

Тема: ОСНОВЫ ТЕОРИИ САМОТЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

4. Производительность средств перемещения сыпучих грузов

Вопросы для рассмотрения:

1. Общие сведения о самотечном транспорте.
2. Определение минимального угла наклона плоскости для транспортирования.
3. Определение конечной скорости движения тела по наклонной плоскости под действием силы тяжести.
4. Производительность самотечного транспорта.

Раздаточный материал:

1. Устройства для самотечного транспорта.
2. Минимальные углы наклона (таблица 1) и минимальные размеры желобов и труб (таблица 2).

7. Основы теории самотечного транспорта

7.1. Общие сведения.

Самотечный транспорт осуществляется путем скатывания или сползания (скольжения) груза (рис. 7.1) по наклонной плоскости (почва, деревянные настилы, металлические листы, закрытые или открытые желоба, трубы, винтовые спуски), или падения по вертикали (гезенк, каскадный спуск) под действием силы тяжести или ее составляющей (наклонные плоскости). Каждая из этих форм движения горной массы имеет свои закономерности и картину, которые влияют на производительность (пропускную способность), износ устройств, измельчение груза, зависание (пробкообразование).

Достоинства: простота, высокая производительность, отсутствие электромеханического оборудования, возможность использования транспортных выработок для накопления груза, сравнительная дешевизна.

Недостатки: износ транспортных устройств и выработок, измельчение груза, зависимость работы от свойств груза, влажности, климатических условий.

Применение. Широко применяется на шахтах для доставки в забоях, для спуска по скатам, печам, рудоспускам, гезенкам и др. На поверхности и на обогатительных фабриках – для передачи груза с верхних этажей на нижние, на погрузочных и перегрузочных пунктах, для загрузки агрегатов и др.

