



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ -
МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА**



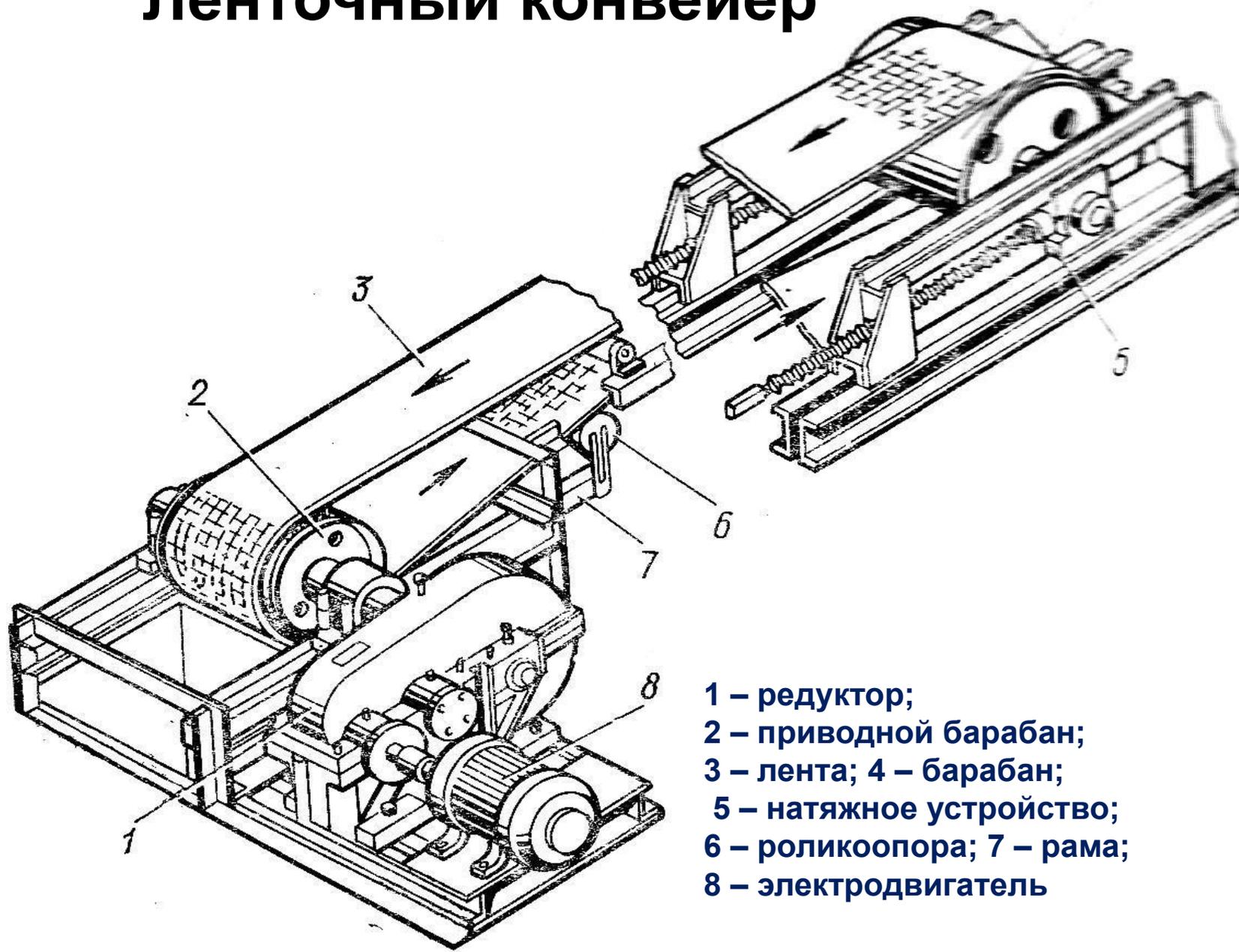
**Профессор Ерохин М.Н.
Ассистент Грибкова Е.В.**

(ЛЕКЦИЯ № 5)

ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ МАШИНЫ:

- - **ленточные**
- - **скребковые**
- - **винтовые**
- - **элеваторы**
- - **пневмотранспортные**
- - **аэрогравитационные**
- - **гидротранспортные**

Ленточный конвейер



- 1 – редуктор;
- 2 – приводной барабан;
- 3 – лента; 4 – барабан;
- 5 – натяжное устройство;
- 6 – роlikопора; 7 – рама;
- 8 – электродвигатель

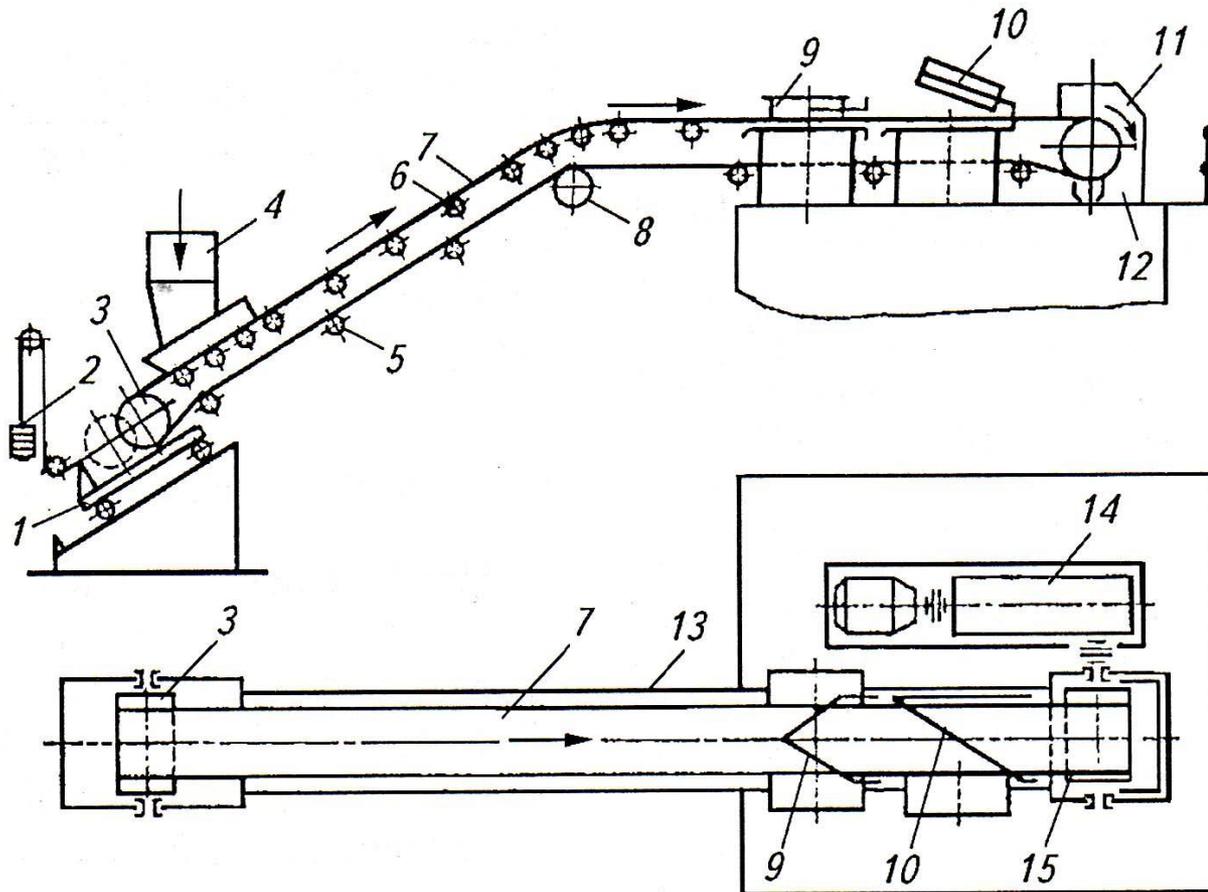
Стационарные ленточные конвейеры



Передвижные ленточные конвейеры

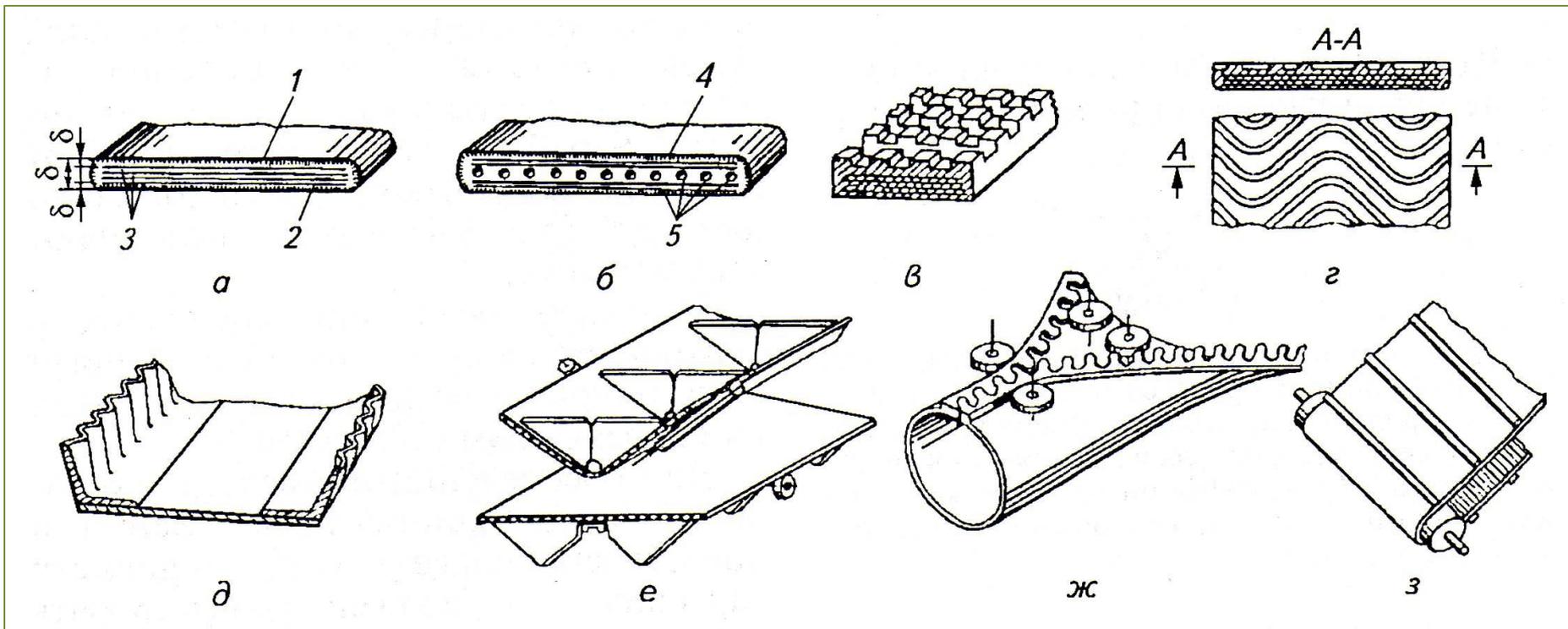


СХЕМА СТАЦИОНАРНОГО НАКЛОННО-ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА



- 1 – тележка;
- 2 – натяжное устройство;
- 3 – натяжной барабан;
- 4 – загрузочный бункер;
- 5, 6 – ролики;
- 7 – лента;
- 8 – отклоняющий барабан;
- 9, 10 – разгрузочные устройства;
- 11 – разгрузочный желоб;
- 12 – устройство для очистки ленты;
- 13 – рама;
- 14 – привод;
- 15 – приводной барабан

