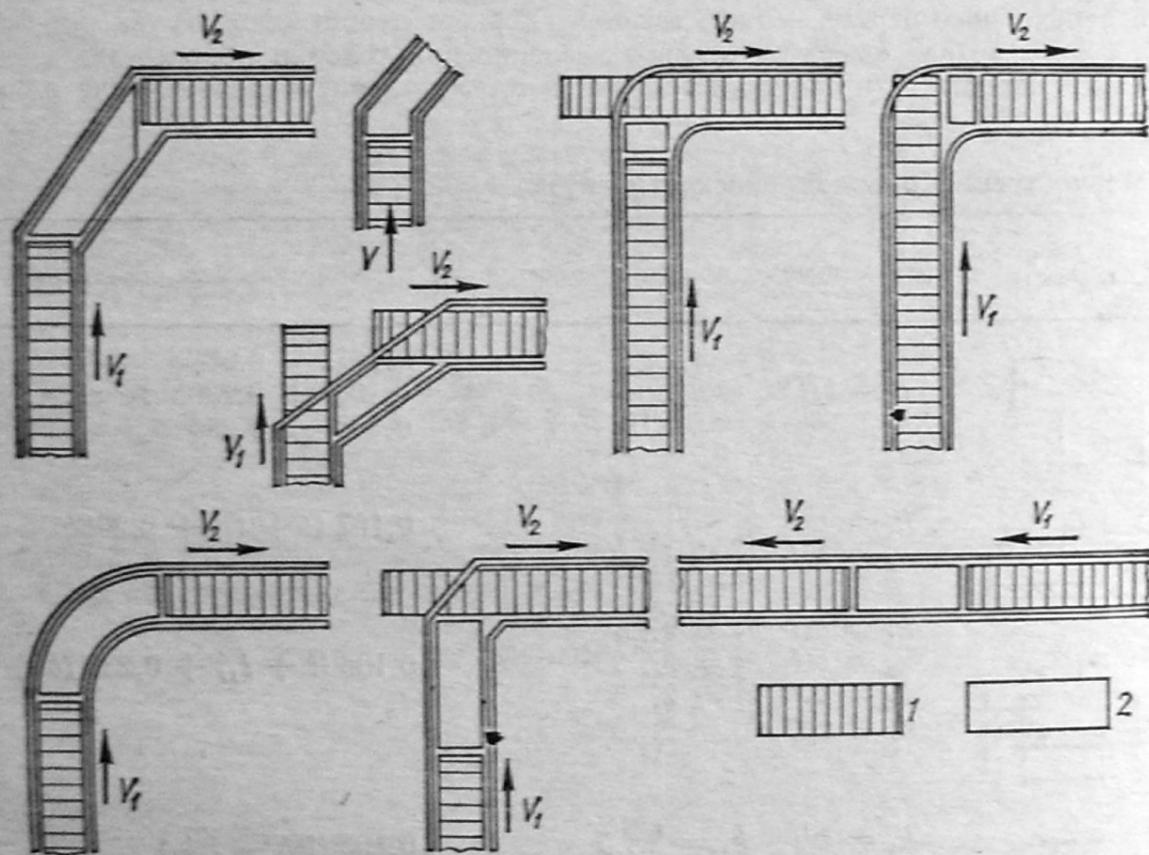
Основные требования, предъявляемые к перегрузочным устройствам, следующие: геометрические и кинематические параметры их исключают образование заторов, а также падение стеклотарной продукции; устройства должны обеспечивать возможно меньшее сопротивление перемещению через них транспортируемых изделий.

При составлении аналитических моделей, с помощью которых определяют геометрические параметры перегрузочных устройств и процессов перегрузки, следует ввести следующие допущения:

транспортируемые изделия в зоне их контакта друг с другом и боковыми ограждениями имеют правильную цилиндрическую форму;

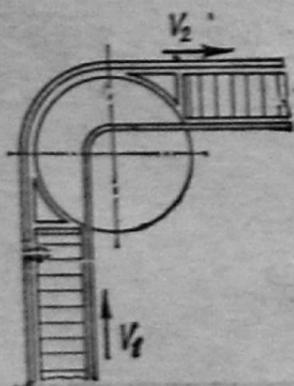
диаметры цилиндрической части изделий, а также их масса постоянны;

боковые ограждения на конвейерах и неподвижных плоскостях строго параллельны;

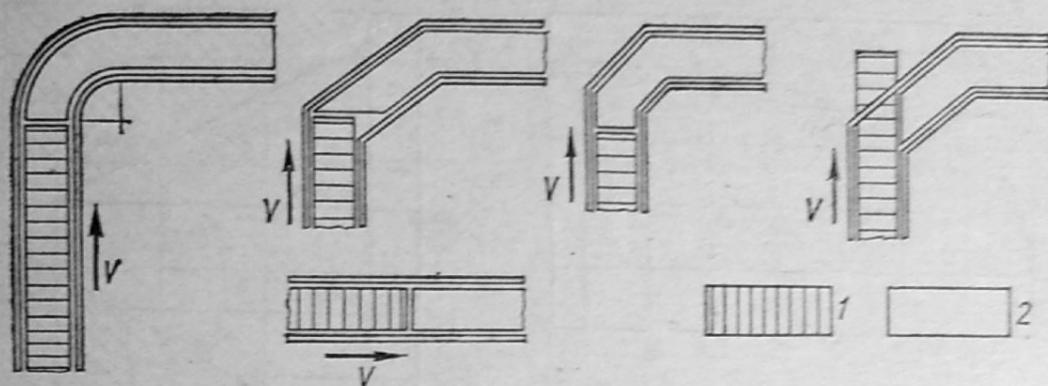


41. Схема компоновки подающих, отводящих конвейеров и неподвижных мостиков:

