

Тема: РАСЧЕТ ОТКАТКИ ОДИМ КОНЦЕВЫМ КАНАТОМ ПО НАКЛОННЫМ ВЫРАБОТКАМ

Вопросы для рассмотрения:

1. Расчет канатной откатки с наклонными заездами.
2. Расчет канатной откатки с горизонтальными заездами.
3. Канатные откатки для перевозки людей.

Раздаточный материал:

1. Схемы одноконцевых откаток
2. Методика расчета откатки одним концевым канатом по наклонным выработкам

11. Расчет откатки одним концевым канатом по наклонным выработкам

11.1. С наклонными заездами.

1. Расчетная схема. Исходные данные:

На рис. 11.1 приведены схемы одноконцевых откаток, а на рис. 11.2 – их расчетные схемы исходными данными для расчета являются

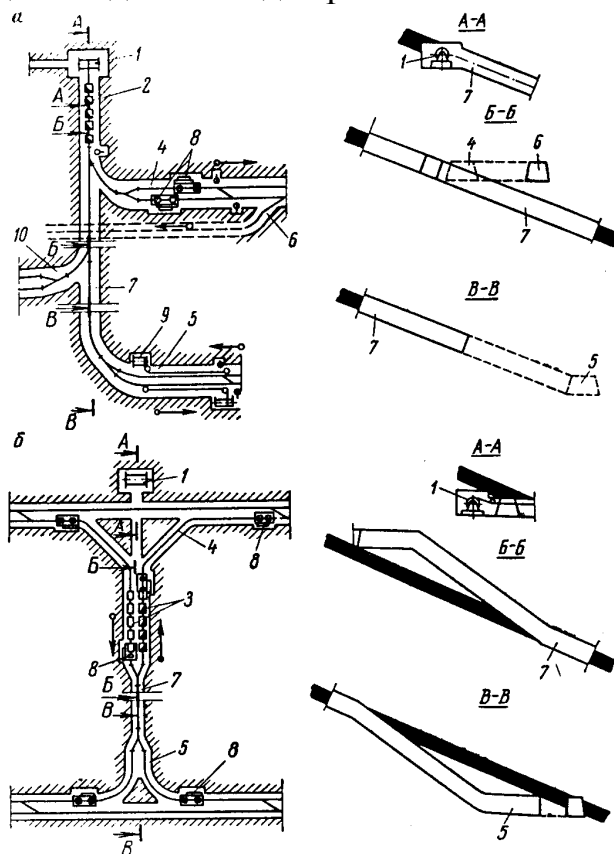


Рис. 11.1 Схемы одноконцевых откаток

(а – с наклонными, б – с горизонтальными заездами):

1 – лебедка однобарабанная; 2 – состав вагонов на участке переподъема; 3 – составы на горизонтальной площадке; 4, 5 – верхняя и нижняя приемно-отправительные площадки; 6 – обходная выработка; 7 – наклонная (по пласту) выработка; 8 – толкатель; 9 – маневровая лебедка; 10 – заезд на промежуточный горизонт

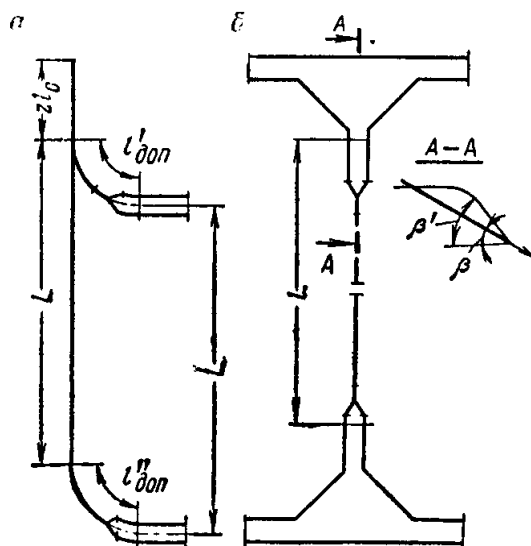


Рис. 11.2. Расчетные схемы откатки: а – с наклонными заездами; б – с горизонтальными заездами