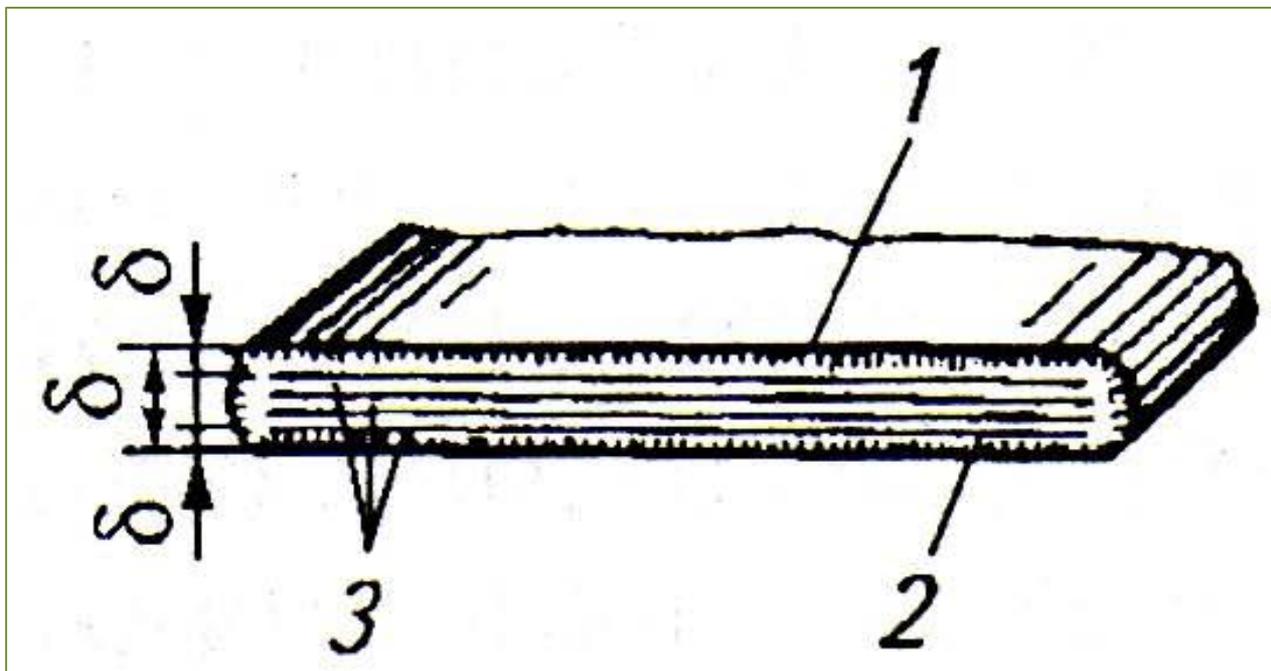
КОНСТРУКЦИИ ТРАНСПОРТЕРНЫХ ЛЕНТ



а – резинотканевой; б – резинотросовой; в, г – с ребристой рабочей поверхностью; д – плоский с бортами; е – с перегородками; ж – с продольным замком; з – полотняно-планчатый.

1, 2 – рабочая и опорная стороны; 3 – прокладки; 4 – защитная ткань; 5 – тросики.

ОБЩАЯ ТОЛЩИНА РЕЗИНОТКАНЕВОЙ ЛЕНТЫ



$$\delta = \delta_0 z + \delta_1 + \delta_2,$$

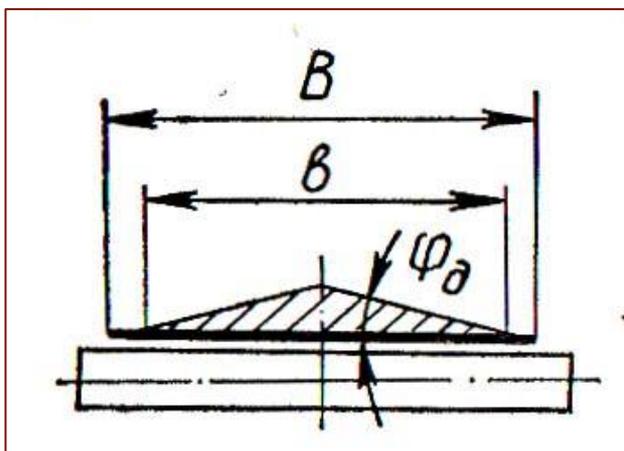
где δ_0 – толщина одной прокладки, мм;

$\delta_1 = 1,5 \dots 6$ – толщина слоя резины с рабочей стороны ленты, мм;

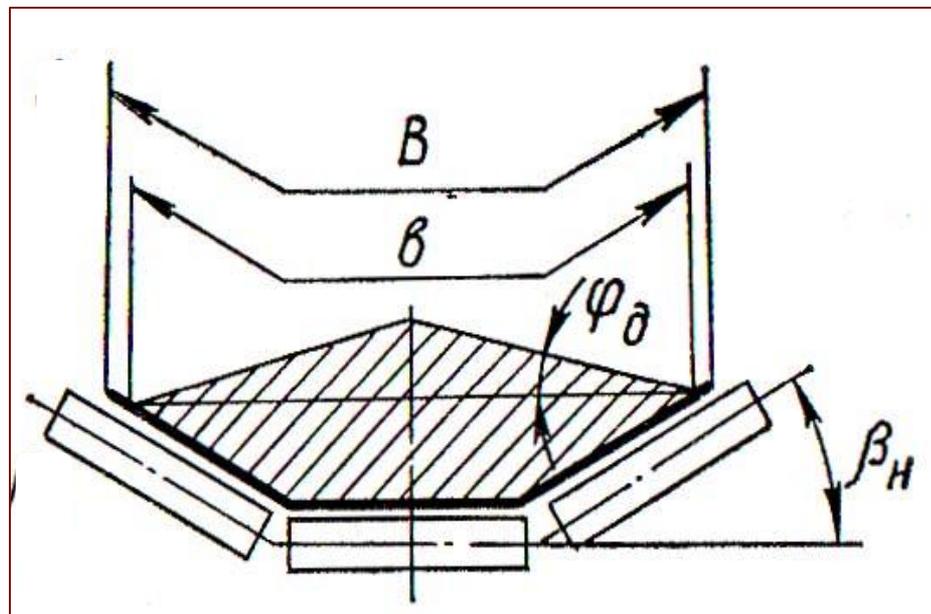
$\delta_2 = 1 \dots 2$ – толщина слоя резины с опорной стороны ленты, мм;

z – число прокладок.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ ЛЕНТЫ



$$B = \sqrt{\frac{Q}{0,576C \operatorname{tg} \varphi \rho v}}$$

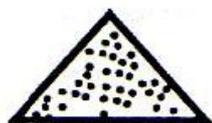


$$B = \sqrt{\frac{Q}{(0,576C \operatorname{tg} \varphi + 0,157) \rho v}}$$

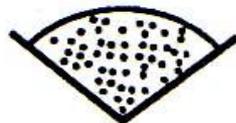
Q – производительность конвейера; C – коэффициент использования площади сечения; $\varphi = 0,35\varphi_0$ – угол естественного откоса груза на движущейся ленте; φ_0 – угол естественного откоса груза в состоянии покоя; ρ – плотность груза кг/м³; v – скорость ленты, м/с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ ЛЕНТЫ В ПРАКТИЧЕСКИХ РАСЧЕТАХ

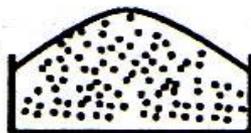
Форма
сечения
потока
груза
 K_{Π}



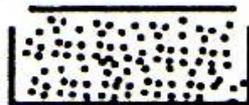
0,035



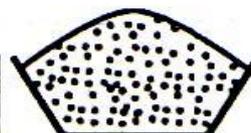
0,061



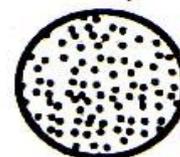
0,078



0,069



0,085



0,080

$$B = \sqrt{\frac{Q_c}{K_n \cdot K_\beta \cdot \rho \cdot v}}$$

где Q_c – производительность конвейера, кг/с; K_n – коэффициент производительности, зависящий от формы поперечного потока и свойств транспортируемого груза;

$K_\beta = 1 \dots 0,75$ – коэффициент, учитывающий осыпание груза при угле наклона конвейера от 0 до 20°; ρ – плотность груза кг/м³; v – скорость ленты, м/с.

ПРОВЕРКА ПРОЧНОСТИ ЛЕНТЫ

С целью уменьшения напряжения изгиба в ленте число прокладок должно быть минимальным, с соблюдением условия ее прочности

$$S = \frac{z \cdot B \cdot K_p}{F_{\max}} \geq [S],$$

где S и $[S]$ – расчетный и допустимый коэффициенты запаса прочности ленты;

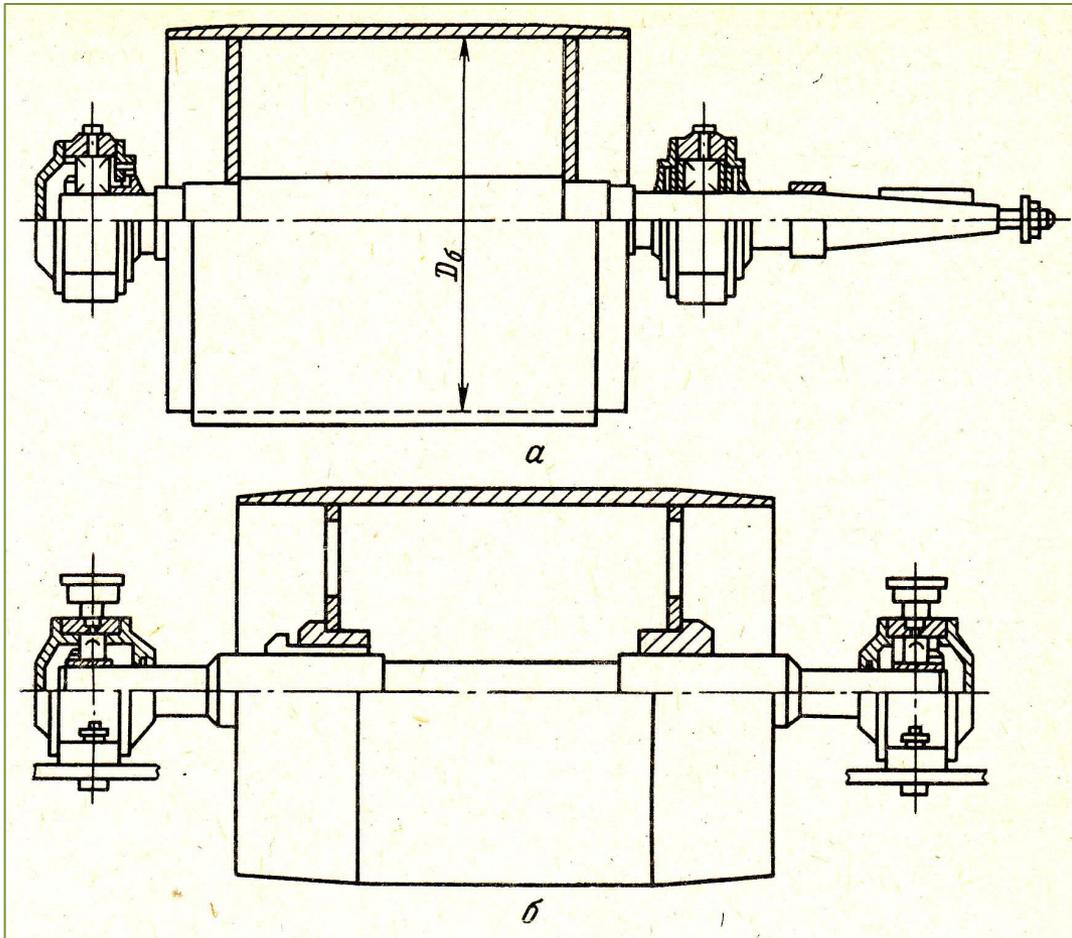
B – ширина ленты, мм;

K_p – прочность ткани одной прокладки на разрыв, Н/мм;

F_{\max}^p – наибольшее натяжение в ленте, Н.