1 — опорная плоскость конвейера; 2 — неподвижная плоскость мостика



42. Схема компоновки подающего и отводящего конвейеров с неподвижными мостиками и подвижным опорным диском



43. Схемы перегрузочных устройств штучных изделий стеклотарной продукции с конвейеров на неподвижную плоскость:

1 — опорная плоскость конвейера; 2 — неподвижная плоскость мостика

коэффициенты трения стеклотарной продукции о подвижные и неподвижные плоскости постоянны и не зависят от относительных скоростей скольжения; давление изделий на опорную поверхность распределено равномерно и по нормали к поверхности контакта.

#### Перегрузочное устройство с косым переходным мостиком

Схема перегрузочного устройства с косым переходным мостиком показана на рис. 44. При проектировании перегрузочного устройства необходимо определить геометрические параметры, обеспечивающие минимальное сопротивление перемещению бутылок. На участке мостика длиной  $l_1$  размещается следующее количество бутылок, шт.:

$$n_1 = \frac{l}{d},$$

а на участке длиной  $l_2$

$$n_2 = \frac{l_2}{d},$$

где  $d$  — диаметр бутылки.

При этом предполагается, что бутылки относительно оси конвейера не смещены.

Сопротивление перемещению бутылок рассматриваемого перегрузочного устройства определяют по формуле

$$F = F_1 + F_2, \quad (58)$$

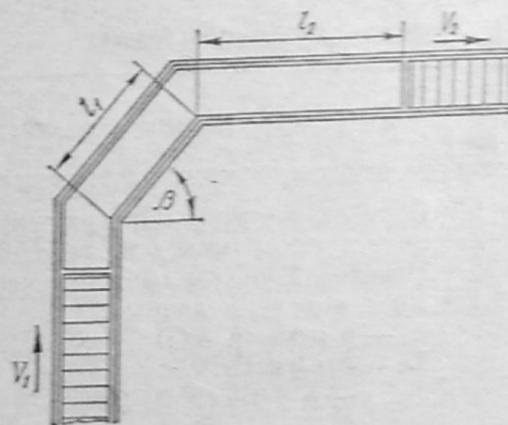
где  $F_1, F_2$  — сопротивление участка длиной соответственно  $l_1$  и  $l_2$ .

$$F_1 = \frac{fn_1m_0g}{(1 - f_0f_n) \left( \sin \beta - \frac{f_0 + f_n}{1 - f_0f_n} \cos \beta \right)}, \quad (59)$$

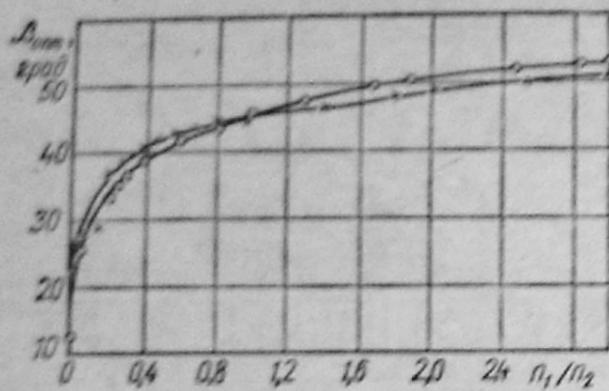
$$F_2 = \frac{fn_2m_0g}{(1 - f_0f_n) \left( \cos \beta - \frac{f_0 + f_n}{1 - f_0f_n} \sin \beta \right)}, \quad (60)$$

где  $f$  — коэффициент трения бутылки с опорной плоскостью

$f = (0,3 \dots 0,5)$ ;  $f_0$  — коэффициент трения в паре, образованной изделиями,  $f_0 = (0,4 \dots 0,45)$ ;  $f_n$  — коэффициент трения изделий



44. Расчетная схема перегрузочного устройства с косым переходным мостиком



45. Зависимость угла  $\beta_{\text{опт}}$  от соотношения величин  $n_1/n_2$  при  $f_0 = f_n = 0,1$  (I) и  $f_0 = f_n = 0,2$  (II)

об ограждение (перила)  $f_n = (0,3 \dots 0,5)$ ;  $m_0$  — масса бутылки;  $g$  — ускорение свободного падения.

