

ЛЕКЦИЯ 2

1. Общие вопросы расчета транспортных машин. Уравнение движения

При перемещении груза любым способом с постоянной скоростью в общем случае возникают силы сопротивления движению двух родов: 1) составляющая веса перемещаемого груза и поступательно движущихся частей транспортного устройства и 2) вызванные силами трения (качения, скольжения).

Перемещение груза может происходить разными способами: на колесах (единичных или штучных грузов также на катках); скольжением по желобу, настилу, почве и пр.; в грузонесущей среде во взвешенном состоянии и частично скольжением (гидро- и пневмотранспорт); свободным полетом под действием сообщаемой грузу кинетической энергии (например, на метательных машинах, на виброконвейерах и др.).

При движении по горизонтали с постоянной скоростью груза весом G , расположенного в вагоне весом G_0 , движущая сила (рис. 1, а) равна

$$W = (G + G_0) \frac{df + 2k}{D} = (G + G_0) \omega',$$

где D – диаметр колес; d – диаметр цапф осей; f – коэффициент трения в цапфах; k – коэффициент трения качения (выраженный в тех же линейных единицах, что и D и d , например, в мм).

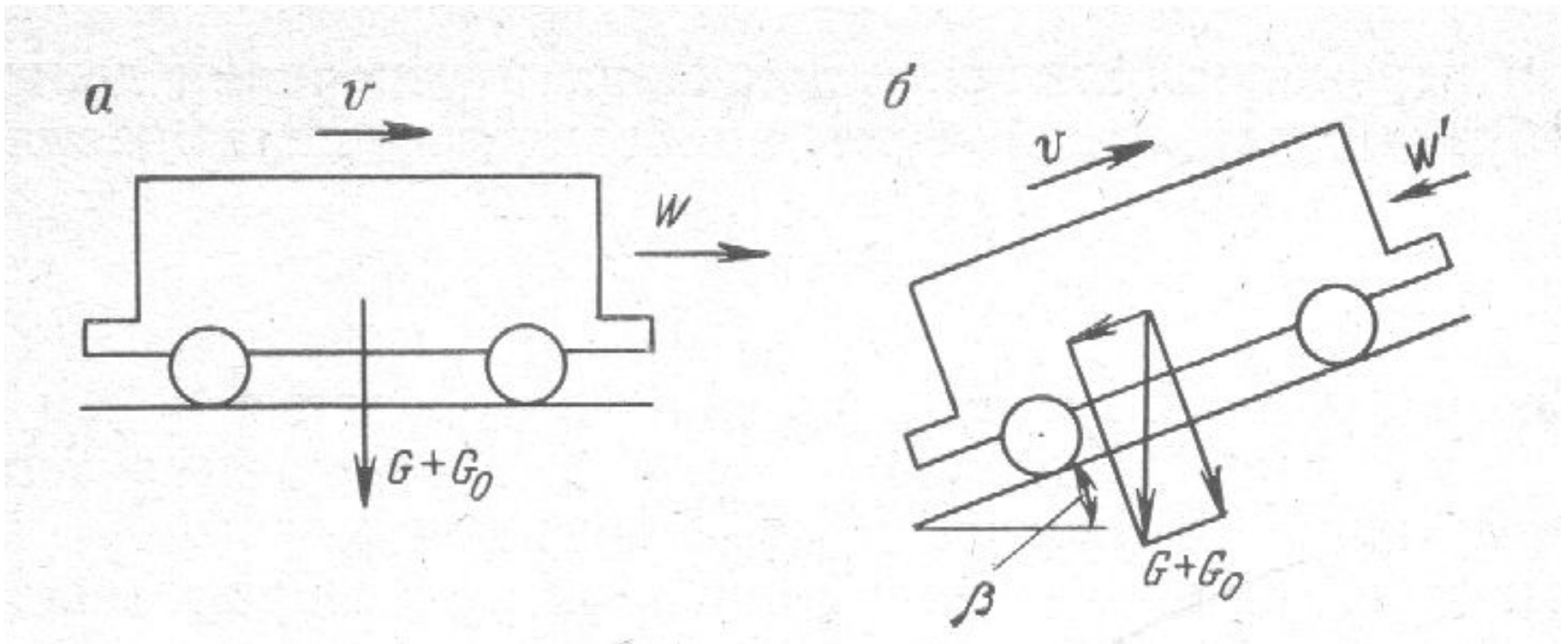


Рис. 1. Силы сопротивления при движении груза по горизонтальному и наклонному пути