БАРАБАНЫ ДЛЯ РЕЗИНОТКАНЕВОЙ ЛЕНТЫ

Бывают приводные, натяжные и отклоняющие.



$$D_6 \geq K_1 \cdot K_2 \cdot z,$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от прочности прокладок;

K_2 – коэффициент, зависящий от типа барабана:

для приводного – $1 \dots 1,1$;

для натяжного – $0,8 \dots 0,9$;

для отклоняющего – $0,5$;

z – число прокладок;

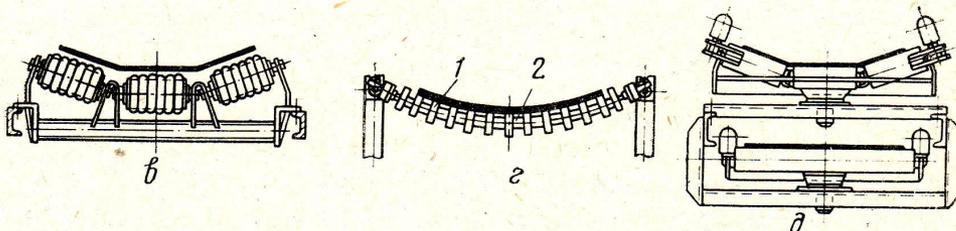
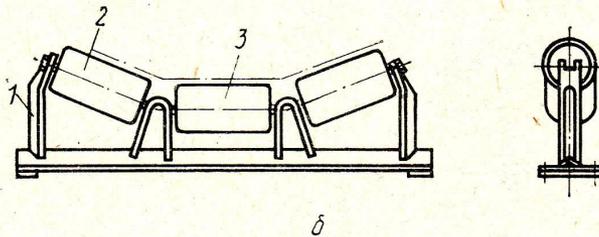
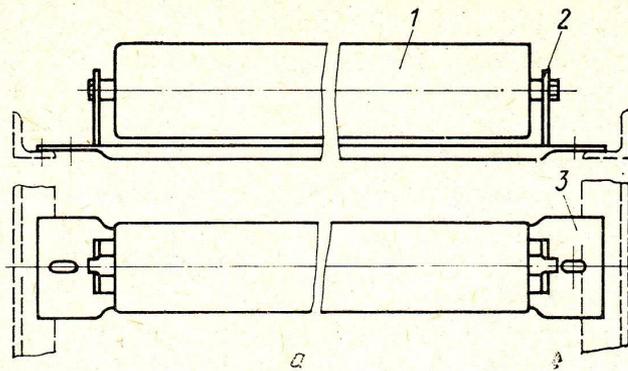
Длина барабана

$$l_6 = B + 100 \dots 120 \text{ мм.}$$

а – приводной; б – отклоняющий (поворотный);

ОПОРЫ ЛЕНТЫ

Размеры роликов принимают в зависимости от ширины ленты и плотности груза по ГОСТ 22646.



а – прямые роликовые опоры:
1 – ролик, 2 – стойка; 3 – планка;

б – желобчатые роликовые опоры:
1 – стойка, 2 – боковой ролик,
3 – средний ролик;

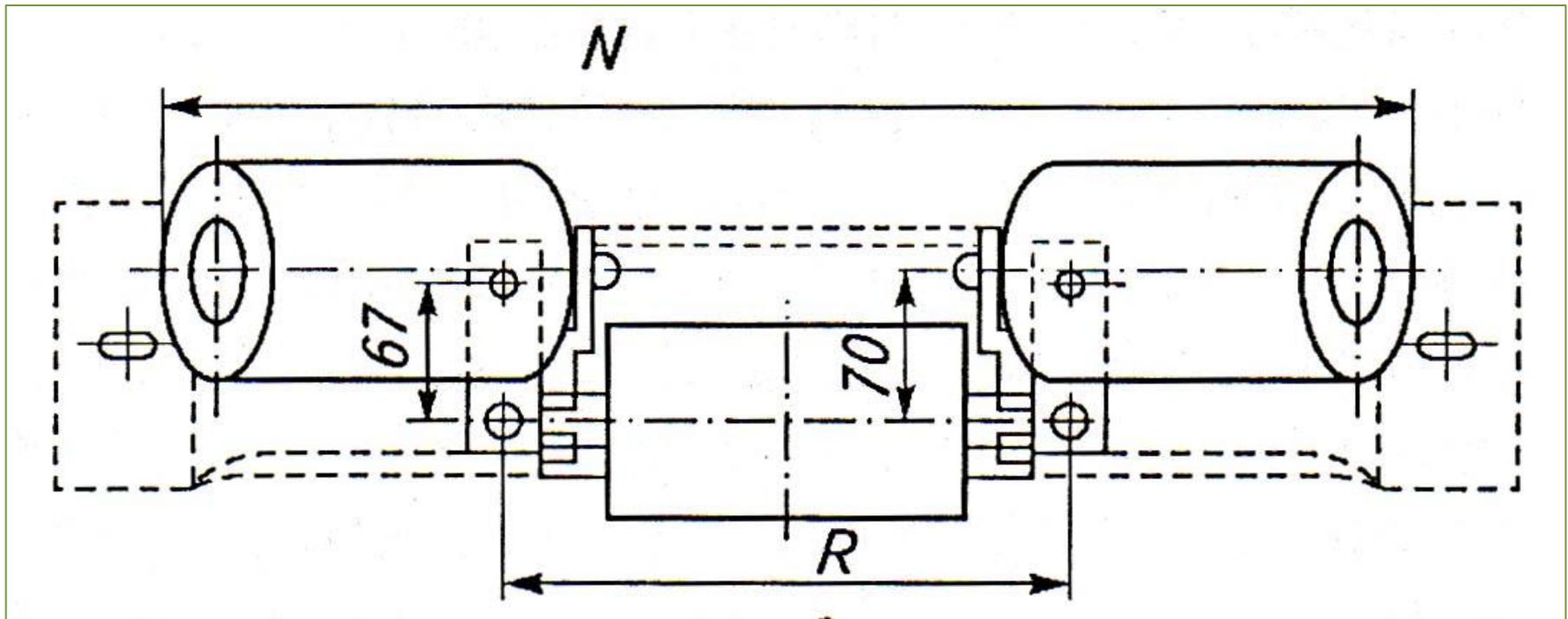
в, г, д – специальные роликовые опоры
(в – амортизирующая,
г – гирляндного типа,
д – центрирующая);

1 – диск; 2 – гибкая ось;

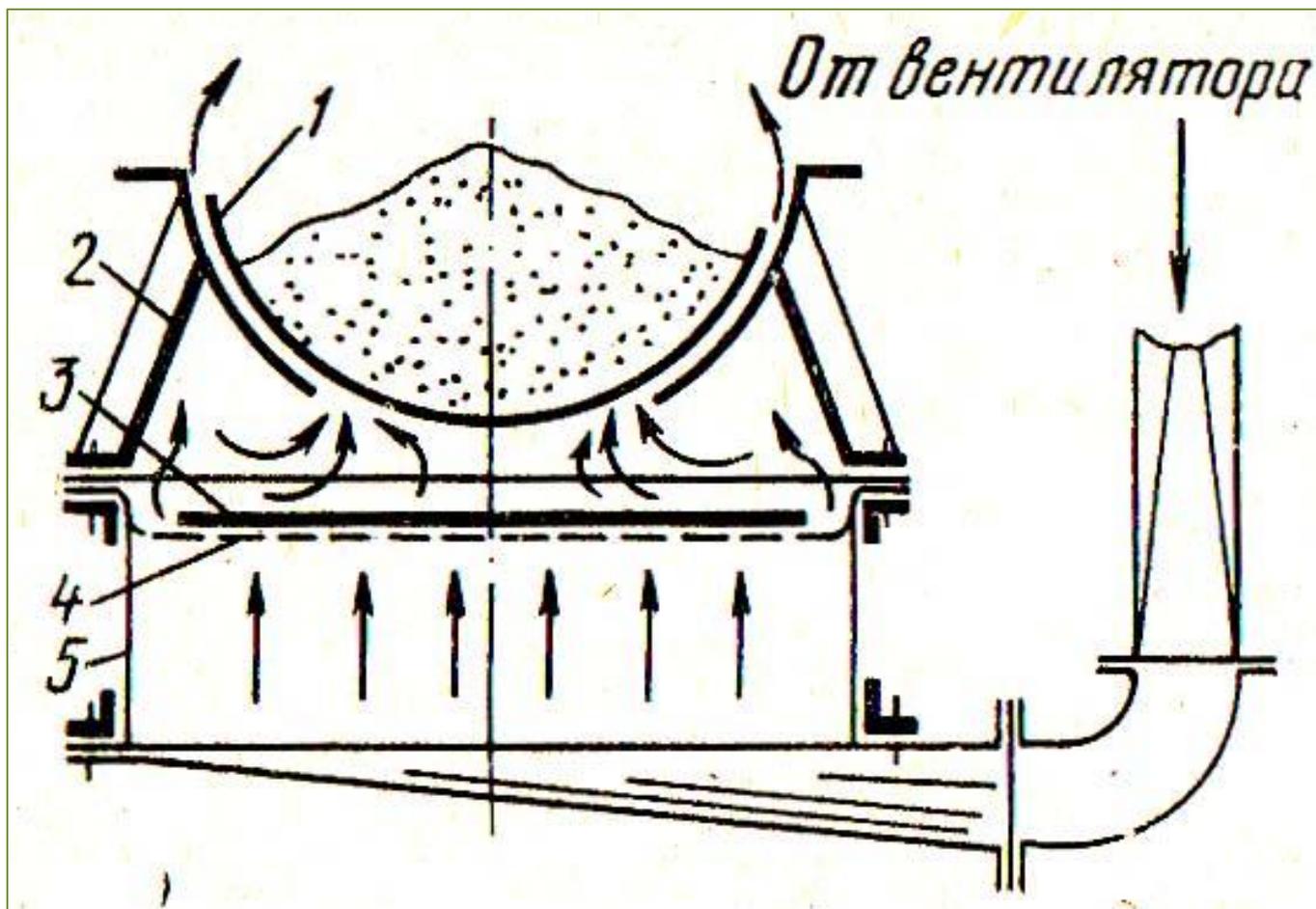
Расстояние между роликовыми
опорами $l_p = 1 \dots 1,5$ м; $l_x = 2 l_p$;
 $l_0 = 0,5 l_p$. При условии:

$$y = \frac{g(q_{\Gamma} + q_{\text{Л}}) \cdot l_p^2}{8F_{\min}} \leq [y]$$

РАСПОЛОЖЕНИЕ РОЛИКОВ В ТРЕХРОЛИКОВОЙ ОПОРЕ

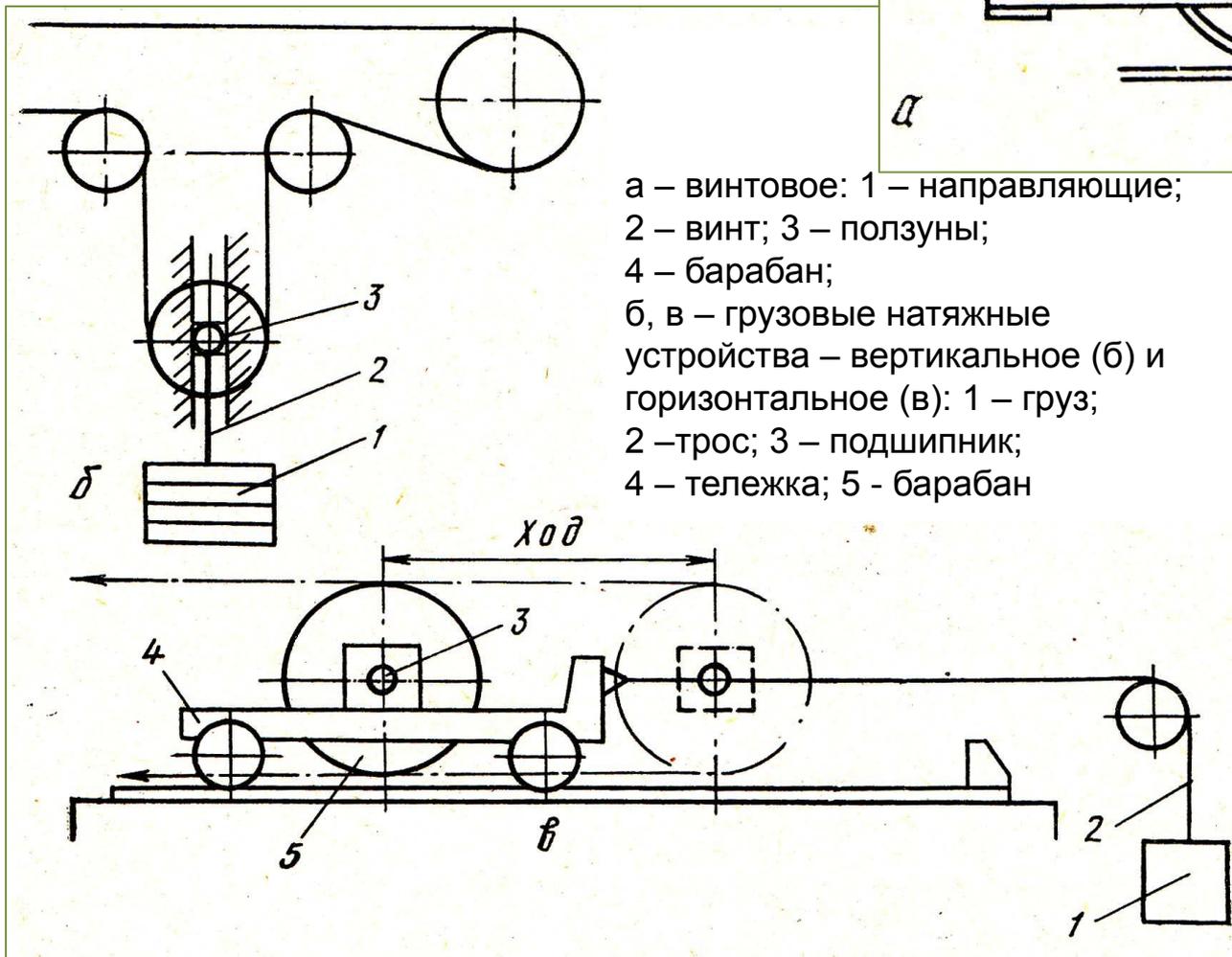
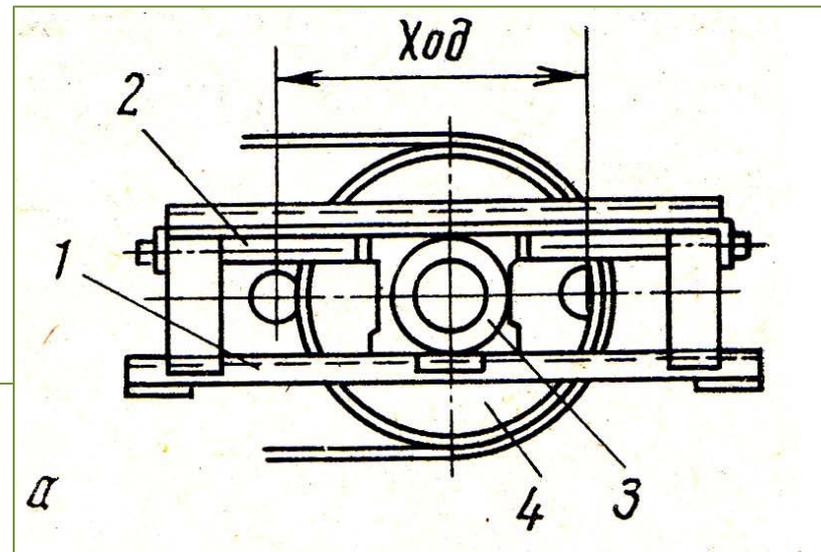


ЛЕНТОЧНЫЙ КОНВЕЙЕР НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ

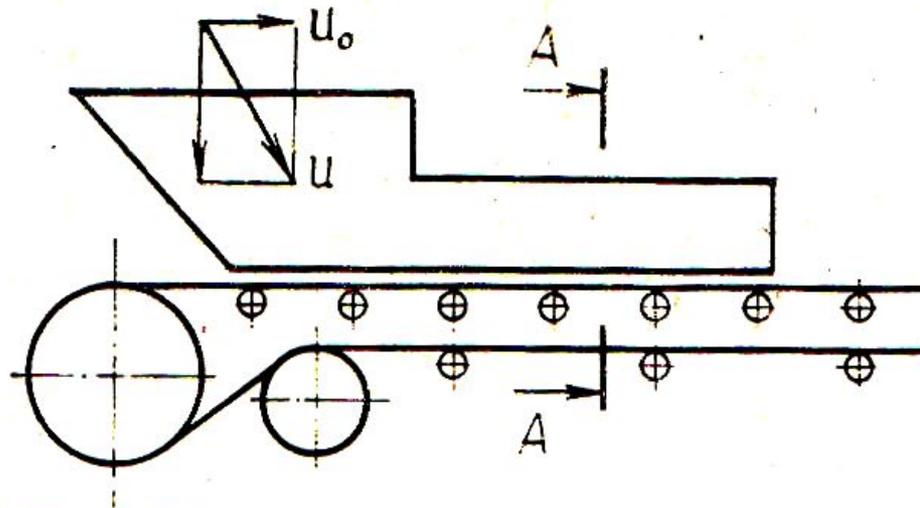


1 – рабочая ветвь ленты; 2 – опорное устройство; 3 – холостая ветвь ленты; 4 – металлическое дно; 5 – воздухораспределительная коробка

НАТЯЖНЫЕ УСТРОЙСТВА



ЗАГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

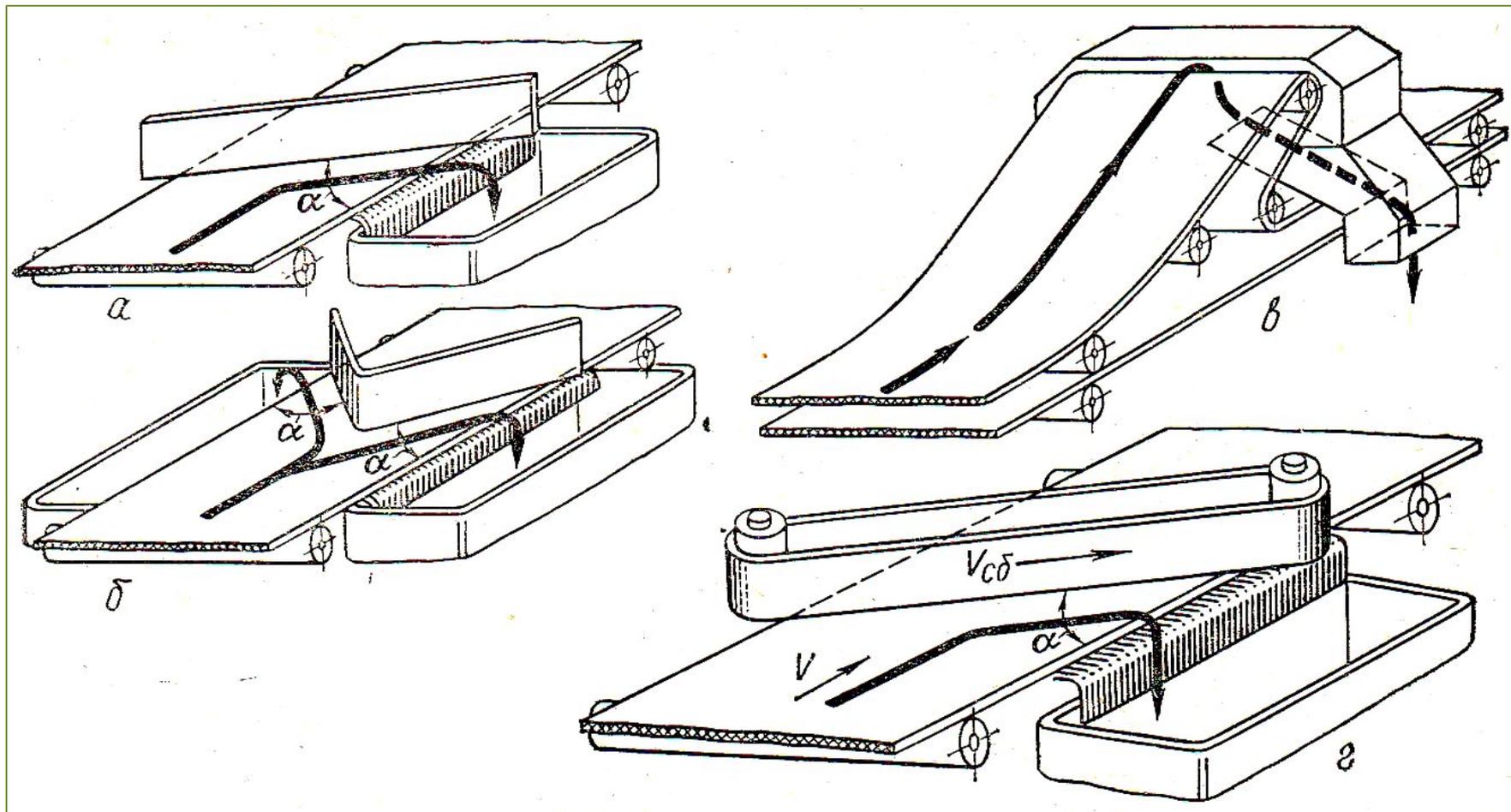


Требования:

- ❖ равномерность подачи груза;
- ❖ полное заполнение ленты;
- ❖ отсутствие просыпи груза при загрузке;
- ❖ скорость груза при выходе из загрузочного устройства должна быть равна скорости ленты.

Углы наклона стенок загрузочного устройства должны быть несколько больше углов трения сыпучего груза о стенки загрузочного устройства.

РАЗГРУЗОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА



а, б – с плужковыми сбрасывателями; *в* – с разгрузочной станцией;
г – со сбрасывающим транспортером.

ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Тяговое усилие для привода ленты определяют методом обхода по контуру. Весь контур разбивают на участки и последовательно определяют необходимое натяжение для каждого участка

$$F_t = \xi_0^m \Sigma W_i$$

где m – число барабанов кроме приводного; ΣW_i – алгебраическая сумма сопротивлений на прямолинейных участках .

Сопротивления передвижению лент на прямолинейных участках можно рассчитать по формулам:

- ❖ для рабочих ветвей $W_{pi} = gL_{pi} \left[(q_{\Gamma} + q_{\text{Л}} + q_{p.p}) \xi_p \cos \beta + (q_{\Gamma} + q_{\text{Л}}) \sin \beta \right]$
- ❖ для холостых ветвей $W_{xi} = gL_{xi} \left[(q_{\text{Л}} + q_{p.x}) \xi_x \cos \beta - q_{\text{Л}} \sin \beta \right]$

где g – ускорение свободного падения, м/с², $g = 9,81$ м/с²;

L_{pi} и L_{xi} – длины рассматриваемых рабочего и холостого прямолинейных участков конвейера, м;

q_{Γ} , $q_{\text{Л}}$, $q_{p.p}$ и $q_{p.x}$ – линейные массы соответственно груза, ленты роликовых опор рабочей и холостой ветвей, кг/м;

ξ_p , ξ_x – коэффициенты сопротивления движению рабочей и холостой ветвей ленты по роликам, зависящие от условий работы и формы ленты.