Обозначив

$$\beta_{\text{min}} = \text{arctg} \frac{f_0 + f_n}{1 - f_0 f_n}, \quad (61)$$

получим

$$F = \frac{\cos \beta_{\text{min}}}{1 - f_0 f_n} \left( \frac{f_{n_1} m_0 g}{\sin(\beta - \beta_{\text{min}})} + \frac{f_{n_2} m_0 g}{\cos(\beta + \beta_{\text{min}})} \right). \quad (62)$$

При заданном соотношении величин  $n_1/n_2$  методом итераций можно найти значение угла  $\beta$ , обеспечивающее минимальное сопротивление перегрузочного устройства  $F$ . Угол  $\beta$  должен быть больше  $\beta_{\text{min}}$  и меньше  $\beta_{\text{max}}$ , причем

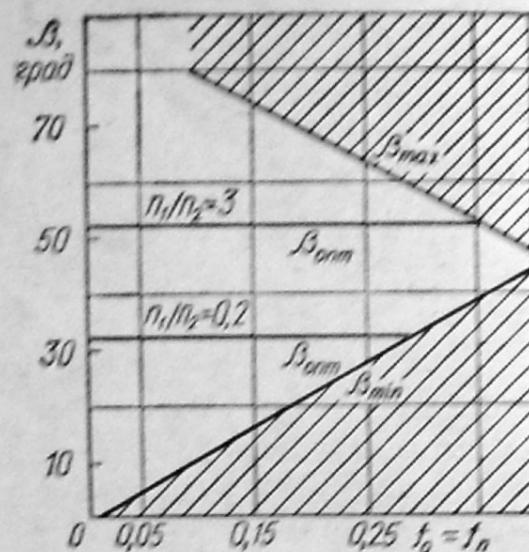
$$\beta_{\text{max}} = \text{arctg} \frac{1 - f_0 f_n}{f_0 + f_n}. \quad (63)$$

Зависимость оптимального угла  $\beta_{\text{опт}}$  от соотношения  $n_1/n_2$  показана на рис. 45, а на рис. 46 представлена взаимосвязь между  $\beta_{\text{min}}$  и  $\beta_{\text{max}}$  и величинами коэффициентов трения  $f_0$  и  $f_n$ . На рисунке видна область допустимых значений угла  $\beta$  (незаштрихованная область). Здесь же показаны значения оптимальных углов  $\beta_{\text{опт}}$  перегрузочного устройства при  $n_1/n_2 = 3$  и  $n_1/n_2 = 0,2$ .

Программа расчета по определению  $\beta_{\text{опт}}$  составлена применительно к микрокалькулятору «Электроника МК-54» (табл. 64).

#### 64. Порядок ввода программы

№	Наименование операции	Обозначение клавиши по выполнению операций
1	Переход в режим «Программирование»	В/О F ПРГ
2	Запись программы (см. табл. 65)	
3	Переход в режим «Автоматическая работа»	F АВТ
4	Ввод исходных данных:	
	$f_0$ — в регистр RG1	$f_0 x \rightarrow \text{П1}$
	$f_n$ — в регистр RG2	$f_n x \rightarrow \text{П2}$
	$\beta_{\text{min}}$ — в регистр RG3	$\beta_{\text{min}} x \rightarrow \text{П3}$
	$\beta$ — в регистр RG0	$\beta x \rightarrow \text{П0}$
5	Счет по программе	В/О С/П



46. Взаимосвязь между  $\beta_{\text{min}}$  и  $\beta_{\text{max}}$  и коэффициентами трения  $f_0$  и  $f_n$

### 65. Программа и счет определения $\beta_{out}$

Адрес команды	Нажимаемые клавиши	Код операции	Адрес команды	Нажимаемые клавиши	Код операции
00	П → X1	61	17	П → X0	60
01	П → X2	62	18	П → X3	63
02	+	10	19	—	11
03	1	01	20	X → П6	4L
04	B ↑	—	21	F sin	1C
05	П → X1	61	22	F X <sup>2</sup>	22
06	П → X2	62	23	X	12
07	X	12	24	П → Xb	6L
08	—	11	25	F cos	1Г
09	+	13	26	+	13
10	F tg — 1	1L	27	П → Xa	6—
11	X → П3	43	28	F cos	1Г
12	C/П	50	29	F X <sup>2</sup>	22
13	П → X0	60	30	+	13
14	+	10	31	C/П	50
15	X → Па	4—			
16	F sin	1C			

Если имеются новые значения величин, их вводят в память, как описано в п. 4 табл. 64 (старые данные при этом автоматически стираются) и производят новый расчет. Программа и счет приведены в табл. 65.

#### Перегрузочное устройство с прямым переходным мостиком

Схема перегрузочного устройства с прямым переходным мостиком показана на рис. 47. Составная часть укладчиков бутылок в транспортную тару-оборудование — устройства для формирования слоя готовых изделий. Формирование таких слоев часто сопровождается передачей бутылок с подвижной на неподвижную плоскость конвейера. Процесс перегрузки может производиться пуском загрузочного конвейера или же при непрерывно работающем конвейере. В последнем случае в соответствии с технологической паузой ряд бутылок удерживается на подвижной плоскости посредством различных упоров, отсекающих и т. п. При этом подвижная плоскость (грузонесущий элемент конвейера) проскальзывает под бутылками, а в нужный момент времени срабатывает отсекающий элемент и ряд начинает движение, выполняя операцию перегрузки.