При движении с постоянной скоростью под действием внешней силы по наклону под углом β вверх (рис. 1, б) общая сила сопротивления W складывается из сопротивления составляющей веса и силы сопротивления от трения

$$W = (G + G_0) \sin \beta + (G + G_0) \cos \beta \omega' = (G + G_0) (\sin \beta + \omega' \cos \beta).$$

При движении по наклону под углом β вниз

$$W = (G + G_0) (-\sin \beta + \omega' \cos \beta).$$

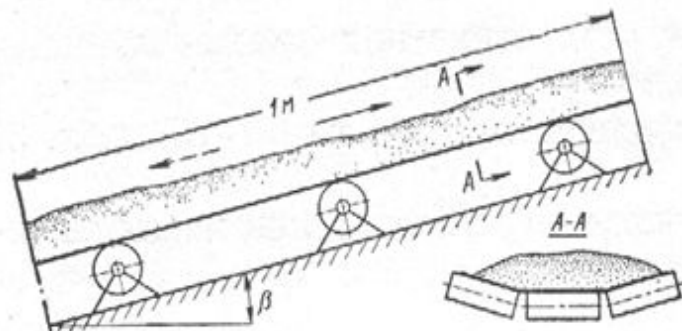
Силы сопротивления движению тягового органа для транспортных машин непрерывного действия на прямолинейных участках на длине в 1 м приведены ниже в таблице.

Силы сопротивления движению на 1 м длины конвейеров, Н

Схемы конвейера

Силы сопротивления движению

Ленточного



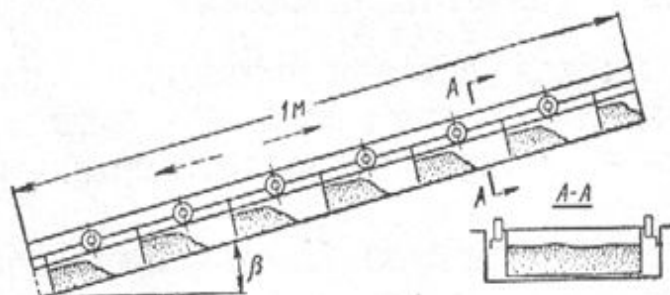
Груженная ветвь

$$W_{гр.1} = (q + q_{л} + q'_{р}) \omega' \cos \beta \pm \pm (q + q_{л}) \sin \beta.$$