β – угол наклона участка конвейера.

Сопротивления на криволинейных участках ленты зависят от угла обхвата, жесткости ленты, типа подшипников и других факторов. Эти сопротивления можно оценить значением коэффициента $\zeta_o = 1,04 \dots 1,06$ (меньшие значения при угле обхвата $\alpha \leq 90^\circ$, большие при $\alpha \leq 180^\circ$).

Сопротивления движению ленты при загрузке конвейера зависят от производительности, скорости ленты v (м/с), начальной скорости груза v_0 (м/с), поступающего на ленту в направлении движения тягового органа и других факторов.

Ориентировочно

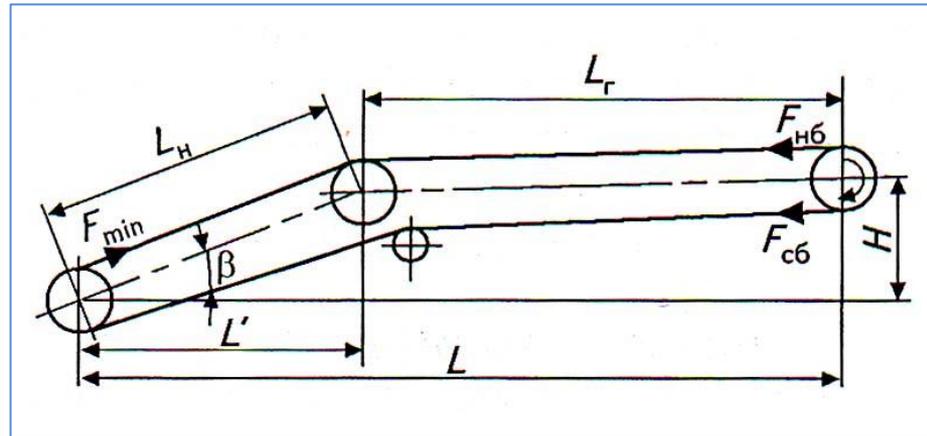
$$W_{заг} \approx Q_c (v - v_0)$$

где Q_c – производительность конвейера, кг/с.

НАТЯЖЕНИЯ В ВЕТВЯХ ЛЕНТЫ

Максимальное натяжение набегающей (рабочей) ветви

$$F_{\max} = F_{\text{нб}} + \xi_0^k \cdot F_{\min},$$



где k – число отклоняющих барабанов рабочей ветви.

$$F_{\text{нб}} \geq \frac{F_t \cdot e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1},$$

где $e = 2,71$ – основание натурального логарифма;

f – коэффициент трения ленты по барабану, зависящий от материала и состояния поверхности барабана.

$$F_{\min} \geq \frac{g(q_{\Gamma} + q_{\text{л}}) \cdot l_p^2}{8[y]}.$$

РАСЧЕТ ПРИВОДА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Номинальная мощность выбираемого двигателя должна быть не меньше расчетной:

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{дв}} \cdot \quad P_{\text{дв}} = \frac{F_t v}{\eta_{\text{б}} \cdot \eta_{\text{м}}}$$

Для конвейеров в основном применяют трехфазные асинхронные двигатели серии АИР.
Передаточное число редуктора

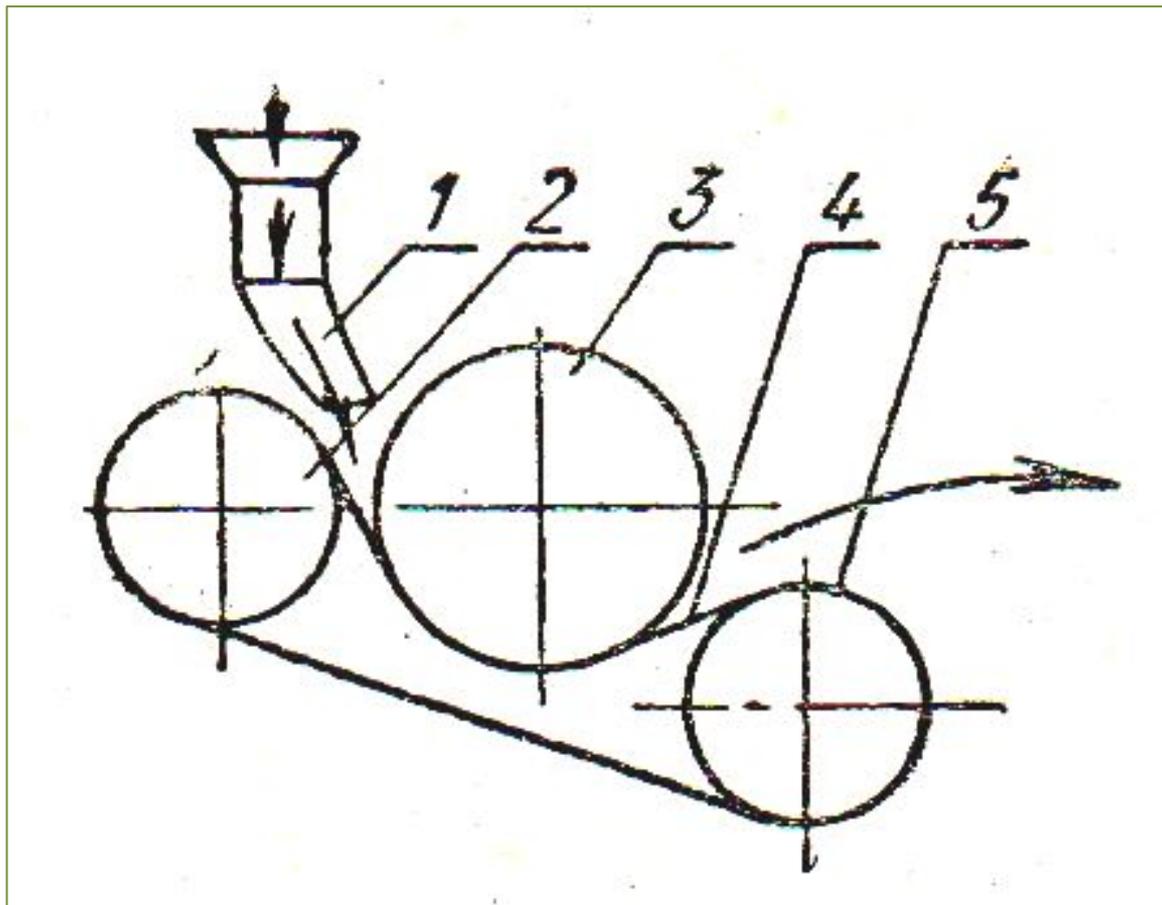
$$u = n_{\text{дв}} / n_{\text{б}} \cdot \quad n_{\text{б}} = \frac{60v}{\pi \cdot D_{\text{б}}}$$

$$\Delta u = \frac{u_p - u}{u} 100\% \leq 4\%$$

Момент тихоходного вала редуктора должен быть не меньше вращающего момента на валу приводного барабана

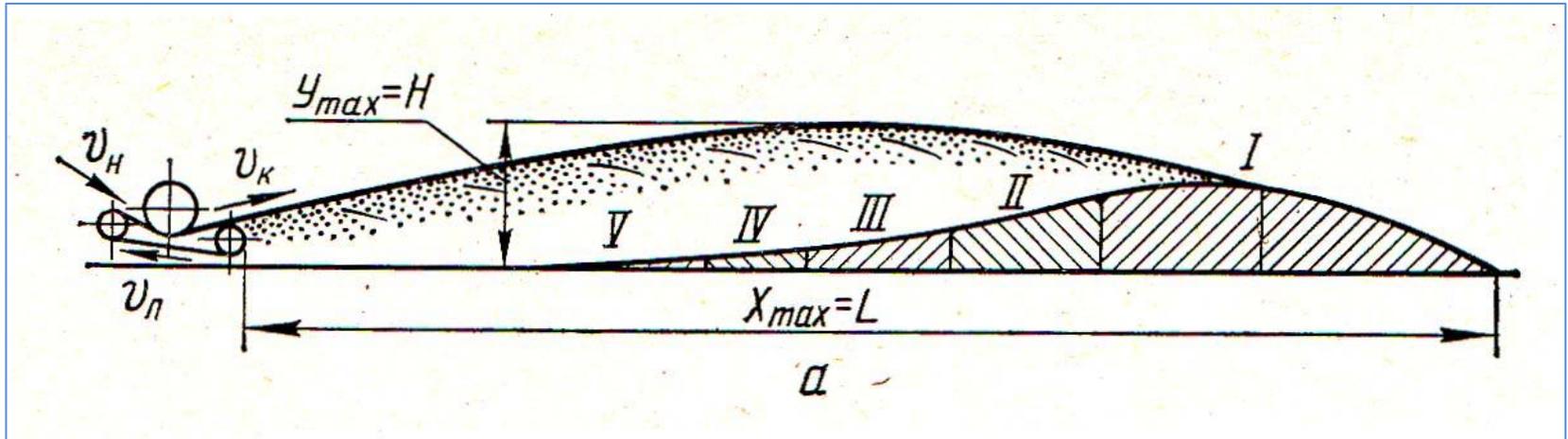
$$T_{\text{б}} = F_t \cdot \frac{D_{\text{б}}}{2\eta_{\text{б}}}$$

СХЕМА МЕТАТЕЛЬНОГО ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА



- 1 – приемный патрубок;
- 2 – натяжной барабан;
- 3 – прижимной барабан;
- 4 – лента;
- 5 – приводной барабан.

РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНЫХ МЕТАТЕЛЕЙ



Траектория полета частиц – параболическая кривая – при конечной скорости v_k описывается уравнением

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{gx^2}{2v_k^2 \cos^2 \beta}$$

Дальность и высота полета без учета влияния сопротивления воздуха

$$L = x = \frac{v_k^2}{g} \sin 2\beta; \quad H = y = \frac{v_k^2}{2g} \sin^2 \beta$$

