

Тема 5.4. Особливості системи з противагою та системи зі шківом тертя

Піднімальні установки з протівовісом застосовують у тому випадку, коли в стовбурі не можуть бути розміщені чотири підйомні судини, що буває при розташування двох підйомних установок в одному стволі. Одна з цих установок одноклітинна (або односкіпова) з противагою.

Установки з противагою останнім часом широко застосовують за багатоканатних підйомних систем на шахтах, де розробка родовища ведеться на декількох горизонтах.

Як показує практика, дві односкіпові установки з противагами вигідніші за одну двоскіпову установку, так як при цьому забезпечується незалежність роботи з декількох горизонтів, усувається вплив витяжки каната і підвищується надійність роботи, оскільки при можливому виході з ладу однієї установки зберігається можливість роботи другої установки.

Противага, так само як і підйомний посуд, за допомогою свого каната переміщається в стовбурі і необхідний для врівноваження власної маси підйомної судини та частини корисного вантажу.

Відповідно до ПБ підйомний канат противаги повинен бути однаковим з підйомним канатом підйомної судини, і щодо нагляду та випробування до нього пред'являються ті ж вимоги, що й до канату судини. Маса противаги Q_{PP} для установок, призначених виключно для підйому і спуску людей, повинна дорівнювати масі кліті плюс половинна маса максимальної кількості людей, що містяться в кліті, а для вантажолюдських установок - не менше маси кліті плюс половина маси максимального розрахункового вантажу, що піднімається в кліті.

Число людей у кліті визначається відповідно до вимоги ПБ, щоб на 1 м^2 площі підлоги кліті знаходилося не більше п'яти осіб. Маса однієї людини приблизно дорівнює 80 кг.

Особливість кінематики скіпової підйомної системи з противагою полягає в тому, що закон її руху визначається не вимогою до кінематики противаги, а вимогою до кінематики скіпу, так як противага не входить у розвантажувальні криві і не виходить із них. Тому закон руху для скіпу, що піднімається, зобразиться діаграмою, показаною на рис. 46 а, що опускається - її дзеркальним відображенням.

Основне динамічне рівняння підйомної системи з противагою

$$F = [kQ_n + Q_c - Q_{np} - (H - 2h_x)(q_p)]g + m_a \quad (101)$$

При перекидних судинах на початку і в кінці підйомної операції необхідно врахувати порушення врівноважування власних мас [див. формули (98) та (99)].

Для визначення m_n — маси частин підйомної установки, що рухаються, приведеної до кола навивки каната, використовують формулу (85), але замість $2Q_c$ ставлять $Q_c + Q_{np}$.

По рівнянню (101) визначають рушійні зусилля, а, по виразу (100) - потужності характерних точках діаграми швидкості.

У підйомних установках зі шківом тертя як в одноканатній, так і багато канатної повинна бути дотримана умова ковзання по провідному шківу:

$$\frac{F_{\max}}{F_{\min}} \leq e^{fa} \quad (102)$$

$F_{\max}$ - найбільш можливий натяг однієї гілки каната, що охоплює провідний шків;

$F_{\min}$ - найменший натяг іншої гілки каната; $e \approx 2,72$ - основа натурального логарифму;

f - коефіцієнт тертя між канатом і футеруванням ведучого шківа; при футеруванні з поліхлорвінілового пластику $f = 0,25$ для круглорядних і фасоннопрядних канатів і $f = 0,2$ для канатів закритої конструкції; α - кут охоплення ведучого шківа канатом, радий.

На підставі формули (102)

$$F_{\max} - F_{\min} \leq F_{\min}(e^{fa} - 1) \quad (103)$$

Різниця натягу каната $F_{\max} - F_{\min}$ прагне викликати прослизання каната, чому

проти діє сила тертя, $Ff_{a_{min}}$ що виникає між канатами і футеровкою шківів.

Для нерухомої системи та при рівномірному її русі введено поняття про статичний коефіцієнт безпеки проти ковзання:

$$k_{c.б} = \frac{F_{cm \min} (e^{fa} - 1)}{F_{cm \max} - F_{cm \min}} \quad (104)$$

Для безпечної роботи необхідно, щоб $k_{c.б} \geq 2$. Під час руху підйомної системи за певних значень прискорення та уповільнення може бути прослизання першому випадку шківів по канату, а в другому — каната по шківу.

Щоб уникнути цього на підставі формули (102) встановлюють допустиме значення прискорення та уповільнення.

При багатоканатній системі в період прискореного руху та підйомі вантажу максимальним буде натяг (Н) гілки каната, що набігає на шків.

$$F_{\max} = F_{\text{наб}} = [Q_{\Pi} + Q_c + pN + C]g + [Q_{\Pi} + Q_c + pN + pL_{B,III}]a_1 \max \quad (105)$$

Мінімальним буде натяг (Н) гілки каната, що збігає.

$$F_{\min} = F_{\text{сб}} = [Q_c + qN - C]g - [Q_c + qN + m'_{O,III} + pL_{B,III}]a_1 \max \quad (106)$$

У формулах (105) і (106): p і q - сумарна лінійна маса відповідно всіх підйомних і всіх канатів, що врівноважують, кг/м; $C = \frac{k-1}{2} Q_{\Pi}$ - Опір руху однієї гілки каната; $L_{B,III} = h_K - h_B$ - Довжина підйомного каната від рівня верхнього приймального майданчика до точки зіткнення його з провідним шківом тертя; $h_{до}$ - висота копра; h_y — висота від рівня землі до верхнього приймального майданчика; $m'_{O,III}$ - Наведена маса всіх відхиляють шківів.

Для спрощення позначимо:

$$A = pL_{B,III}; \quad (107)$$

$$m_1 = Q_c + qN; \quad (108)$$

$$m_2 = Q_{\Pi} + Q_c + qN. \quad (109)$$

Підставивши значення $F_{\max}$ і $F_{\min}$ вираз (102) і вирішуючи щодо $a_1 \max$ (м/с²), отримаємо

$$a \frac{e^{fa}(m_1 - C) - (m_2 + C)}{e^{fa}(m_1 + m'_{O,III} + A) + (m_2 + A)} \quad (110)$$

Прискорення, що остаточно приймається, $a_3 \leq 0,8a_{3\max}$ для забезпечення безпеки проти ковзання повинно бути менше максимального, тобто $a_1 < 0,8a_{1\max}$.

Аналогічно визначають допустиме уповільнення $a_{3\max}$ (м/с²), яке буде найменшим під час спуску вантажу, причому в цьому випадку максимальним є натяг гілки каната, що біжить, а мінімальним набігає гілки:

$$a \frac{e^{fa}(m_1 - C) - (m_2 + C)}{e^{fa}(m_1 + m'_{O,III} + A) + (m_2 + A)} \quad (111)$$

Остаточно $a_3 < 0,8a_{3\max}$.

По ПТЕ уповільнення в процесі запобіжного гальмування при спуску вантажу має бути не менше ніж 1,5 м/с².

Аналогічно визначають прискорення a_1 та уповільнення a_3 при одноканатних установках із ведучим шків тертя.