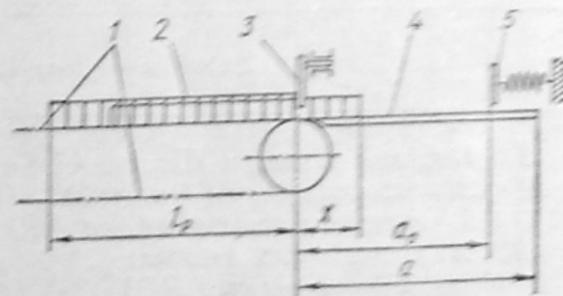
Для повышения производительности укладчиков необходимо точно определить затраты времени на выполнение всех операций, в том числе на операцию перегрузки.

Время разгона ряда бутылок до скорости установившегося движения определяют следующим образом.

Перегрузочное устройство состоит из загрузочного конвейера с бутылками, отсекающего элемента, неподвижной плоскости и упора. Выбирают время отвода отсекающего элемента таким, чтобы от момента начала его срабатывания первая бутылка контакта с ним не имела.

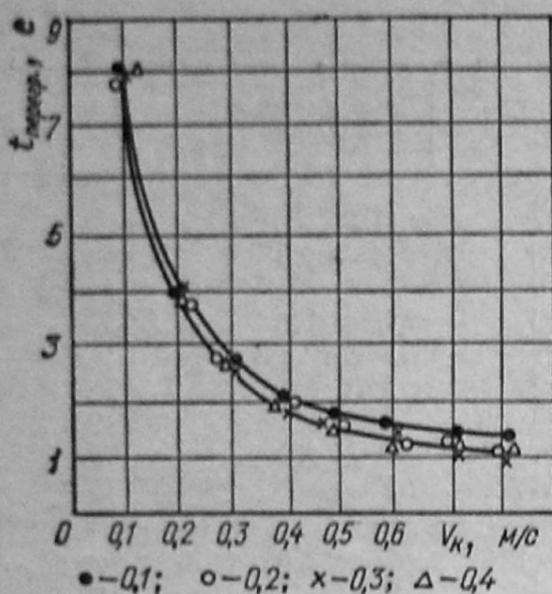
Пренебрегая силовым взаимодействием ряда бутылок с боковым ограждением, предположим, что оно возникает только между рядом изделий, подвижной и неподвижной плоскостями.

Поскольку ряд бутылок не может мгновенно приобрести скорость  $x$ , равную



47. Схема перегрузочного устройства с прямым переходным мостиком:

1 — загрузочный конвейер; 2 — бутылки; 3 — отсекающий элемент; 4 — неподвижная плоскость; 5 — упор



48. Зависимость между общим временем перегрузки и скоростью грузонесущего элемента конвейера при  $l = 1,95$  м,  $a = 0,78$  м и  $f = f_1$

скорости грузонесущего элемента конвейера  $v_k$ , то на первом этапе движение сопровождается наличием относительного скольжения. Окончанию его соответствует условие  $x = v_k$ .

Принимая ряд бутылок как одно целое, запишем уравнение его движения на первом этапе:

$$m_6 \frac{l_p}{d} \ddot{x} = f \frac{l_p - x}{d} m_6 g - \frac{x}{d} f_1 m_6 g, \quad (64)$$

где  $l_p$  — длина ряда бутылок;  $x$  — координата перемещения ряда;  $f, f_1$  — коэффициент

трения в паре, образованной бутылками соответственно с грузонесущей и неподвижной плоскостями.

С учетом жесткой характеристики двигателя привода конвейера считаем, что скорость движения его грузонесущих элементов — величина постоянная.

Выражение (64) приводим к виду

$$x = \frac{fl_p}{f + f_1} - \frac{fl_p}{f + f_1} \cos \sqrt{\frac{g(f + f_1)}{l_p}} t, \quad (65)$$

Продифференцировав уравнение (65), получим

$$\dot{x} = \sqrt{\frac{gf^2 l_p}{f_1 + f}} \sin \sqrt{\frac{g(f + f_1)}{l_p}} t_{1эт} = v_k. \quad (66)$$

Отсюда

$$t_{1эт} = \frac{\arcsin v_k \sqrt{\frac{f + f_1}{gf^2 l_p}}}{\sqrt{\frac{g(f_1 + f)}{l_p}}}. \quad (67)$$

Графическая зависимость между общим временем перегрузки и скоростью грузонесущего элемента конвейера в зависимости от коэффициентов трения  $f$  и  $f_1$  показана на рис. 48.

Программа расчета по определению  $t_{1эт}$  составлена применительно к микрокалькулятору «Электроника МК-54» (табл. 66), а программа и счет приведены в табл. 67.