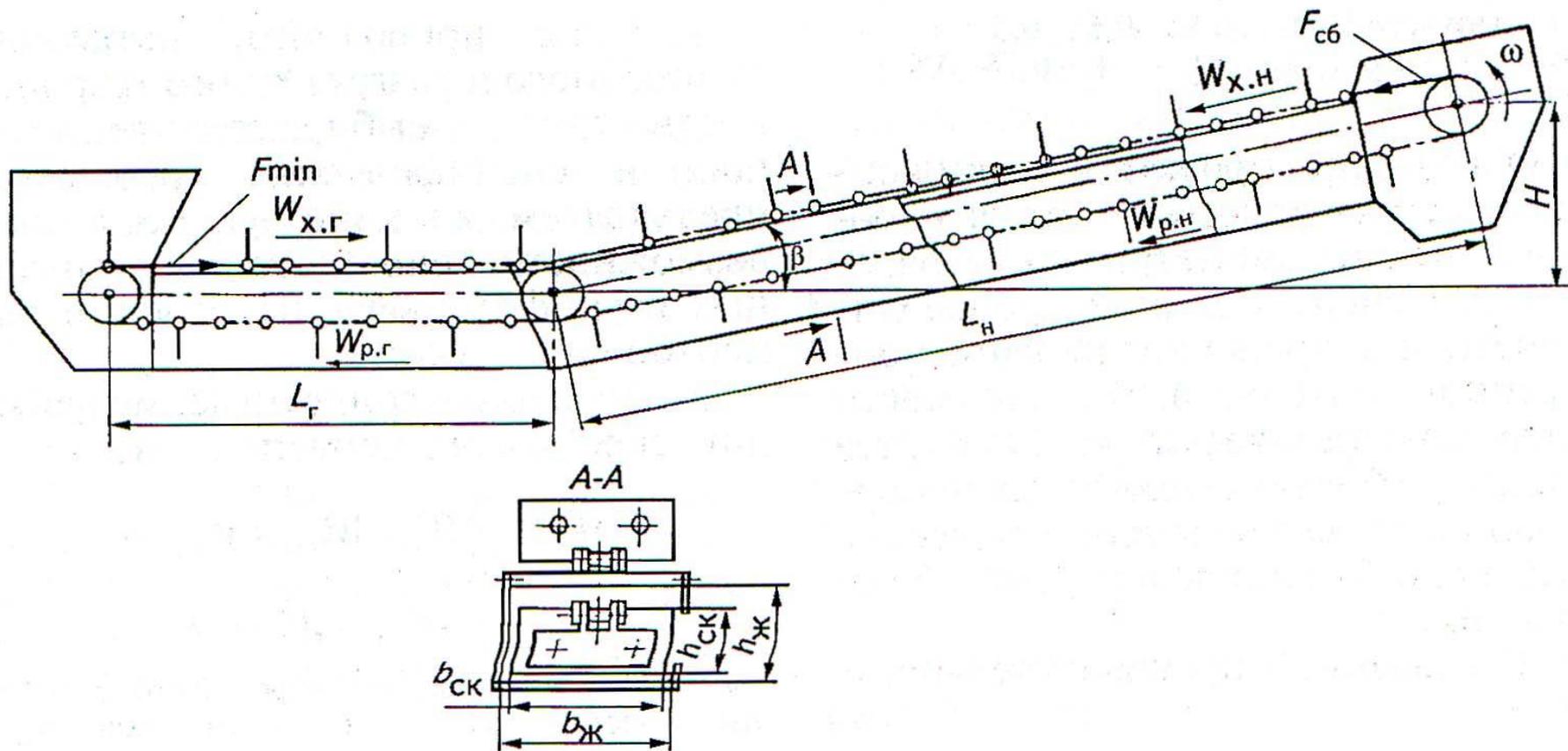
$L = x_{max}$ при $\sin 2\beta = 1$ и $\beta = 45^\circ$. Практически $\beta = 30 \dots 40^\circ$.

В предварительных расчетах скорость метания принимают $v_k = v_n \cdot e^{f\alpha}$.