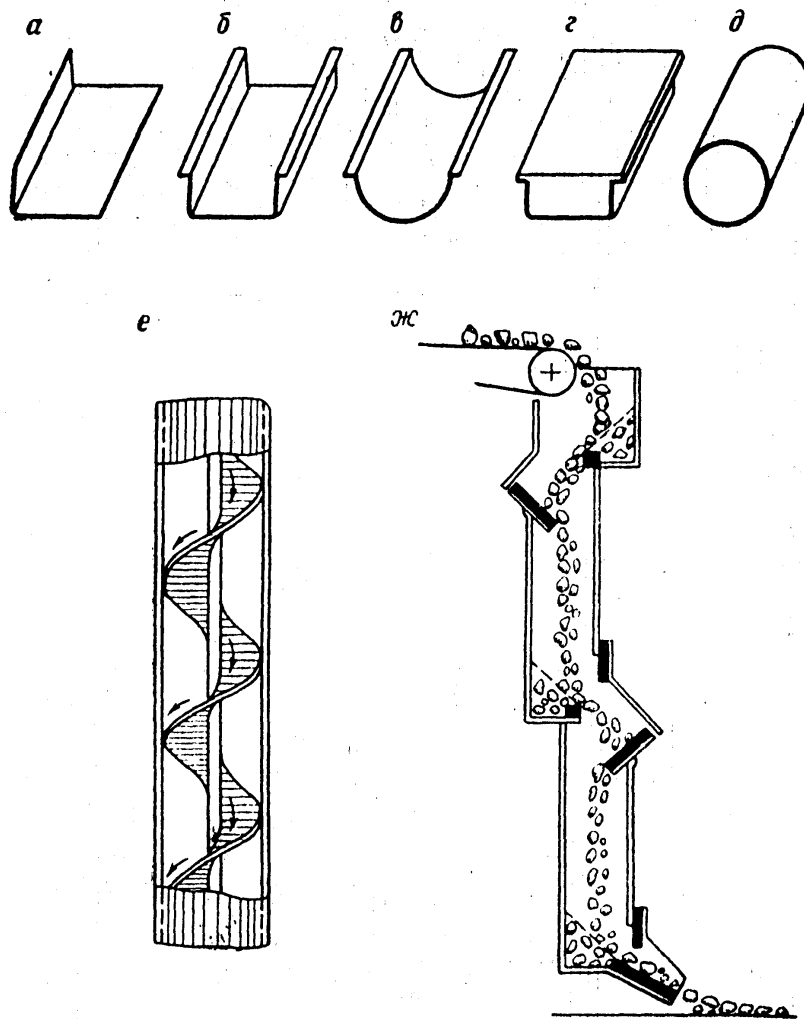


Рис. 7.1. Самотечные устройства:
 а – однобортный лист; б, в – открытые желоба; г – закрытый желоб;
 д – труба; е – винтовой спуск; ж – каскадный спуск

7.2. Основы теории.

7.2.1. Определение минимального угла наклона плоскости для транспортирования.

Движение осуществляется (рис. 7.2) только вниз под действием силы $T = mg \cdot \sin \beta$. В обратную сторону действует сила трения $W = mg \cdot f \cdot \cos \beta$ и сила инерции $P_u = m \cdot a$. Уравнение движения:

$$T - W - P_u = 0; T = W + P_u$$

$$mg \cdot \sin \beta = mg \cdot f \cos \beta + ma. \quad (7.1)$$

Считается, что коэффициент трения скольжения f не зависит от скорости и от веса груза mg . Тогда для движения с постоянной скоростью (любой по величине) $a = 0$ и уравнение движения примет вид:

$$mg \cdot \sin \beta = mg \cdot f \cos \beta \text{ или } f = \operatorname{tg} \beta. \quad (7.2)$$

Угол β , тангенс которого равен f (угол трения), иногда называют углом равновесия.

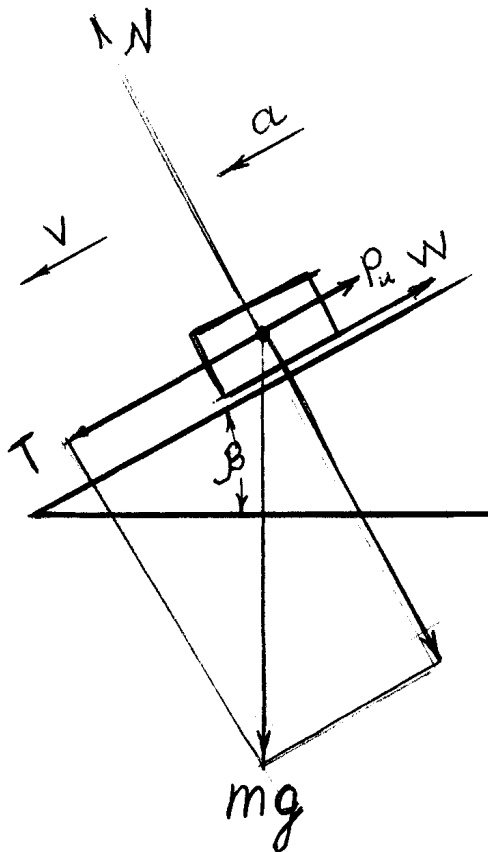


Рис. 7.2. К определению минимального угла β наклона плоскости к горизонту для самотечного транспорта

Поскольку, как правило $f < f_0$, где f_0 – полный коэффициент трения покоя (для момента начала скольжения), теоретически минимальным углом наклона для возможности осуществления транспорта под действием собственного веса считают такой угол, тангенс которого равен f_0 (возможность начала движения покоящегося груза). Это приводит к тому, что даже теоретически скольжение по наклонной плоскости всегда будет ускоренным. Для того, чтобы транспортирование шло надежно, на практике наименьший угол наклона плоскости увеличивают на 5° - 10° против минимального (теоретического). Часто в условиях шахты углы уже заданы естественными условиями – наклоном пластов, выработок. При этом они могут превышать (вплоть до 90°) минимально возможные.

