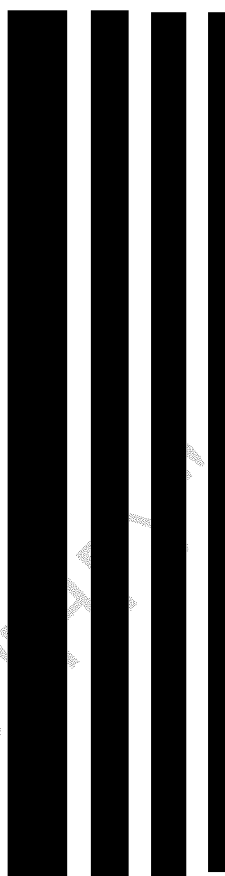
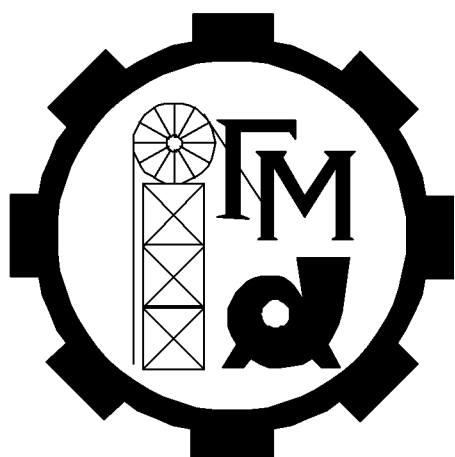


Міністерство освіти і науки України
Національний гірничий університет



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО РОЗРАХУНКУ ПІДЙОМНИХ
УСТАНОВОК З ДИСЦИПЛІНИ
"СТАЦІОНАРНІ МАШИНИ"
студентами напряму підготовки 0902
«Інженерна механіка»
(виконання курсових і дипломних проектів)

Дніпропетровськ
2007

Міністерство освіти і науки України
Національний гірничий університет



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО РОЗРАХУНКУ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК З
ДИСЦИПЛІНИ "СТАЦІОНАРНІ МАШИНИ"
студентами напряму підготовки 0902 «Інженерна механіка»
(виконання курсових і дипломних проєктів)

Дніпропетровськ
НГУ
2007

Методичні вказівки до розрахунку підйомних установок з дисципліни "Стаціонарні машини" студентами напряму підготовки 0902 «Інженерна механіка» (виконання курсових і дипломних проектів) / Упоряд.: В.Г. Дерюгін, І.С. Ільїна, Ю.О. Комісаров, В.І. Самуся, – Д.: Національний гірничий університет, 2007. – 33 с.

Упорядники:

В.Г. Дерюгін, канд. техн. наук, доцент (розділи 1 – 4);

І.С. Ільїна, канд. техн. наук (розділи 1 – 3);

Ю.О. Комісаров (розділи 2 – 4);

В.І. Самуся, д-р техн. наук, проф. (розділи 1 – 4).

Затверджено методичною комісією з напряму 0902 Інженерна механіка (протокол №3 від 11 вересня 2007 р.) за поданням кафедри гірничої механіки (протокол №1 від 31 серпня 2007 р.)

У методичних вказівках викладено сучасні вихідні данні для розрахунку вертикальних багатоканатних однокінцевих, однопосудних з противагою, двопосудних скіпових і клітьових підйомних установок, які застосовуються на шахтах і в кар'єрах; підйомних канатів. Також подаються розміри барабана і шківів тертя; визначено розташування підйомних машин щодо ствола і висоту копра; кінематику і динаміку підйомної установки; побудовано діаграми зусиль і потужності; розраховано витрати електроенергії і встановлено ККД підйомної установки.

Відповідальний за випуск – завідувач кафедри гірничої механіки В.І. Самуся, д-р техн. наук, проф.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. РОЗРАХУНОК СКІПОВОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ.....	5
1.1. Розрахунок і вибір місткості підйомної посудини.....	5
1.2. Розрахунок і вибір підйомного каната.....	6
1.3. Розрахунок і вибір основних розмірів органу навівання.....	7
1.4. Розташування підйомної установки щодо ствола шахти.....	8
1.5. Кінематика підйомної установки.....	8
1.5.1. Розрахунок тривалості операції підйому.....	8
1.5.2. Розрахунок максимальної швидкості підйому.....	9
1.6. Динаміка підйомної установки.....	12
1.6.1. Розрахунок приведеної до кола органу навівання маси рухомих частин підйомної установки.....	12
1.6.2. Розрахунок діаграми зусиль.....	13
1.7. Потужність привідного двигуна.....	14
1.8. Витрата енергії і ККД підйомної установки.....	15
1.8.1. Розрахунок потужності на валу двигуна і потужності, споживаної мережі.....	3 15
1.8.2. Витрати енергії на один підйом.....	15
1.8.3. ККД підйомної установки.....	17
2. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ДВОКЛІТЬОВОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ.....	17
3. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ СКІПОВОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ З ПРОТИВАГОЮ.....	18
4. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ КЛІТЬОВОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ З ПРОТИВАГОЮ.....	19
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	19
ДОДАТОК.....	20

ВСТУП

Мета цих методичних вказівок – виробити у студентів практичні навички самостійного проектування шахтних підйомних установок (ШПУ) під час виконання домашніх завдань, курсових і дипломних проектів.