#### 66. Порядок ввода программы

№ п.п.	Наименование операции	Обозначение клавиш по выполнению операции
1	Переход в режим «Программирование»	V/O F ПРГ
2	Запись программы (см. табл. 87)	
3	Переход в режим «Автоматическая работа»	F АВТ
4	Ввод исходных данных: $v_k$ — в регистр RG1 $f$ — в регистр RG2 $f_0$ — в регистр RG3 $l_p$ — в регистр RG0	$v_k x \rightarrow$ П1 $f x \rightarrow$ П2 $f_0 x \rightarrow$ П3 $l_p x \rightarrow$ П0
5	Счет по программе	V/O С/П

### 67. Программа и счет по определению $t_{\text{пер}}$

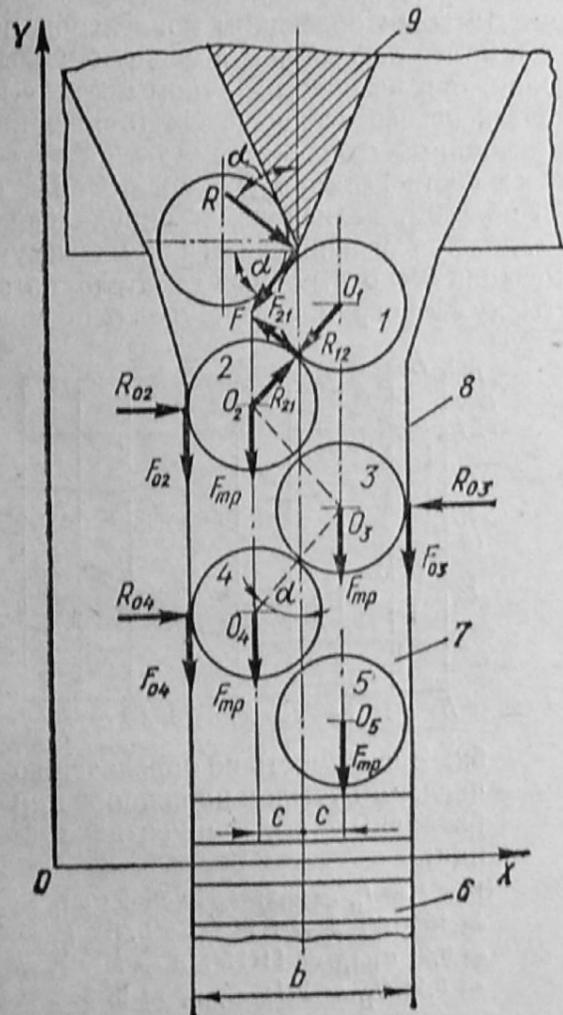
Адрес команды	Нажимаемые клавиши	Код операции	Адрес команды	Нажимаемые клавиши	Код операции
00	П → X2	62	11	F √ X	21
01	П → X3	63	12	П → X1	61
02	+	12	13	X	12
03	П → X0	60	14	F sin -1	19
04	+ +	13	15	П → Xa	6
05	X → Па	4—	16	F √	21
06	П → X2	62	17	+	13
07	F X <sup>2</sup>	22	18	П → X4	64
08	+ +	13	19	F √	21
09	П → X4	64	20	+ +	13
10	+ +	13	21	C/П	50

### Перегрузочное устройство с делителем потока бутылок

Формирование массивов бутылок с заданной раскладкой и их последующим перемещением при машинной укладке часто производится при подаче изделий в несколько рядов, тогда как транспортирование их осуществляется однорядным конвейером. При этом возникает необходимость в разделении одного потока бутылок на несколько. Перегрузочные устройства с делителем могут являться составной частью транспортной системы. Теория расчета таких устройств практически не разработана, поэтому подробно рассмотрим взаимосвязь между геометрическими и силовыми параметрами перегрузочного устройства (рис. 49). Как видим, одновременно с операцией перегрузки

решается задача деления одного потока бутылок на два за счет подачи бутылок на два за счет подачи бутылок к делителю со смещением их относительно продольной оси перегрузочного мостика.

Устройство состоит из подающего конвейера, переходного мостика, отво-

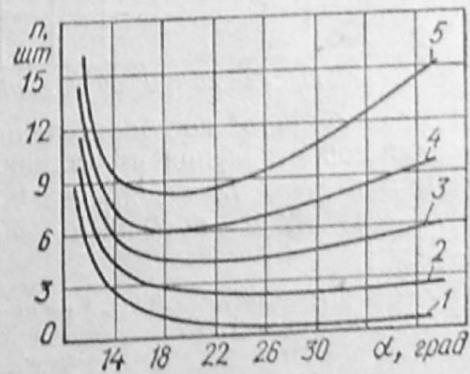


49. Схема перегрузочного устройства с делителем потока:

1—5 — порядковые номера бутылок; 6 — загрузочный конвейер; 7 — неподвижная плоскость; 8 — боковое ограждение; 9 — делитель потока

50. График для определения числа бутылок на подпоре при количестве их на переходном мостике:

1 — 1 бут.; 2 — 2 бут.; 3 — 3 бут.; 4 — 4 бут.; 5 — 5 бут.