Порожняя ветвь

$$W_{п.1} = (q_{л} + q''_{р}) \omega' \cos \beta \mp \mp q_{л} \sin \beta.$$

Скребкового



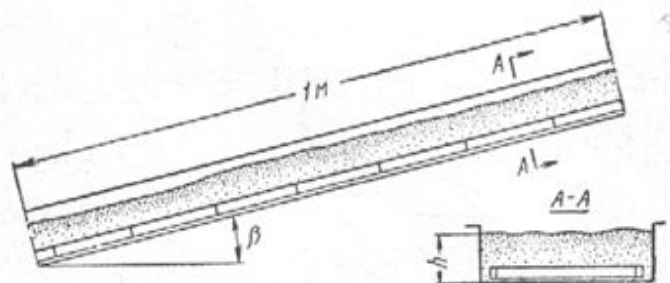
Груженная ветвь

$$W_{гр.1} = (qf_1 + q_0 \omega') \cos \beta \pm \pm (q + q_0) \sin \beta.$$

Порожняя ветвь

$$W_{п.1} = q_0 (\omega' \cos \beta \mp \mp \sin \beta).$$

Скребкового сплошного волочения



Груженная ветвь

$$W_{гр.1} = (qf_1 + q_0\omega') \cos \beta \pm$$

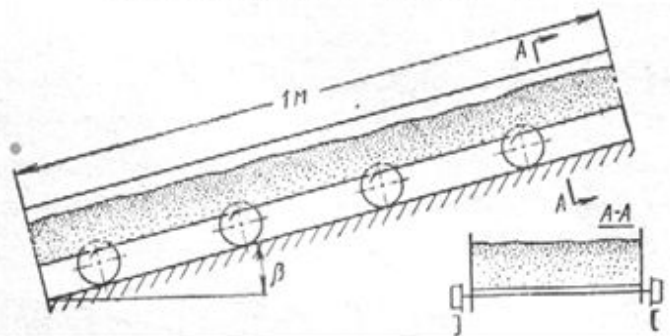
$$\pm (q + q_0) \sin \beta + \frac{10\gamma k_{\pi} h^2 f_1}{\cos^2 \beta}$$

k – коэффициент подвижности материала.

Порожняя ветвь

$$W_{п.1} = q_0(\omega' \cos \beta \mp \sin \beta).$$

Пластинчатого



Груженная ветвь

$$W_{гр.1} = (q + q_0)(\omega' \cos \beta \pm \sin \beta).$$

Порожняя ветвь

$$W_{п.1} = q_0(\omega' \cos \beta \pm \sin \beta).$$

Сопротивления движению тягового органа на барабанах, звездочках, блоках и на батареях направляющих роликов

Сопротивления при огибании тяговым органом приводных и направляющих барабанов, блоков или батарей направляющих роликов определяют в практических расчетах приближенно в зависимости от натяжения тягового органа и угла обхвата (рис. 2).

На направляющем барабане, звездочке, блоке или батарее направляющих роликов увеличение натяжения сбегающей ветви ленты, цепи или каната учитывают введением в расчет коэффициента потерь $k' > 1$

$$S'_{сб} = k' S'_{нб}$$

Сила сопротивления равна разности натяжения сбегающей и набегающей ветвей тягового органа, соответственно, на барабанах, звездочках, блоках и батареях направляющих роликов равна

$$W'_б = S'_{сб} - S'_{нб} = (k' - 1) \cdot S'_{нб}.$$

Значение коэффициента k' принимается индивидуально для конкретного конвейера.

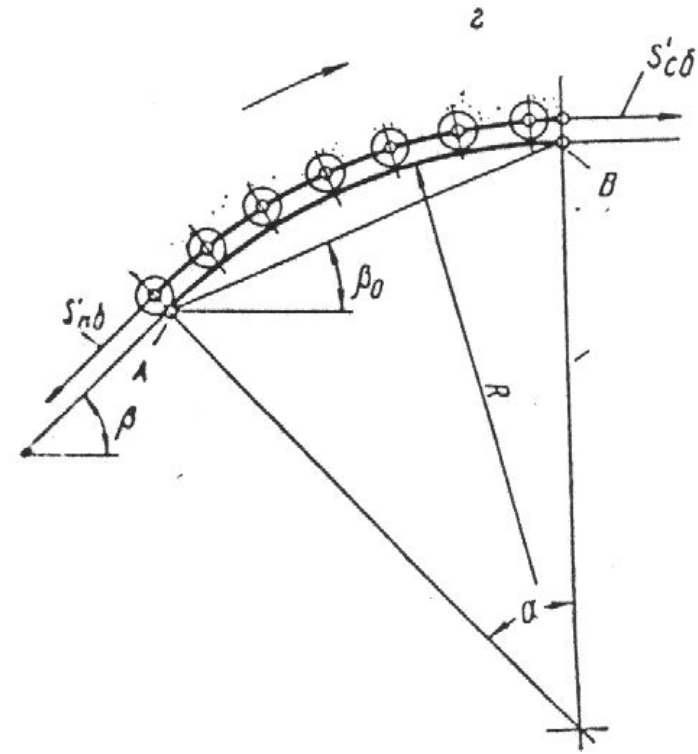
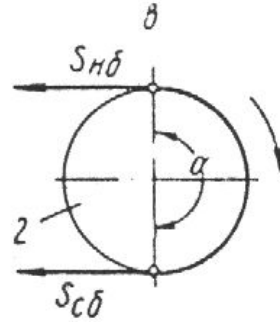
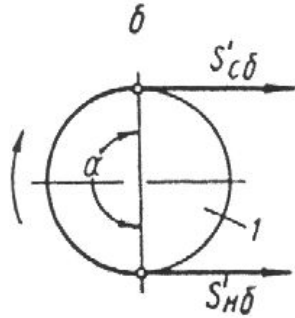
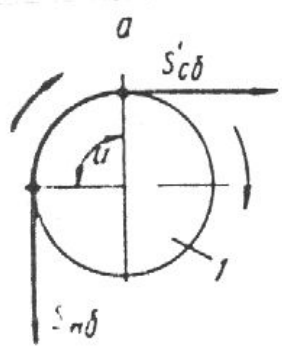