Все сказанное выше показывает, что всегда при транспортировании под действием силы тяжести мы имеем ускоренное движение горной массы. Из уравнения движения ускорение равно $a = g(\sin \beta - f_0 \cdot \cos \beta)$, или $a = g(\operatorname{tg} \beta - f_0)$. При $\operatorname{tg} \beta > f_0$, $a > 0$ – движение ускоренное, при $\operatorname{tg} \beta = f_0$ – с постоянной скоростью ($a = 0$), при $\operatorname{tg} \beta < f_0$ – замедленное.

7.2.2. *Определение конечной скорости движения тела по наклонной плоскости под действием силы тяжести.*

Ускоренное движение горной массы при самотечном транспорте приводит к тому, что груз движется (разгоняется) до таких величин (значений)

скорости, при которых он вылетает из желобов, разрушает крень, интенсивно измельчается и др. Для ликвидации этого нежелательного явления принимаются различные меры по уменьшению скорости движения (гасители скорости). Частота их установки определяется в зависимости от предельной допустимой максимальной скорости. Последнюю можно определить из решения задачи определения конечной скорости при заданной длине скольжения.

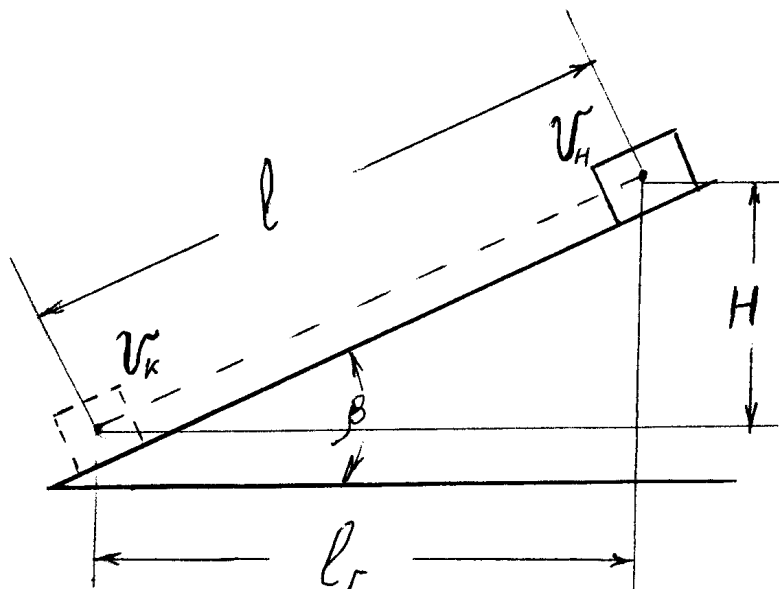


Рис. 7.3. К определению конечной скорости тела, движущегося под действием силы тяжести

На рис. 7.3 через v_n и v_k обозначены начальная и конечная скорость движения на участке длиной l при угле наклона β . на основании закона кинетической энергии запишем:

$$\frac{mv_k^2}{2} - \frac{mv_n^2}{2} = T \cdot l - Wl; \quad \frac{mv_k^2}{2} - \frac{mv_n^2}{2} = l(mg \cdot \sin \beta - fmg \cdot \cos \beta) \quad (7.3)$$

откуда

$$v_k^2 = v_n^2 + 2l(g \cdot \sin \beta - fg \cdot \cos \beta) \quad , \quad (7.4)$$

или

$$v_k = \sqrt{v_n^2 + 2lg(\sin \beta - f \cdot \cos \beta)}. \quad (7.5)$$

Эту формулу можно записать через проекции длины пути скольжения

$$v_k = \sqrt{v_n^2 + 2g(H - f \cdot l_r)}. \quad (7.6)$$

Зная величину допустимой скорости v_k и коэффициент трения f можно определить расстояние между гасителями скорости, задавшись v_n :

$$l = \frac{v_k^2 - v_n^2}{2g(\sin \beta - f \cos \beta)}. \quad (7.7)$$

7.2.3. Производительность.