L – длина откатки; $Q_{см}$, т/см – производительность за смену; β , град – угол наклона пласта (выработки); $l_{дон} = l'_{дон} + l''_{дон}$ – длина наклонных заездов; принимается $l_{дон} = (40 - 70)$ м; Θ , с, – время на прицепку-отцепку вагонеток за цикл; принимается $\Theta = (80 - 120)$ с; l_0 , м – длина вагонетки с растянутыми сцепками (вагонетка должна быть известна или выбрана); m_0 и m , кг – тара и грузоподъемность вагонетки; $t_{см}$ – время смены в часах; k, k_m – соответственно коэффициенты неравномерности работы (грузопотока) и машинного времени; $k = 1,5 - 2$; $k_m = 0,7 - 0,85$; c – коэффициент уменьшения скорости движения вагонеток на наклонных заездах и на участке переподъема (участок $z l_0$). Принимается $c = 2 \div 3$.

2. Цель расчета: выбрать лебедку, определить число вагонеток в составе, который прицепляется к канату; рассчитать и выбрать канат; рассчитать мощность двигателя, установить (выбрать) его тип и проверить на перегрузочную способность; проверить возможность осуществления откатки на заданную длину по условию разматывания каната с барабана лебедки движущимся вниз составом.

3. Предварительный выбор лебедки осуществляется по заданной длине откатки, канатоемкости лебедки и ее тормозному оборудованию (при перевозке грузов допускается 1 тормоз, при перевозке людей – только два – рабочий и аварийный)

Для выбранной предварительно лебедки выписывается ее характеристика.

4. Определение числа вагонеток в составе.

Осуществляется по двум условиям: по заданной производительности и по прочности сцепки.

а) По условию обеспечения производительности:
расчетный грузопоток

$$Q_p = \frac{Q_{см} \cdot k}{t_{см} \cdot t_m}, \text{ т/ч.} \quad (11.1)$$

Принимается $Q_p = Q_T$.

Теоретическая производительность (установка периодич. действия)

$$Q_T = \frac{3,6zm}{T_p}. \quad (11.2)$$

Время одного рейса $T_p = T_{\text{об}} + \Theta$, с

$$T_p = \frac{2L}{v_{cp}} + \frac{2\ell_{\text{дон}} \cdot c}{v_{cp}} + \frac{2z\ell_0 \cdot c}{v_{cp}} + \Theta, \text{ с} \quad (11.3)$$

v_{cp} – средняя скорость м/с – из характеристики лебедки.

Число рейсов за час

$$i = \frac{3600}{T_p} \text{ (округляется до целого меньшего)} \quad (11.4)$$

Приравнявая $Q_p = Q_T$ и решая (после подставки значения T_p) уравнение (11.2) относительно z получим формулу для числа вагонеток, при котором выбранной лебедкой можно обеспечить заданное значение Q_{cm} , т/см.

$$z_Q = \frac{2(z + \ell_{\text{дон}} \cdot c) + \Theta \cdot v_{cp}}{\frac{3,6mv_{cp}}{Q_p} - 4\ell_0 \cdot c}, \text{ штук} \quad (11.5)$$

(округляется до целого большего);

б) по прочности сцепки. В характеристике сцепки указывается допустимое рабочее ее растяжение (натяжение) $F_{\text{дон.сц.}}$ ($F_{\text{дон.сц.}} = 30000 - 60000$), н.

Разделив $F_{\text{дон.сц.}}$ на силу тяги при перемещении одной грузовой вагонетки вверх (на подъем, независимо от того, рассчитывается уклон или бремсберг), имеем

$$z_{\text{сц.дон.}} = \frac{F_{\text{дон.сц.}}}{g(m_0 + m)(w \cdot \cos \beta + \sin \beta)}, \text{ шт}, \quad (11.6)$$

(округляется до целого меньшего). Необходимое условие

$$z_{\text{сц.дон.}} \geq z_Q. \quad (11.7)$$

Если это условие не соблюдается, откатка заданной производительности Q_{cm} не обеспечит. В этом случае выбирается другая лебедка с большей скоростью движения каната, но не более 5 м/с.