Підйомні установки є складовою частиною дисципліни «Стаціонарні установки гірничих підприємств». Вивчення цих установок передбачено освітньо-професійною програмою вищої освіти за напрямом підготовки 0902 «Інженерна механіка». Студенти-електромеханіки використовують цей матеріал при виконанні курсових і дипломних проектів.

Майбутні виробничі функції бакалавра пов'язані з одним чи кількома етапами існування підйомних установок – проектуванням, створенням, експлуатацією та обслуговуванням. У разі подальшої підготовки фахівця засвоєні при вивченні дисципліни знання мають бути базою для опанування методами комп'ютерних розрахунків підйомних установок.

Ефективність та економічність роботи шахти значною мірою визначається правильністю рішень щодо організації окремих технологічних процесів, які включають питання роботи підйомного комплексу.

Згідно з навчальними планами студенти-електромеханіки вивчають шахтні підйомні установки протягом одного семестру. Одночасно з вивченням теоретичних і практичних питань студенти виконують курсовий проект (денна форма навчання) або індивідуальне завдання (заочна форма навчання) з розрахунку вугільного підйому.

При виконанні курсових проектів або індивідуальних завдань студенти розраховують лише основні конструктивні елементи й параметри роботи установки, за якими будують необхідні діаграми (тахограми) та вибирають відповідний тип основного енергомеханічного устаткування.

Виконання студентами дипломного проекту вимагає більш повного використання матеріалу. Окрім цього, вони визначають спосіб регулювання режиму привідного двигуна, енергетичні та економічні показники роботи підйому.

При виконанні розрахунків вугільного підйому вибір основного енергомеханічного устаткування проводиться за таблицями, які наведені у додатку до методичних вказівок.

Проектуючи ШПУ, необхідно керуватися такими основними положеннями Правил безпеки (ПБ) та вказівками відповідних документів, а саме:

1. При добовій продуктивності шахти більше 2000 т, як правило, приймається три підйомні установки:

перша – для видачі вугілля (двоскіпова);

друга – для видачі породи (скіп із противагою);

третья – для виконання допоміжних операцій (двоклітьова).

2. Багатоканатні підйомні машини встановлюють у тому випадку, коли найбільший типорозмір машин МПБ8 – 2.8 – 2.8 і МПБ8 – 2.8 – 2.8Д не відповідає вимогам до канатомісткості барабана і до величини статичних навантажень. У разі використання багатоканатних машин вибір основного

устаткування проводиться з огляду на останній горизонт.

3. При виборі привідного електродвигуна керуються такими вимогами:

- для автоматизованих скіпових підйомних установок з двигуном потужністю до 2500 кВт приймають асинхронний привід;
- для допоміжних підйомних установок із приводом потужністю до 800 кВт також рекомендується асинхронний привід; при потужності приводу 800 кВт і більше, передбачається привід постійного струму.

1. РОЗРАХУНОК СКІПОВОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ

Вихідними даними для розрахунку є річна продуктивність шахти A_p та її глибина H_u . Глибина завантажувального і висота приймального бункерів приймаються в процесі розрахунку.

До задачі розрахунку входять: вибір підйомної посудини, канату, типу підйомної машини, потужності й числа обертів привідного двигуна, а також розрахунок енергетичних показників роботи підйому. Послідовність розрахунку подається нижче.

1.1. Розрахунок і вибір місткості підйомної посудини

а) Визначається годинна продуктивність підйомної установки за формулою:

$$A_z = \frac{C \cdot A_p}{N \cdot t}, \text{ т/год}, \quad (1.1)$$

де C – коефіцієнт нерівномірності завантаження скіпа, для підйомних посудин рудної і вугільної промисловості дорівнює відповідно 1.15 і 1.5; $N = 305$ – розрахункове число робочих днів підйомної установки протягом року; $t = 18$ год – тривалість роботи підйомної установки за добу.