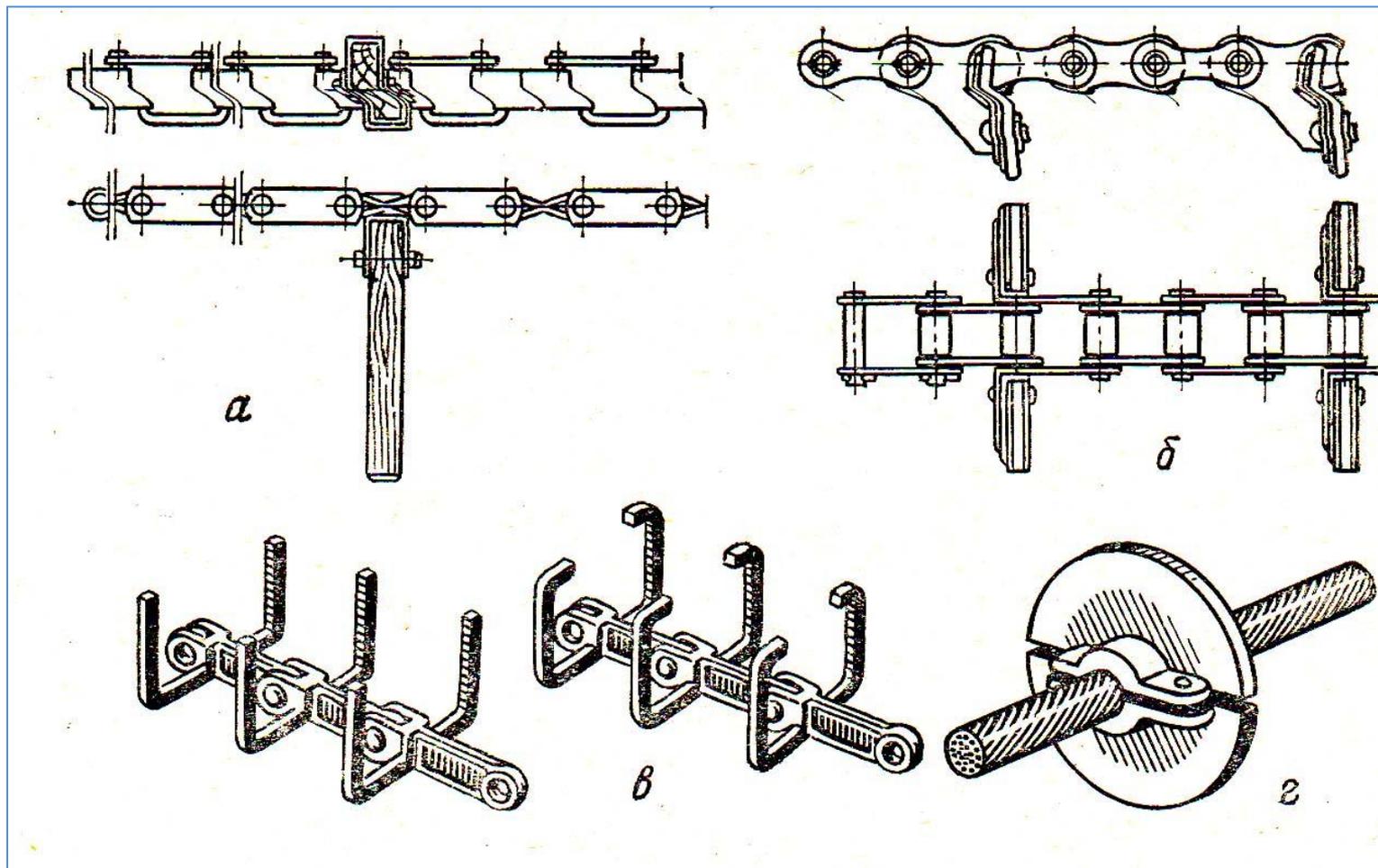
ПОГРУЗКА ЗЕРНА ЗЕРНОМЕТАТЕЛІ



СКРЕБКОВЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

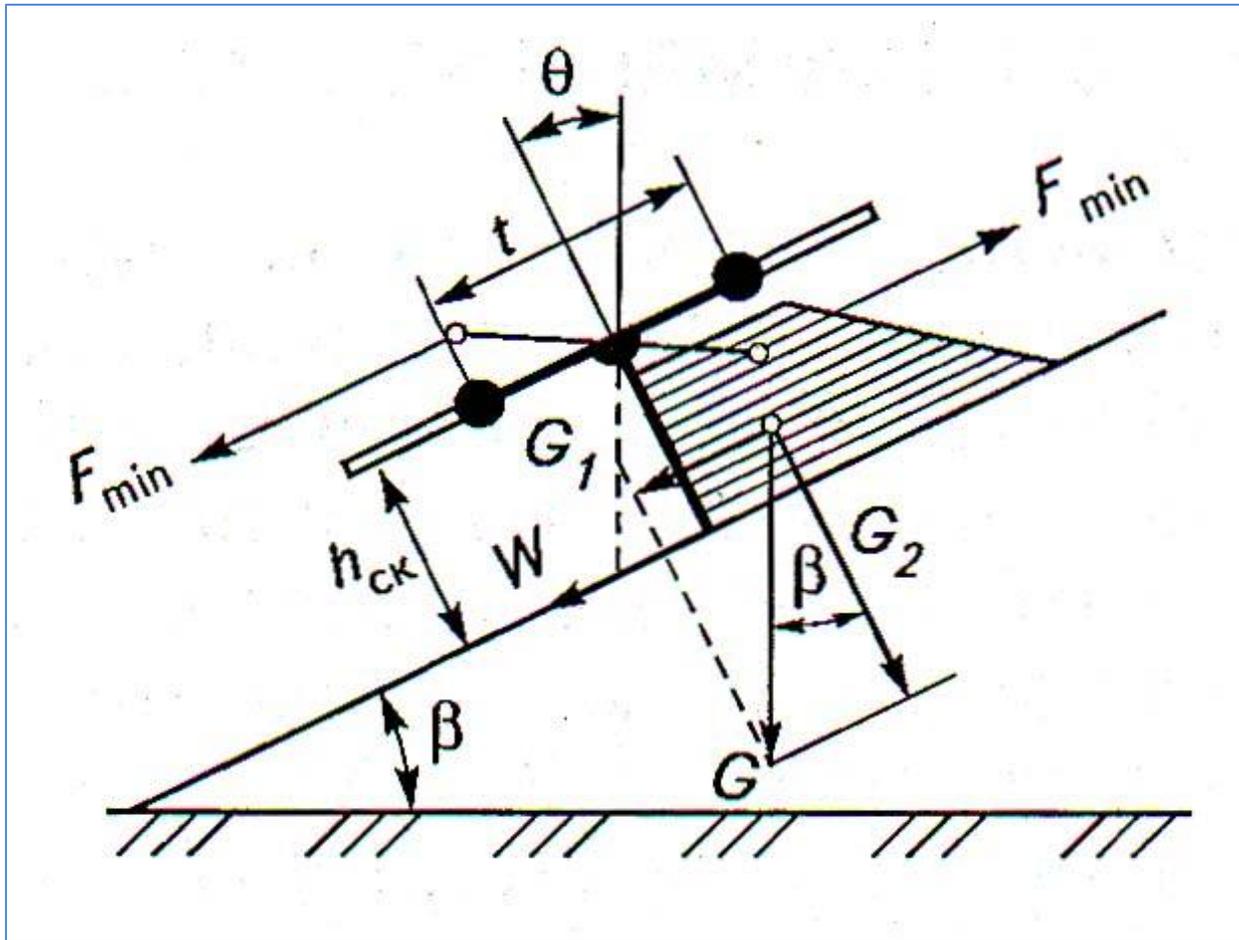


РАЗНОВИДНОСТИ СКРЕБКОВ



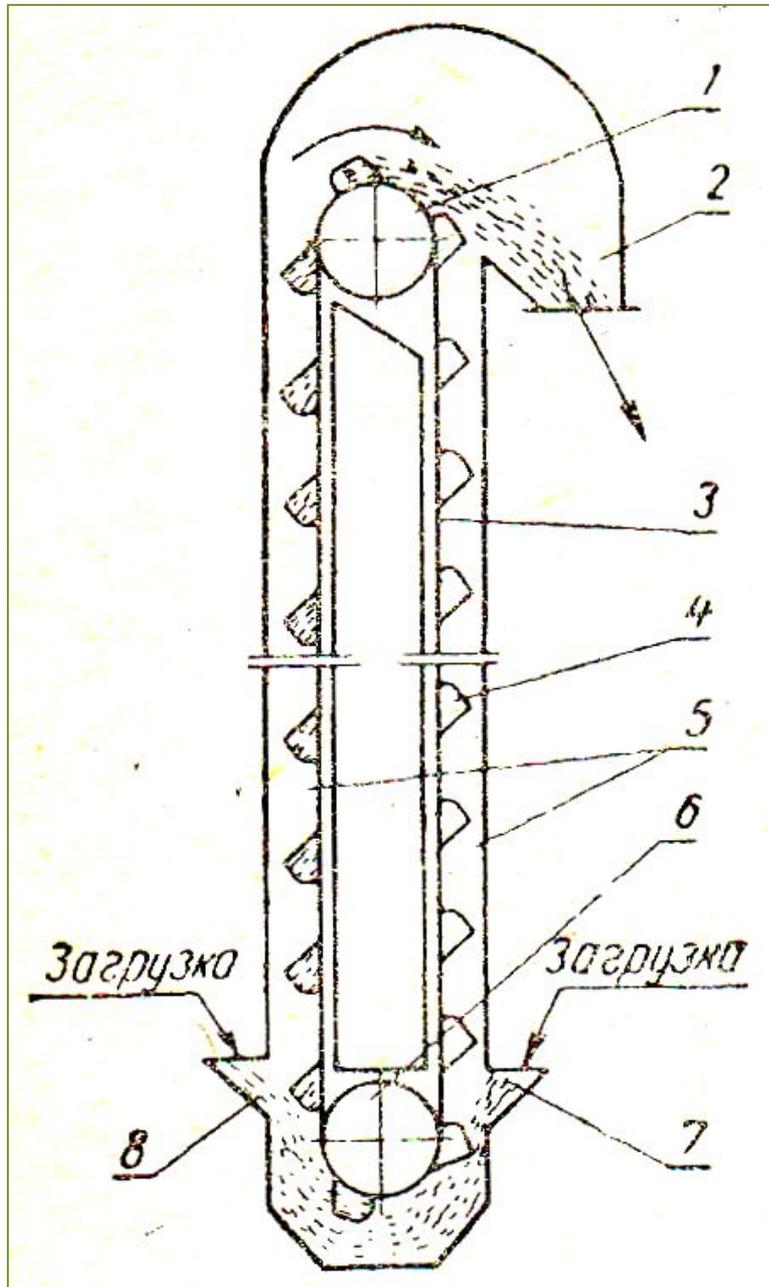
а – консольный; б – из прорезиненного ремня; в – контурные;
г – дисковый.

СХЕМА СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА СКРЕБОК



$$G = g(q + q_y); G_1 = g(q + q_y) \sin \beta; G_2 = \xi \cdot g(q + q_y) \cos \beta$$

НОРИЯ



1 – приводной барабан;

2 – разгрузочный патрубок;

3 – лента;

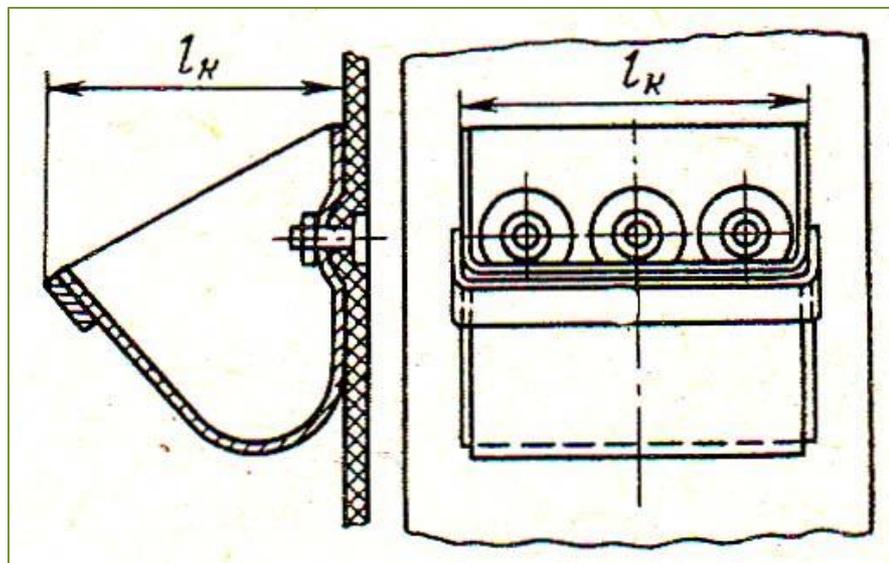
4 – ковш;

5 – трубы;

6 – натяжной барабан;

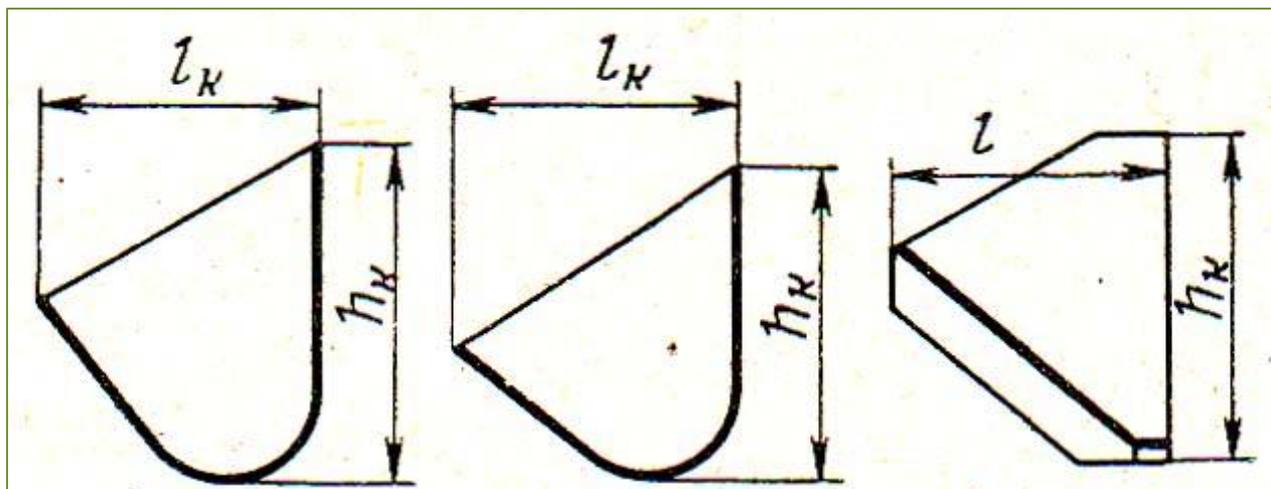
7, 8 – приемные носки.

КРЕПЛЕНИЕ КОВША НА ЛЕНТЕ И ТИПЫ КОВШЕЙ



а

а – крепление ковша к ленте;
б – глубокий ковш;
в – мелкий ковш;
г – ковш с остроугольным дном с бортами на боковых стенках.