Если условие соблюдается, окончательно для дальнейшего расчета принимается $z = z_Q$.

5. Расчет и выбор каната.

Канат рассчитывается на максимальное его натяжение в точке набегания на барабан лебедки для момента движения с постоянной скоростью грузовой вагонетки, находящегося в нижней части выработки (весь канат растянут на длину z) (независимо уклон или бремсберг). Это натяжение определяется выражением:

$$F_{\text{макс}} = z(m_0 + m)g(\sin \beta + w \cos \beta) + pgz(w_k \cos \beta + \sin \beta), \text{ н} \quad (11.9)$$

где $w_k = 0,5-0,6$ и $w_k = 0,35$ соответственно при движении каната по почве или по напочвенным роликам; p – погонная (линейная) масса каната, кг/м, который пока неизвестен. Определяем p следующим образом:
уравнение прочности каната

$$F_{\text{макс}}^{\text{прочн}} = \frac{\sigma_{\text{вр}} \cdot S}{n}, \quad (11.10)$$

где: $\sigma_{\text{вр}}$ – временное сопротивление материала каната; для таких откаток применяют канаты с $\sigma_{\text{вр}} = 1300-1700 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2$; S – площадь поперечного сечения проволок каната, м^2 ; $n = 6-9$ – запас прочности каната.

Исключим из уравнения прочности S следующим образом: представим отрезок каната длиной ℓ . Его масса:

$$p \cdot \ell = S \cdot \ell \cdot \gamma \cdot \beta', \quad (11.11)$$

где: S – площадь поперечного сечения проволок каната; $\gamma = 7800 \text{ кг/м}^3$ – плотность материала проволок; $\beta' = (1,15 \div 1,35)$ – коэффициент свивки, зависит от угла свивки каната; тогда

$$S = \frac{p}{\gamma \cdot \beta'} = \frac{p}{\gamma_0}, \text{ м}^2, \quad (11.12)$$

где $\gamma_0 = \gamma \cdot \beta'$ – «фиктивная плотность каната».

Уравнение прочности каната теперь будет иметь вид:

$$F_{\text{макс}}^{\text{прочн}} = \frac{\sigma_{\text{вр}} \cdot p}{n \cdot \gamma_0}, \text{ н.} \quad (11.13)$$

Приравняв (11.9) и (11.13) и решив уравнение относительно одного неизвестного p , получим:

$$p_{\text{расч}} = \frac{z(m_0 + m)g(w \cos \beta + \sin \beta)}{\frac{\sigma_{\text{вр}}}{n \cdot \gamma_0} - Lg(w_k \cos \beta + \sin \beta)}, \text{ кг/м.} \quad (11.14)$$

По каталогу выбирается канат, погонная масса которого $p \geq p_{\text{расч}}$. Там же указана характеристика каната, в т.ч. диаметр проволок в канате ϕ , диаметр каната d_k , временное сопротивление на разрыв $\sigma_{\text{вр}}$, а также усилие, разрывающее канат $F_{\text{разр кан}}$ и суммарное значение сил, разрывающих каждую проволочку каната $F_{\text{разр сумм}}$. Всегда $F_{\text{разр кан}} < F_{\text{разр сумм}}$ из-за неравномерности распределения нагрузки между проволоками при растяжении каната.

Расчетный запас прочности

$$n_{расч} = \frac{F_{разр.сумм}}{F_{макс}}. \quad (11.15)$$

Здесь $F_{макс}$ вычисляется из указанной выше формуле, где p – погонная масса принятого каната (из характеристики).

Должно быть соблюдено условие

$$n_{расч} \geq n, \quad (11.16)$$

где n – нормальное (минимально допустимое) значение запаса прочности каната.

Если это условие не соблюдается, принимается следующий по прочности канат.

6. Проверка возможности осуществления откатки на заданную длину L .