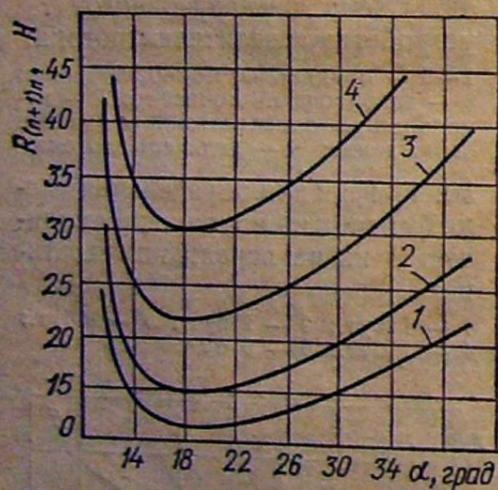
68. Идентификаторы, размерность, значения

Наименование	Обозначение	Значение	FORTRAN
Масса бутылки, кг	$m_b$	0,7	MB (1)
То же	$m_b$	0,9	MB (2)
» »	$m_b$	1,3	MB (3)
» »	$m_b$	1,77	MB (4)
Коэффициент трения бутылки о перила	$f_{\Pi}$	0,2	FN
То же, о подвижную плоскость	$f_o$	0,2	FØ
То же, о неподвижную плоскость	$f$	0,2	F
Предельное число бутылок на перегрузочном устройстве, шт.	$n$	10	N3
Шаг изменения угла смещения бутылок, град.	$d\alpha$	5	DALFA
Коэффициент перевода градусной меры в радианную	$P$	0,017453	P
Синус угла смещения бутылок	$\sin \alpha$	—	S
Косинус угла смещения бутылок	$\cos \alpha$	—	C
Сила трения бутылки о неподвижную плоскость, Н	$F_{\text{тр}}$	—	FTR
Сопротивление перемещению ряда бутылок, Н	$R_{(n-1)n}$	—	R

дящего многорядного конвейера или стола-накопителя, делителя потока бутылок, боковых ограждений.

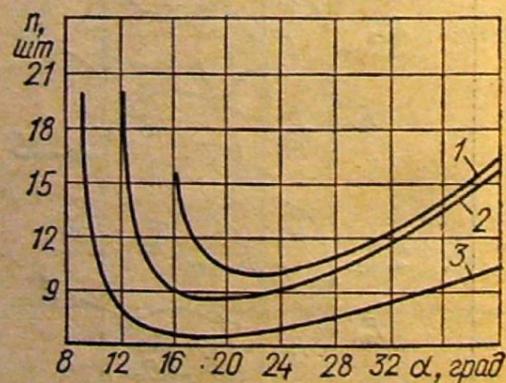
Работает устройство следующим образом. Бутылки подающим конвейером подводятся к перегрузочному мостику. В связи с тем, что расстояние в между боковыми ограждениями не превышает диаметр  $d$  бутылок, они на перегрузочном мостике под действием подпора бутылок на подающем конвейере перестраиваются со смещением в шахматном порядке. При этом возрастание величины смещения  $C$  бутылок относительно оси мостика следует ограничивать из-за роста реакции  $R_{\text{оп}}$  со стороны боковых ограждений и сил трения  $F_{\text{оп}}$ . Таким образом, величина  $C$  определяющая угол  $\alpha$ , должна ограничиваться по максимуму.

Реакция  $R$  со стороны делителя потока на бутылку № 1 ограничивает угол  $\alpha$  по мини-



51. Зависимость по определению усилия сопротивления проталкивания при  $f_k = f_b = f_{\text{огр}} = 0,2$ ;  $\alpha_{\text{min}} = 11^\circ 15'$  для бутылок массой, кг:

1 —  $m = 0,7$ ; 2 —  $m = 0,9$ ; 3 —  $m = 1,34$ ; 4 —  $m = 1,77$



52. Зависимость по определению числа  $n$  бутылок на подпоре при различных коэффициентах трения:

1 —  $f = f_{\Pi} = 0,2$ ;  $f_o = 0,3$ ;  $\alpha_{\text{min}} = 16^\circ 15'$ ; 2 —  $f = f_{\Pi} = 0,2$ ;  $f_o = 0,2$ ;  $\alpha_{\text{min}} = 11^\circ 15'$ ; 3 —  $f = f_o = 0,2$ ;  $f_{\Pi} = 0,1$ ;  $\alpha_{\text{min}} = 9^\circ 30'$

муму. При выборе угла  $\alpha$  должно выполняться условие

$$\alpha_{\min} < \alpha < \alpha_{\max} \quad (68)$$

В связи с неоднозначным влиянием угла  $\alpha$  на сопротивление перегрузочного устройства предполагается наличие такого его значения, которое приведет к минимизации сопротивления перегрузочного устройства  $R_{(n+1)}$ .

После попадания бутылок в отводящие каналы, образованные делителем потока и боковыми ограждениями, они отводятся грузонесущими элементами стола-накопителя и в последующих операциях участия не принимают.

При известном значении числа  $n$  бутылок на перегрузочном мостике определяют сопротивление перемещению бутылок  $R_{(n+1)}$  по формуле

$$R_{(n+1)} = \frac{R_{(n-1)} (\cos \alpha + f_{\pi} \sin \alpha) + F_{\text{тр}}}{\cos \alpha - f_{\pi} \sin \alpha} \quad (69)$$

где  $f_{\pi}$  — коэффициент трения, образованный в паре бутылка-ограждение (перила);  $F_{\text{тр}}$  — сила трения опорной поверхности бутылки по несущей плоскости

$$F_{\text{тр}} = fmg_6 \quad (70)$$

На рис. 50 приведен график для определения числа  $n$  бутылок, создающих подпор в зависимости от принятого значения угла  $\alpha$  и коэффициентов  $f$ ,  $f_{\pi}$  и  $f_0$  при различном числе бутылок на переходном мостике; на рис. 51 — зависимость по определению усилия сопротивления перемещению бутылок на перегрузочном устройстве, а на рис. 52 — зависимость по определению числа бутылок на подпоре при различных коэффициентах трения.