б) Розраховується раціональна вантажопідйомність скіпа таким чином:

- для одноканатного підйому

$$m_{роз} = 5,7 A_z \sqrt[4]{H}, \text{ кг}, \quad (1.2)$$

- для багатоканатного підйому

$$m_{роз} = 1,3 A_z \sqrt{H}, \text{ кг}, \quad (1.3)$$

де H – висота підйому, м. Обчислюється відповідно до прийнятої схеми підйомної установки. Для скіпового підйому

$$H = H_u + h_{ПБ} + h_{ЗБ} + h, \quad (1.4)$$

де $h_{ПБ} = 22$ м – рівень приймального бункера для одноканатного підйому; $h_{ПБ} = 35 \dots 40$ м – рівень приймального бункера для багатоканатного підйому; $h_{ЗБ} = 30 \dots 40$ м – висота завантаження скіпа нижче приствольного двору; $h = 0,3$ м – висота рами скіпа над рівнем приймального бункера в момент розвантаження скіпа з донним розвантаженням; $h = 0,3$ м – висота перекидних посудин.

За розрахованою $m_{роз}$ із табл. 1 вибирається скіп з найближчою більшою вантажопідйомністю m_n .

1.2. Розрахунок і вибір підйомного канату

а) При глибині шахти $H_{ш} \leq 600$ м розрахункову лінійну масу канату визначаємо з формули:

$$p_{роз} = \frac{m_0 g}{\frac{\sigma_m \cdot 10^6}{n_{ПБ} \cdot \rho} - H_0 g}, \text{ кг/м}, \quad (1.5)$$

де $m_0 = m_n + m_m$ – сумарна маса вантажу, яка складається із маси вантажу m_n та маса порожнього скіпа m_m , кг; σ_m – тимчасовий опір розриву дротів канату, МН/м². Для вертикальних установок приймається, що $\sigma_m = 1600 \dots 1800$ МН/м²; $n_{ПБ}$ – коефіцієнт запасу міцності канату (відношення сумарного розривного зусилля усіх дротів підйомного канату до маси кінцевого вантажу), приймається із табл. 8; $\rho = 7800$ кг/м³ – щільність сталі; g – прискорення сили тяжіння, м/с²; H_0 – максимальна довжина канату, яка визначається таким чином:

$$H_0 = h_{ЗБ} + H_{ш} + h_k, \text{ м}. \quad (1.6)$$

Висоту копра розраховують відповідно до обраної схеми і рекомендацій, наведених у ПБ. Для випадку розташування шківів на одній горизонтальній осі

$$h_k = h_{ПБ} + h_{III} + h_{np} + h_{пер} + 0.75R_{III}, \quad (1.7)$$

де h_{III} – висота підйомної посудини, м; $h_{np} = 0,3$ м – привищення скіпа над приймальним бункером; $h_{пер} = 3 - 7$ м – висота перепідйому відповідно одноканатних та багатоканатних машин.

Для визначення висоти копра радіус шківа $R_{ш}$ орієнтовно приймається в межах 2,0 ... 2,5 м. У ході розрахунку підйомної установки він уточнюється.

Обраний за величиною $p_{роз}$ із табл. 4, 5, 6, 7 підйомний канат перевіряється на фактичний запас міцності, а саме:

$$n = \frac{1000Q_k}{g(m_0 + p \cdot H_0)} \geq n_{ПБ}, \quad (1.8)$$

де Q_k – сумарне розривне зусилля всіх дротів каната, кН; p – лінійна стандартна маса каната, обраного за каталогом, кг/м.

б) При глибині шахти $H_{ш} > 600$ м, виходячи з типу і призначення підйомної установки, визначається розрахункове розривне зусилля всіх дротів канату таким чином

$$Q_k = n_{ПБ} m_0 g 10^{-3}, \text{ кН}. \quad (1.9)$$

З табл. 4, 5, 6, 7 береться канат, в якого або однакове або найближче більше значення сумарного розривного зусилля всіх його дротів Q_k .

Обраний канат перевіряється на фактичний запас міцності з урахуванням його власної маси, а саме:

$$n = \frac{1000Q_k}{g(m_0 + p \cdot H_0)} \geq n_{ПБ}, \quad (1.10)$$

Мінімальне допустиме значення коефіцієнта запасу міцності канату $n_{ПБ}$ за ПБ

для скіпових підйомів $n_{ПБ} = 4,5$, а для людських і вантажолюдських підйомів $n_{ПБ} = 5$.

1.3. Розрахунок і вибір основних розмірів органу навівання

Встановлюємо циліндричну машину. Розрахунковий діаметр барабана

$$D_{б.роз} \geq 79d_k, \text{ мм.} \quad (1.11)$$

Розрахунковий діаметр копрового шків

$$D_{КШ роз} \geq 60d_k, \text{ мм,} \quad (1.12)$$

де d_k – діаметр обраного підйомного канату, мм.

За розрахунковим значенням $D_{б.роз}$ і $D_{КШ роз}$ вибираємо з табл. 3 й 9, 10, 11 стандартне значення діаметра барабана підйомної машини $D_б$ і копрового шків $D_{КШ}$.