Можно определять по известным формулам для транспортных установок непрерывного действия ($Q_T = 3600S_{жс} \cdot \psi \cdot \rho \cdot v$, т/ч). При этом значения

$\psi = 0,3 - 0,5$ – для закрытых желобов и труб,

$\psi = 0,5 - 0,6$ – для открытых желобов,

$\psi = 0,6 - 0,7$ – для выходных отверстий люков.

Трудность расчета заключается в определении скорости движения материала. Т.к. скорость движения в разных сечениях разная (ускоренное движение груза), производительность следовало бы определять по скорости в пункте загрузки, где она имеет, как правило, минимальную величину, однако методов ее определения нет, поэтому пропускную способность желобов принимают по практическим данным.

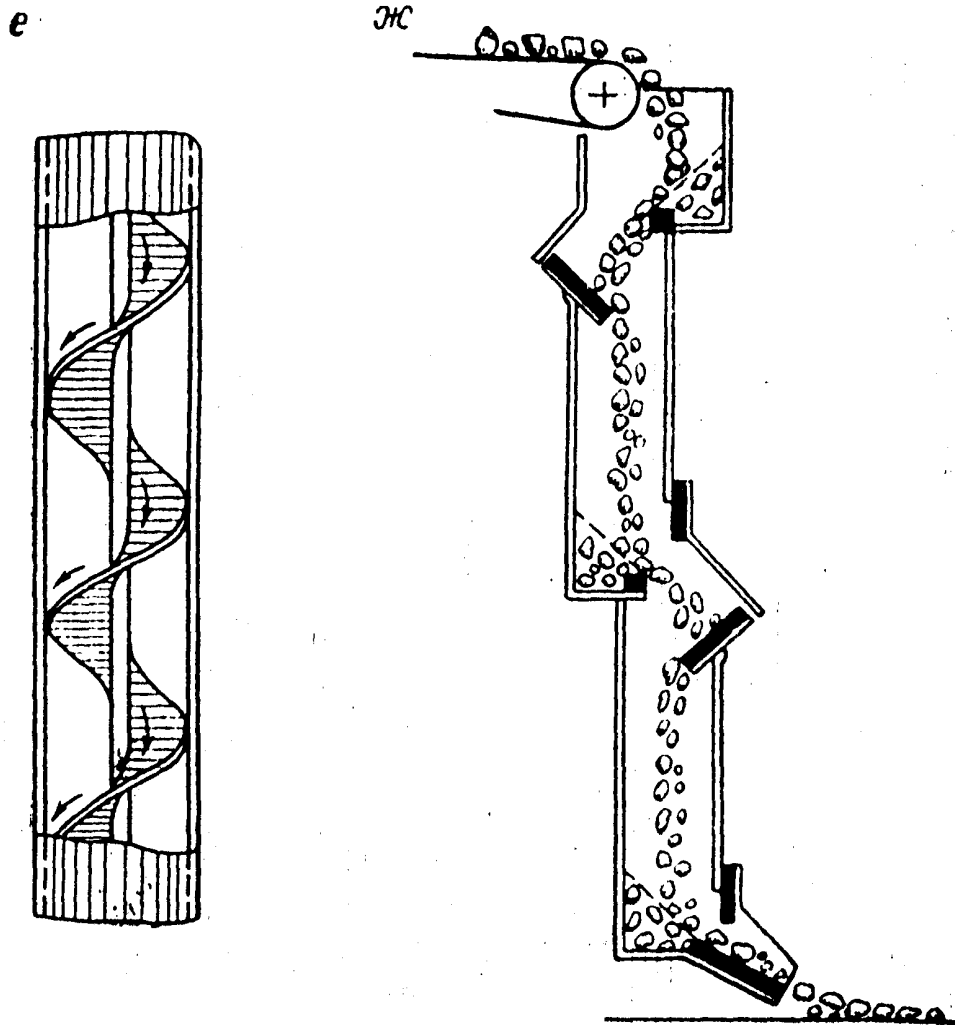
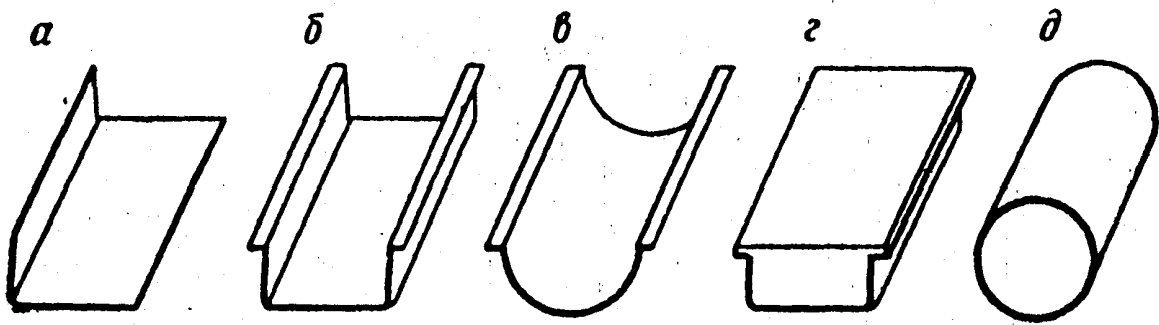
Скорость истечения груза из отверстий люков расчетом определить тоже нельзя, поэтому ее принимают по опытным данным 0,03-0,3 м/с в зависимости от крупности кусков и площади отверстий. Во избежание заклинивания наименьший размер выпускного отверстия должен быть не менее трех размеров максимального куска груза.