При малых углах наклона выработки, большой длине откатки L и больших значениях w_k (коэффициент сопротивления движению каната), может оказаться, что продольных составляющих сил тяжести состава и каната недостаточно для преодоления сил сопротивления от трения того же состава и каната. В этом случае откатка будет невозможной.

Условие, при котором откатка на заданную длину возможна, можно записать для бремсга (движение груза вниз) так:

$$\begin{aligned} & \left\{ \left[zg(m + m_0) + pgL \right] \cdot \sin \beta + 2000n \right\} \geq \\ & \geq \left[zg(m + m_0)w \cdot \cos \beta + pgL \cdot w_k \cdot \cos \beta \right] \end{aligned} \quad (11.17)$$

Для условий уклона формула справедлива при $m = 0$ (вниз опускается порожний состав). В приведенном выше неравенстве сила, равная 2000 н, считается минимальной по условиям недопущения произвольного перемещения петель каната, навитых на барабан.

7. Расчет мощности двигателя.

Двигатель рассчитывается по нагреву для постоянного циклического режима работы. При этом эффективная (эквивалентная) сила тяги на ободе барабана:

$$F_э = \sqrt{\frac{F_{эп}^2 t_{эп} + F_{нор}^2 t_{нор}}{t_{эп} + t_{нор} + \frac{1}{3} \Theta}}. \quad (11.18)$$

Расчетная мощность, с учетом потерь в передаче

$$N = \frac{F_э \cdot v}{1020 \cdot \eta}, \text{ кВт}, \quad (11.19)$$

где $\eta = 0,75 - 0,8$ – КПД двигателя и передачи; v – скорость каната (по характеристике лебедки). Выбранный по каталогу двигатель проверяют на перегрузочную способность. Сопоставляются расчетные и характеристические значения основных величин $F_{макс}$, N , $d_k / D_{бар}$ и др.

11.2. С горизонтальными заездами.

Постановка задачи и порядок расчета аналогичны 11.1. Особенности расчета следующие.

Время цикла (рейса) находится непосредственно, так как здесь отсутствует участок zL_0 (рис. 11.2, а) и наклонные заезды $L'_{дон}$ и $L''_{дон}$

$$T_p = \frac{2L}{v_{cp}} + \Theta. \quad (11.20)$$

Имея T_p находится число вагонеток по производительной

$$z_Q = \frac{Q_p T_p}{3,6m}. \quad (11.17)$$

При определении допустимого числа вагонеток по прочности сцепки (по 11.6), подставляется β' – максимальный угол наклона путей, который на участке подхода к приемной площадке больше, чем угол наклона выработки (рис. 11.2, б). При расчете каната в формулу (11.14) подставляется в числителе β' , поскольку наихудший случай соответствует расположению вагонеток на наибольшем угле подъема, а в знаменателе – β , так как канат протянут по всей выработке. Это же следует учитывать и при проверке принятого по нагреву двигателя по перегрузочной способности.

11.3. Канатные откаты для перевозки людей.

Подставка задачи: Дано: Q_l – число людей, перевозимых в одном направлении за срок перевозки; t_n – срок перевозки людей, мин.; длина и профиль выработки. Требуется выбрать вагонетку, определить количество их в составе, выбрать канат, лебедку, двигатель.

Пассажирская вагонетка выбирается по углу наклона и ширине рельсовой колеи. По длине выработки и допускаемой для принятых вагонеток скорости движения принимают лебедку. Время рейса находится по (11.16). Возможное число рейсов за отведенное время t_n

$$n_l = \frac{60t_n}{T_p}. \quad (11.21)$$

Потребное число вагонов в составе

$$z_l = \frac{Q_l \cdot k}{n_l \cdot m_l}, \quad (11.22)$$

где $k = 2$ – коэффициент неравномерности; m_l – число мест в одной вагонетки. По условию одновременности действия парашютов z принимают не больше 5.

Дальнейший расчет идет аналогично грузовым откаткам. Прочность сенок для расчета принимают по характеристике вагонетки, запас прочности каната не менее 9, число слоев навивки каната на барабане лебедки – не более 2.