Программа расчетов по определению угла  $\alpha$ , минимизирующего сопротивление перегрузочного устройства для выполнения расчетов на ЭВМ на языке FORTRAN (табл. 68) представлены ниже.

```

REAL MB
DIMENSION MB (4)
DATA MB (1) | 0.71, MB (2) | 0.9 |, MB (3) | 1.3 |, MB (4) | 1.77 |,
* FN, F0, F | 3 * 0.2 |, N3 | 10 |, DALFA | 5. |, P | 0.017453 |
DO2I = 1,4
ALFA = (ATAN ((FN + F0)/(1. - FN * F0)))/2.
FTP = F * 9.81 * MB (I)
6S = SIN (ALFA)
C = COS (ALFA)
N = 2
R = FTP * (2. * S * C + FN * (S **2 - C **2))/(2. * S * C * (1. - FN * F0) +
* (S **2 - C **2) * (F0 + FN))
R = (R * (C + F0 * S + FN * (S - F0 * C)) + FTP/(C - FN * S)
PRINT3
3FORMAT (12X, 'РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА')
PRINT4, R, MB (1), ALFA, N
4FORMAT (4X, 'R-', E10.3,3X, 'ПРИМВ-', F5.3,3X,
* 'ALFA-1, E10.3,3X, N-', (2)
5N = N + 1

```

```
R = (R * (C + FN * S) + FTP) / (C - FN * S)
PRINT4, R, MB (1), ALFA, N
IF (N.LE.N3) GOTO5
ALFA = ALFA + DALFA * Ø, Ø17453
IF (ALFA.LE.6Ø, *Ø,Ø17453) GOTO6
2CONTINUE
STOP
END
BB
BB
```

Для заданного количества бутылок, находящихся на перегрузочном мостике, имеется соотношение между их диаметром и расстоянием между перилами, при котором сопротивление перемещению будет минимальным.

Соотношение между диаметрами бутылок и расстоянием между перилами, минимизирующее сопротивление перегрузочного устройства, характерно для всех типоразмеров бутылок.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

---

1. *Иванченко Ф. К.* Конструкция и расчет подъемно-транспортных машин.— К. : Выща шк., 1988.— 416 с.
2. Конвейеры. Справочник / Р. А. Зенков, А. Н. Гиутов, В. К. Дьячков и др.— Л. : Машиностроение, 1984.— 364 с.
3. *Коновалов В. С.* Организация, механизация и экономика заводского транспорта.— М. : Машиностроение, 1973.— 280 с.
4. *Лапкин Ю. П., Малкович А. Р.* Перегрузочные устройства.— Л. : Машиностроение, 1984.— 224 с.
5. *Левачев Н. А.* Комплексная механизация ПРТС работ в пищевой промышленности.— М. : Пищ. пром-сть, 1975.— 294 с.
6. *Левитский Н. И.* Теория механизмов и машин.— М. : Наука, 1979.— 574 с.
7. *Лысяков А. Т.* Вспомогательное оборудование для перемещения грузов.— М. : Машиностроение, 1977.— 255 с.
8. *Марьяш М. Е.* Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ в консервном производстве.— М. : Агропромиздат, 1985.— 192 с.
9. Погрузочно-разгрузочные и транспортные операции на линиях розлива пищевых продуктов / А. И. Соколенко, М. И. Южно, А. И. Ковалев и др.— М. : Агропромиздат, 1986.— 173 с.

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Автопогрузчики 15  
Автомат загрузки 56, 57  
Аналитическая модель ударного взаимодействия 81
- Варианты укладки слоя грузов 42  
Выбег рабочих органов 80  
Выемка стеклотары 44
- Грузы (насыпные, штучные, наливные, жидкие) 5  
Гладкий спуск 128
- Двухмассовая модель 88  
Динамическое торможение 89  
Делитель потока бутылок 141
- Жесткий захват 77  
Жесткость элементов 70
- Захватные устройства  
механические 92  
вакуумные 93
- Конвейеры  
ленточные 21  
цепные 21  
винтовые 27  
вибрационные 30  
инерционные 34  
роликовые 35  
шагающие 37
- Коэффициент восстановления 102  
Косой переходной мостик 137
- Лента 21
- Манипуляторы 58, 59  
Массив изделий 93
- Неподвижная плоскость 105, 109
- Промышленный транспорт 6
- Производительность машин непрерывного транспорта 22  
Промышленные роботы 60—62  
Приведенная расчетная схема 65  
Приведенные моменты инерции 70  
Профильный захват 90  
Подвижная плоскость 108  
Переориентирующее устройство 111  
Пакетизация 117  
Полимерная пленка 118  
Пакетосборщик 121  
Пакеторазборщик 121  
Перегружатели сталкивающие 133
- Роликовый спуск 128  
Радиус трения 135
- Сопротивление движению тягового органа 24  
Способы формирования слоя бутылок 41  
Стеклотарная продукция 136
- Тара, оборудование  
для стеклотарной продукции 46  
полужестких и мягких упаковок 47  
укладки круглого подового хлеба 49  
укладки хлеба 50
- Укладочная техника 55  
Укладчики 57, 58  
Универсальное устройство 58  
Ударные нагрузки в приводах укладчиков 74  
Упругий захват 76
- Фасованная продукция 54  
Формирующие устройства 97
- Электропогрузчик 19  
Эквивалентная схема механизма вертикального перемещения 80