Рис. 2. Схемы к определению сопротивлений на криволинейных участках:

1 – направляющий барабан; 2 – приводной барабан

При неравномерном движении, при движении по криволинейным участкам, при движении со скоростью более 15 км/ч необходимо учитывать: инерционное сопротивление (W_j), силы сопротивления от криволинейных участков (W_k) и силы сопротивления от воздушной среды (W_b). Выражения для определения этих сил будут рассмотрены в разделах «Автомобильный транспорт» и «Железнодорожный транспорт». Уравнение движения в общем виде запишется:

$$F = W,$$

или

$$F = W_0 \pm W_i + W_k + W_b \pm W_j,$$

где F – сила тяги, Н.

2. Производительность транспортных машин

Производительность определяется количеством груза, перемещаемого в единицу времени (по полезному ископаемому – т/ч; по вскрыше – м³/ч).

Различают три вида производительности:

- теоретическую (максимальную) – $Q_{\text{теор}}$;
- техническую (за час работы с учетом технологических простоев) – Q ;
- эксплуатационную (за смену, сутки и т. д.) – $Q_{\text{э}}$.

Машины циклического действия

Теоретическая производительность

$$Q_{\text{теор}}^{\text{ц}} = \frac{W_{\text{к}}}{T_{\text{р}}} \text{ м}^3/\text{ч} \quad \text{или} \quad Q_{\text{теор}}^{\text{ц}} = \frac{q}{T_{\text{р}}} \text{ т/ч}$$

где $W_{\text{к}}$ – вместимость кузова, м³; q – грузоподъемность, т;
 $T_{\text{р}}$ – время рейса (транспортного цикла), ч.

Техническая производительность

$$Q_{\text{Ц}} = \frac{W_{\text{к}} \cdot k_w}{T'_p} \text{ М}^3/\text{ч}; \quad Q_{\text{Ц}} = \frac{q \cdot k_q}{T'_p} \text{ Т/ч}$$

где k_w, k_q – соответственно, коэффициенты использования вместимости или грузоподъемности транспортной машины;

T'_p – длительность цикла с учетом технологических простоев.

Эксплуатационная производительность определяется за длительный период времени (сутки, месяц, год)

$$Q_{\text{Э}}^{\text{Ц}} = Q_{\text{Ц}} \cdot T \cdot k_{\Gamma}$$

где T – время работы в году, определяется с учетом норм технического проектирования и составляет для карьеров 5500÷6500 ч; k_{Γ} – коэффициент технической готовности

транспортной машины, характеризующей ее работоспособность,

$$k_{\Gamma} = \frac{T_{\text{Н}}}{T_{\text{Н}} + T_{\text{В}}}$$

Машины непрерывного действия

Часовая производительность конвейера Q , т/ч при погонной загрузке q , кг/м (рис. 3) и скорости движения рабочего органа v , м/с

$$Q=3,6qv \quad \text{или} \quad Q=3600Fqv\gamma_p \quad \text{т/ч,}$$

где F – площадь поперечного сечения груза на грузонесущем органе, м².