Минимальные углы наклона и минимальные размеры желобов и труб приведены в таблицах 1 и 2.

Рекомендуемая литература:

1. Біліченко М.Я. Основи теорії та розрахунки транспортних засобів механізації переміщення вантажів шахт. Навчальний посібник - Дніпропетровськ: НГУ, 2002. –102с. (стр.)
2. Транспорт на горных предприятиях / Под ред.. проф, Б.Л. Кузнецова. М.: Недра, 1976, - 552 с. (стр.)
3. Основные положения по проектированию подземного транспорта для новых и действующих угольных шахт. - М.; ИГД им. А.А. Скочинского, 1986, - 355 с. (стр.)
4. Шахтный транспорт шахт и рудников: Справочник / Под ред. Г.Я. Пейсаховича, И.Л. Ремизова. - М.: Недра, 1985. - 565 с. (стр.)

САМОТЕЧНЫЕ УСТРОЙСТВА



а – однобортный лист; б, в – открытые желоба; г – закрытый желоб;
д – труба; е – винтовой спуск; ж – каскадный спуск

**МИНИМАЛЬНЫЕ УГЛЫ НАКЛОНА (ТАБЛИЦА 1) И
МИНИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ЖЕЛОБОВ И ТРУБ (ТАБЛИЦА 2).**

Таблица 1.

**Минимальные углы наклона,
град**

Уголь по почве	35-38
Уголь по деревянному настилу	30-35
Уголь по стальным листам	17-25
Уголь по эмалированным листам	12-14
Угольная пыль по стальному листу	45
Антрацит по стальным листам	15-17
Антрацит по эмалированным листам	11-13
Руда по почве	53-60
Руда по стальным листам	35-55

Таблица 2.

Максимальн. размер кусков перемещаем. груза	Миним. ширина желоба (миним. диаметр трубы)	Минимальная высота бортов желоба	
		закрытого	открытого
25	200	150	100
40	300	200	150
65	400	250	200
100	500	300	200
150	600	350	250
250	800	450	300
400	1000	600	400