## ОГЛАВЛЕНИЕ

310.90 НЭК/В

Предисловие . . . . .	3
<b>Глава I. Оборудование грузопотоков тары и готовой продукции пищевых отраслей перерабатывающей промышленности . . . . .</b>	<b>5</b>
1.1. Классификация грузов. Способы перевозки тары и готовой продукции . . . . .	5
1.2. Оборудование и машины внешнего транспорта . . . . .	7
1.3. Транспортные и конвейерные системы предприятий . . . . .	11
1.4. Конвейеры . . . . .	20
1.5. Расчет производительности машин непрерывного транспорта . . . . .	22
1.6. Конвейеры без тягового элемента . . . . .	27
1.7. Вибрационные конвейеры . . . . .	30
1.8. Роликовые конвейеры . . . . .	35
1.9. Шагающие конвейеры . . . . .	37
<b>Глава II. Тара-оборудование . . . . .</b>	<b>38</b>
2.1. Определение оптимального способа укладки грузов цилиндрической формы в тара-оборудование . . . . .	39
2.2. Способы формирования слоя бутылок . . . . .	41
2.3. Оптимальные условия укладки сформированного слоя грузов в тара-оборудование . . . . .	42
2.4. Условия механизированной выемки стеклотары из тара-оборудования . . . . .	44
<b>Глава III. Устройства для укладки фасованной продукции . . . . .</b>	<b>54</b>
3.1. Применение и классификация устройств для укладки фасованной продукции . . . . .	54
3.2. Особенности использования укладочной техники . . . . .	55
3.3. Конструкция и характеристика устройств для укладки фасованной продукции в транспортную тару . . . . .	55
3.4. Нагрузки элементов приводов и рабочих органов укладчиков . . . . .	63
3.5. Захватные устройства машин для укладки штучной продукции . . . . .	92
<b>Глава IV. Устройства для формирования массивов и пакетов фасованной продукции . . . . .</b>	<b>93</b>
4.1. Технологические схемы формирования ряда и массива изделий . . . . .	93
4.2. Конструктивные особенности формирующих устройств . . . . .	97
4.3. Ударное взаимодействие изделий с рабочими органами формирующих устройств . . . . .	102
4.4. Формирование ряда изделий на неподвижной плоскости . . . . .	105
4.5. Формирование ряда изделий на подвижной несущей плоскости . . . . .	108

4.6. Переориентирующие устройства . . . . .	111
4.7. Особенности расчета формирующих устройств . . . . .	112
Формирование слоя инерционно-фрикционным перемещением изделий	112
Формирование слоя поочередным сталкиванием отдельных рядов изделий	112
Формирования слоя изделий на подвижной несущей плоскости . . . . .	115
4.8. Устройства для формирования пакетов фасованной продукции . . . . .	117
<b>Г л а в а V. Перегрузочные устройства линий фасовки . . . . .</b>	<b>125</b>
5.1. Перегрузатели гравитационного типа . . . . .	125
Гладкие спуски . . . . .	125
Роликовые спуски . . . . .	128
5.2. Горизонтальные сталкивающие перегружатели . . . . .	133
5.3. Перегрузочные устройства штучных изделий стеклотарной продукции	136
Перегрузочное устройство с косым переходным мостиком . . . . .	137
Перегрузочное устройство с прямым переходным мостиком . . . . .	139
Перегрузочное устройство с делителем потока бутылок . . . . .	141
<b>Библиографический список . . . . .</b>	<b>145</b>
<b>Предметный указатель . . . . .</b>	<b>146</b>

*Справочное издание*

Соколенко Анатолий Иванович,  
Сторишко Иосиф Иванович,  
Ярьсько Владимир Петрович и др.

---

**ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНОЕ  
И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ.**

---

**СПРАВОЧНИК**

---

Зав. редакцией *А. А. Иваницкий*. Редактор *Л. В. Солтынская*. Художник обложки *Г. М. Балюк*. Художественный редактор *Л. И. Бутко*. Технический редактор *Л. В. Цейтельман*. Корректоры *М. Ф. Сошенко, О. А. Омельченко*

ИБ 4087

Сдано в набор 02.08.89. Подписано в печать 24.01.90. БФ 06038. Формат 60×90/16.  
Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л.  
9,5. Усл. кр.-отт. 9,5. Уч.-изд. л. 12,33. Тираж 4000 экз. Зак. № 144. . .  
Цена 1 р. 30 к.

Ордена «Знак Почета» издательство «Урожай», 252035, Киев-35, ул. Урицкого, 45  
Напечатано с матриц Головного предприятия республиканского производственного  
объединения «Полиграфкнига». 252057, Киев, ул. Довженко, 3 на Белоцерковской  
книжной фабрике, 256400, г. Белая Церковь, ул. Карла Маркса, 4.