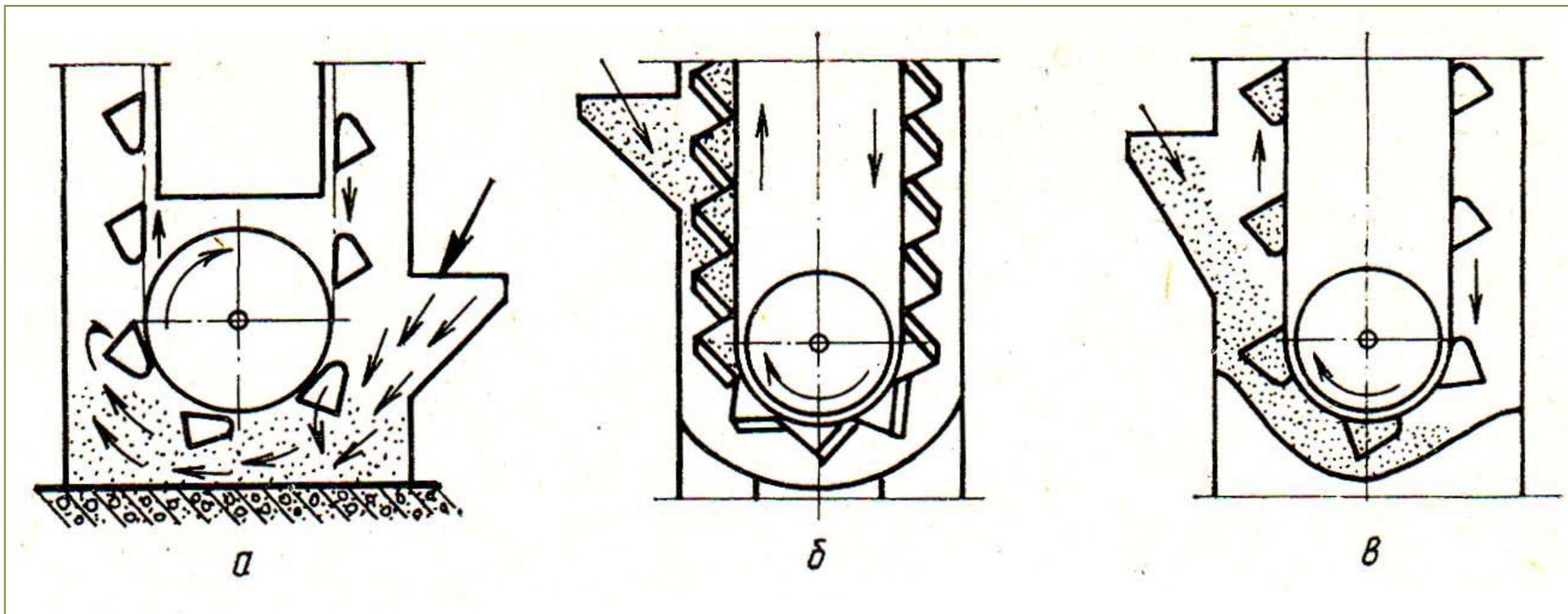


б

в

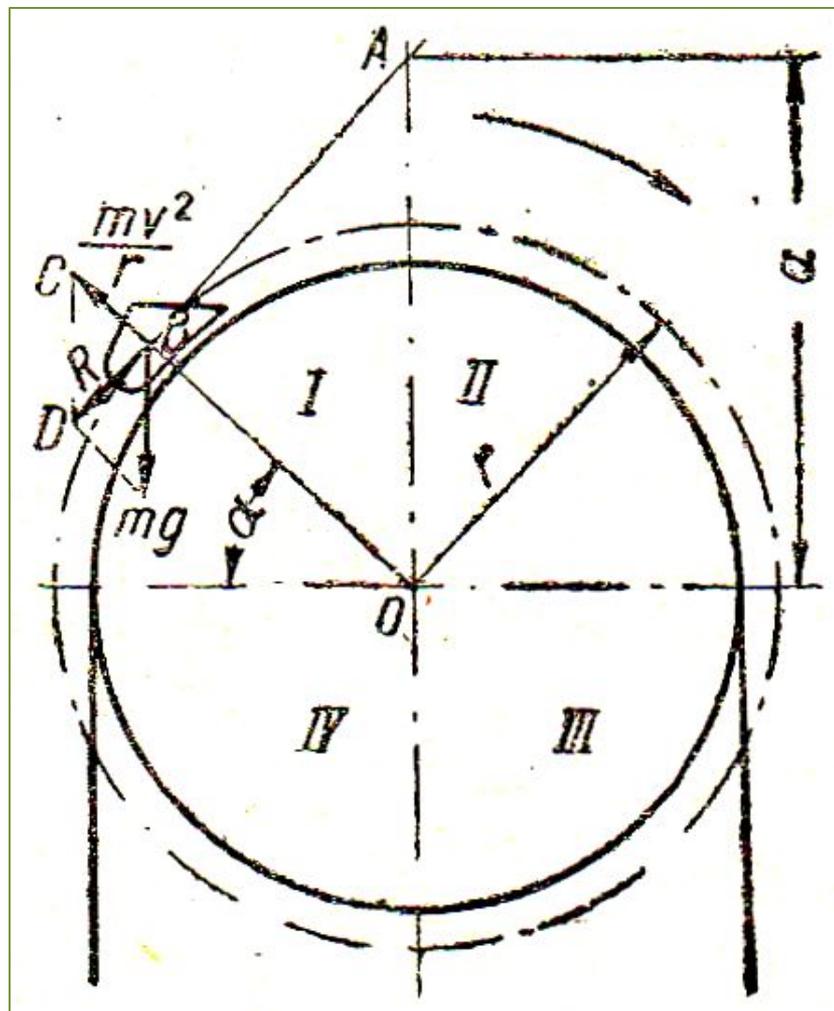
г

СПОСОБЫ ЗАГРУЗКИ КОВШЕЙ

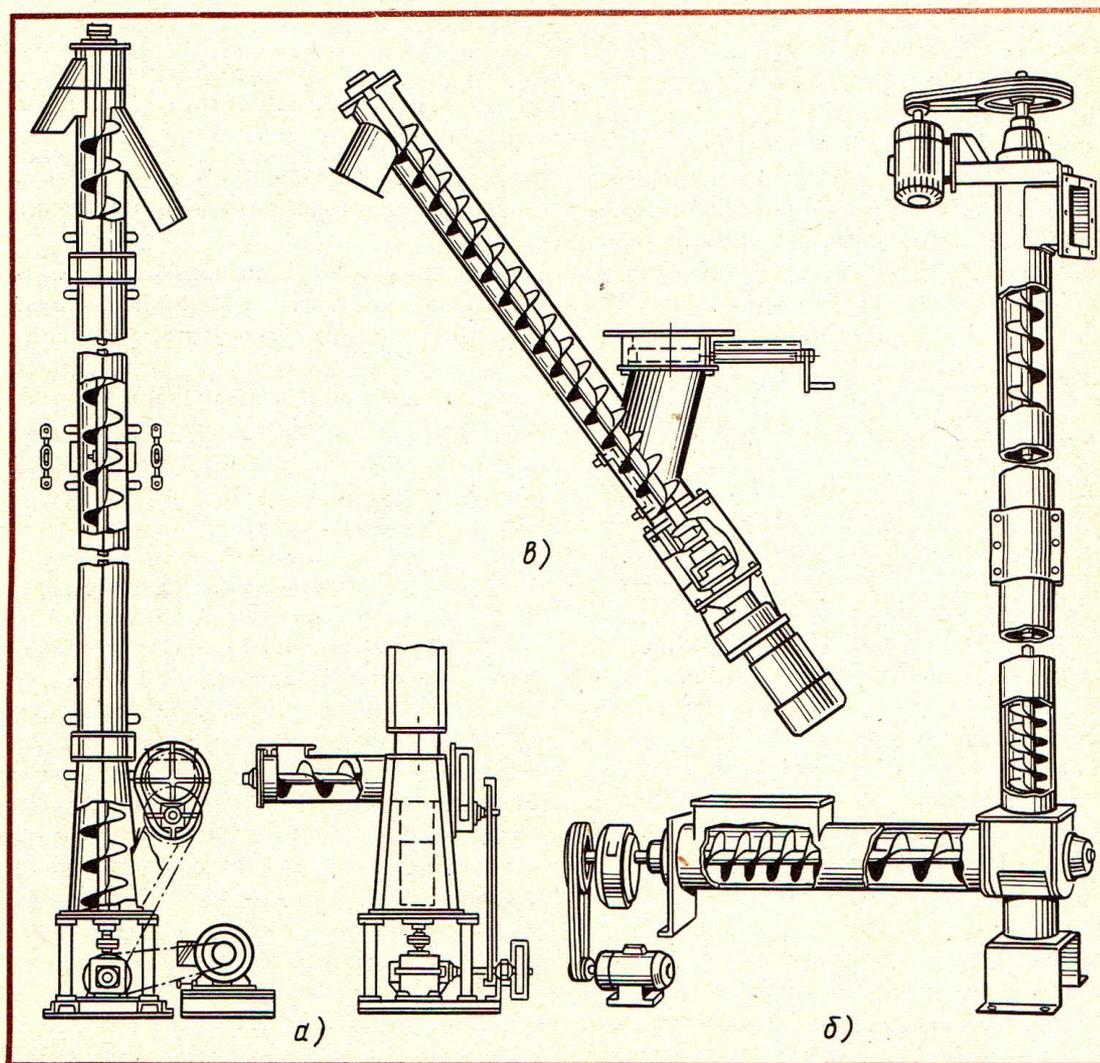


а – по ходу; б – против хода засыпанием; в – против хода зачерпыванием.

СХЕМА СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЧАСТИЦУ ГРУЗА ПРИ РАЗГРУЗКЕ КОВШЕЙ НОРИИ

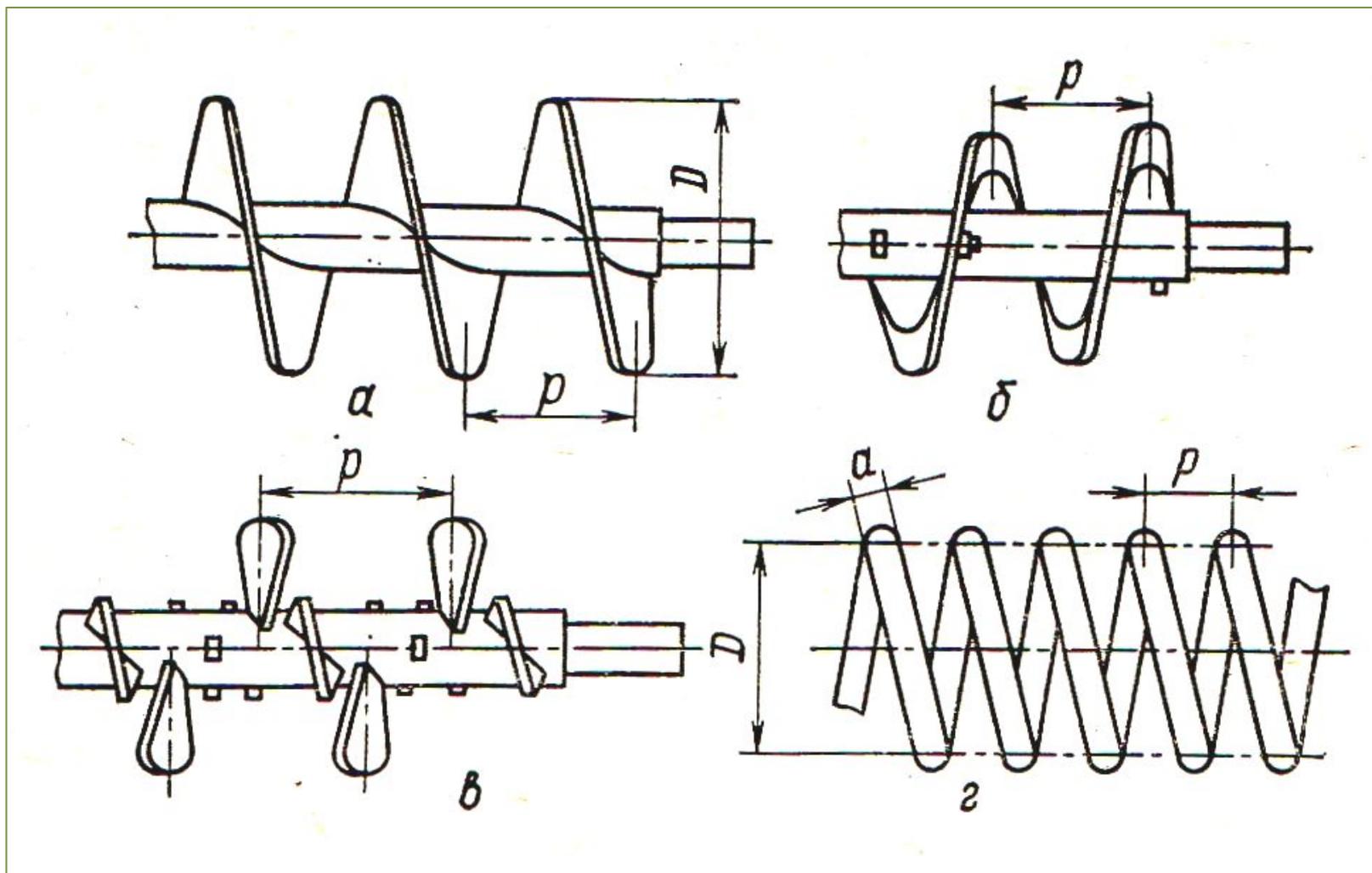


ВИНТОВЫЕ КОНВЕЙЕРЫ



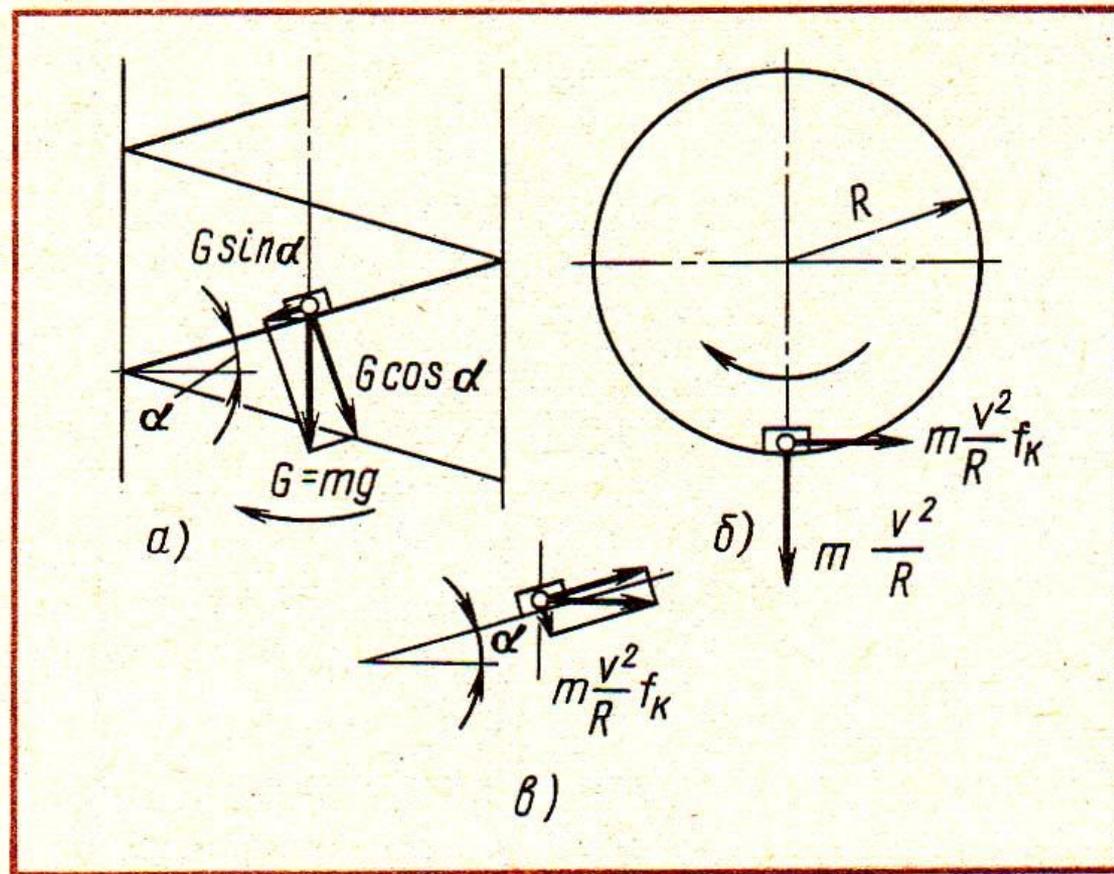
а, б – вертикальные; в – крутонаклонные;

КОНСТРУКЦИИ ВИНТОВ



а – сплошной; б – ленточный; в – лопастной; г – спиральный.

СХЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЕРТИКАЛЬНОГО ВИНТОВОГО КОНВЕЙЕРА



$$n_{кр} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{2g}{D \cdot f_k}} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho_в).$$