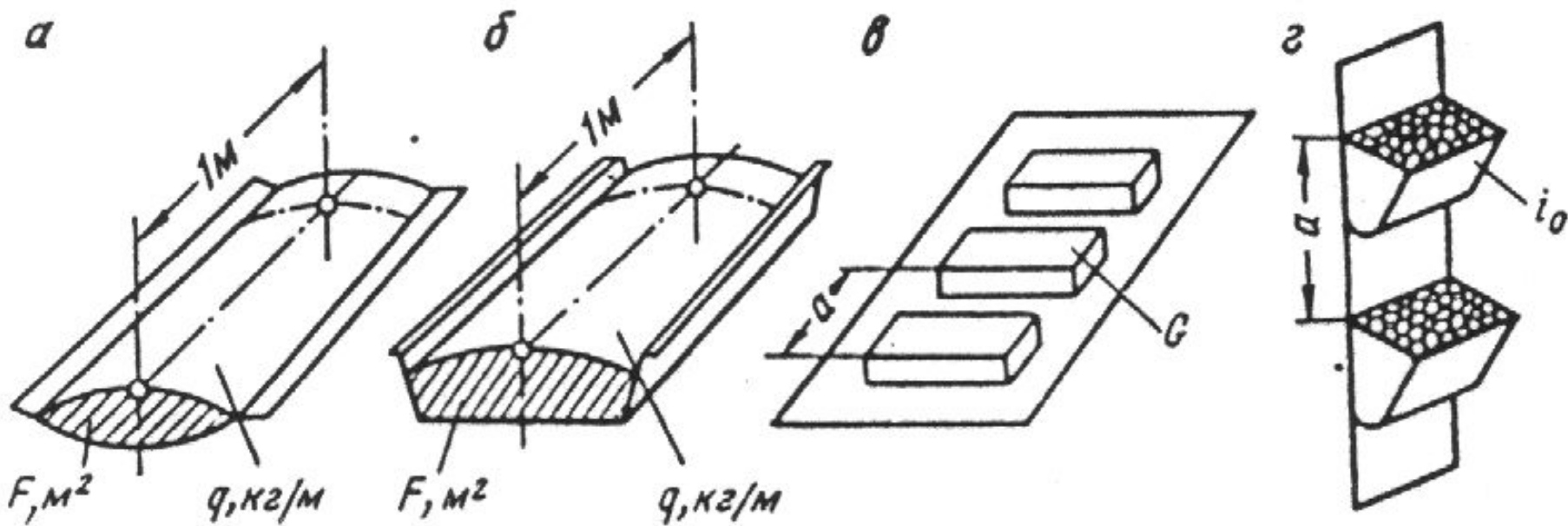


рис. 3. Расположение груза на грузонесущем органе.

а, в – на ленте; б – в желобе; г – в ковше

При перемещении материала по желобу (самотечные установки, скребковые конвейеры)

$$Q=3600F_0v\gamma\Psi \text{ т/ч,}$$

где F_0 – площадь поперечного сечения желоба, м^2 ;

Ψ – коэффициент заполнения желоба.

Производительность конвейерных установок, перемещающих груз в сосудах, расположенных на равных расстояниях по длине тягового органа (ковшовые элеваторы),

$$Q = 3,6 \frac{i_0}{a_0} v \gamma \Psi \text{ т/ч}$$

где i_0 – емкость сосуда, л; a_0 – расстояние между сосудами, м;

Ψ – коэффициент заполнения сосуда.

Расчетная часовая производительность транспортной установки

$$Q = \frac{k_H A}{k_T T} \text{ т/ч}$$

Мощность приводного электродвигателя определяется по следующим выражениям:

Для конвейеров

$$N = \frac{k_M F v}{1000 \eta_{\Pi}} \quad \text{кВт}$$

где k_M – коэффициент запаса мощности, равен 1,1-1,2;

F – окружное усилие на приводном барабане, звездочки, Н;

v – скорость движения тягового органа, м/с;

η_{Π} – к.п.д. передаточного механизма.

Для машин циклического действия мощность, потребляемая на отдельных участках дороги равна

$$N = \frac{F v}{3600 \eta_{\Pi}} \quad \text{кВт}$$

где F – сила тяги на рассматриваемом участке, Н;

v – скорость движения на рассматриваемом участке, км/