Ширина одного барабана встановлюється таким чином:

а) Для двобарабанної машини

$$B_б = \left(\frac{H + l_{рез}}{\pi \cdot D_б} + Z_{mp} \right) (d_k + \varepsilon), \text{ мм,} \quad (1.13)$$

де H – висота підйому, м; $l_{рез} = 30 \dots 40$ м – резервна довжина канату; $D_б$ – стандартне значення діаметра барабана, мм; $Z_{mp} = 3 \dots 5$ мертві витки тертя; $\varepsilon = 2 \dots 3$ мм – зазор між суміжними витками.

б) Для однобарабанної машини з розрізним барабаном

$$B_{зак} = \left(\frac{H + l_{рез}}{\pi \cdot D_б} + Z_{mp} + Z_{зак} \right) (d + \varepsilon), \text{ мм,} \quad (1.14)$$

де $B_{зак}$ – ширина заклиненої (більшої) частини барабана, мм; $Z_{зак} = 3$, зазор між гілками канату, що навівається і звивається (число канавок на барабані, не зайнятих канатом).

Розрахункова ширина барабана повинна бути меншою або дорівнювати стандартній ширині заклиненої частини розрізного барабана.

Обрана підйомна машина перевіряється за допустимими статичними навантаженнями.

Максимальний статичний натяг навантаженої гілки канату

$$F_{ст.мах} = g \cdot (m_m + m_n + p \cdot H) \cdot 10^{-3} \leq F'_{ст.мах}. \quad (1.15)$$

Максимальне неврівноважене статичне зусилля (різниця натягів навантаженої і порожньої гілок канатів)

$$F_{ст.різн} = g \cdot (m_n + p \cdot H) \cdot 10^{-3} \leq F'_{ст.різн}, \quad (1.16)$$

де $F'_{ст.мах}$ – допустимі навантаження на машину відповідно до її технічної характеристики.

1.4. Розташування підйомної установки щодо ствола шахти

Схема розташування підйомної установки щодо ствола шахти (рис. 1.1) визначається такими основними параметрами: h_k – висотою копра, м; L_{σ} – відстанню від осі каната до осі підйомної машини, м; L_c – довжиною струни каната, м; C – перевищенням осі машини над нульовою відміткою ствола, м; β – кутом нахилу струни каната до горизонту; l_u – відстанню між осями шківів, м; α – відстанню між барабанами, м; $\alpha_3, \alpha_{вн}$ – кутами девіації канату, відповідно зовнішнім і внутрішнім.

Значення розміру L_{σ} залежить від багатьох чинників. Його мінімальна величина визначається за виразом:

$$L_{\sigma \min} = 0,6h_k + 3,5 + D_{\sigma}. \quad (1.17)$$

Раціональне значення цього розміру перебуває в межах

$$0,9h_k \leq L_{\sigma} \leq 2h_k. \quad (1.18)$$

Розмір перевищення осі машини над нульовою відміткою ствола C становить 0,8 ... 1,0 м.

Довжина струни канату розраховується за формулою:

$$L_c = \sqrt{(b - R_u)^2 + (h_k - c)^2} \leq 65 \text{ м}. \quad (1.19)$$

Кут нахилу струни канату до горизонту

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{h_k - c}{b - R_u}; \quad 45^\circ \geq \beta \geq 30^\circ. \quad (1.20)$$

Кути девіації для підйомних машин Ц, ЦР, 2Ц (рис. 1.1) орієнтовно мають таке значення:

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \operatorname{tg} \alpha_{вн} = \frac{B_{\sigma}}{2L_c}, \quad (1.21)$$

де B_{σ} – ширина барабана прийнятої підйомної машини, м.

Для машин типу Ц, ЦР і 2Ц α_3 й $\alpha_{вн}$ не повинні перевищувати $1^\circ 30'$.

1.5. Кінематика підйомної установки

1.5.1. Розрахунок тривалості операції підйому

Згідно з відомою годинною продуктивністю підйомної установки і обраною вантажопідйомністю посудини час її руху визначається в такій послідовності:

– кількість підйомів за годину

$$n_{\text{чп}} = \frac{A_z}{m_n}; \quad (1.22)$$

– тривалість одного циклу підйому, с

$$T_y = \frac{3600}{n_{\text{чп}}}; \quad (1.23)$$

– тривалість руху підйомної посудини, с

$$T = T_y - \theta. \quad (1.24)$$

Тривалість паузи θ приймається залежно від вантажопідйомності вугільного скіпа (див. табл. 1.1).

Тривалість паузи залежно від місткості посудини, с

Місткість скіпа, м ³	до 5	9,5	11	15	20	35	55
Пауза, с	7	10	11	15	20	35	45

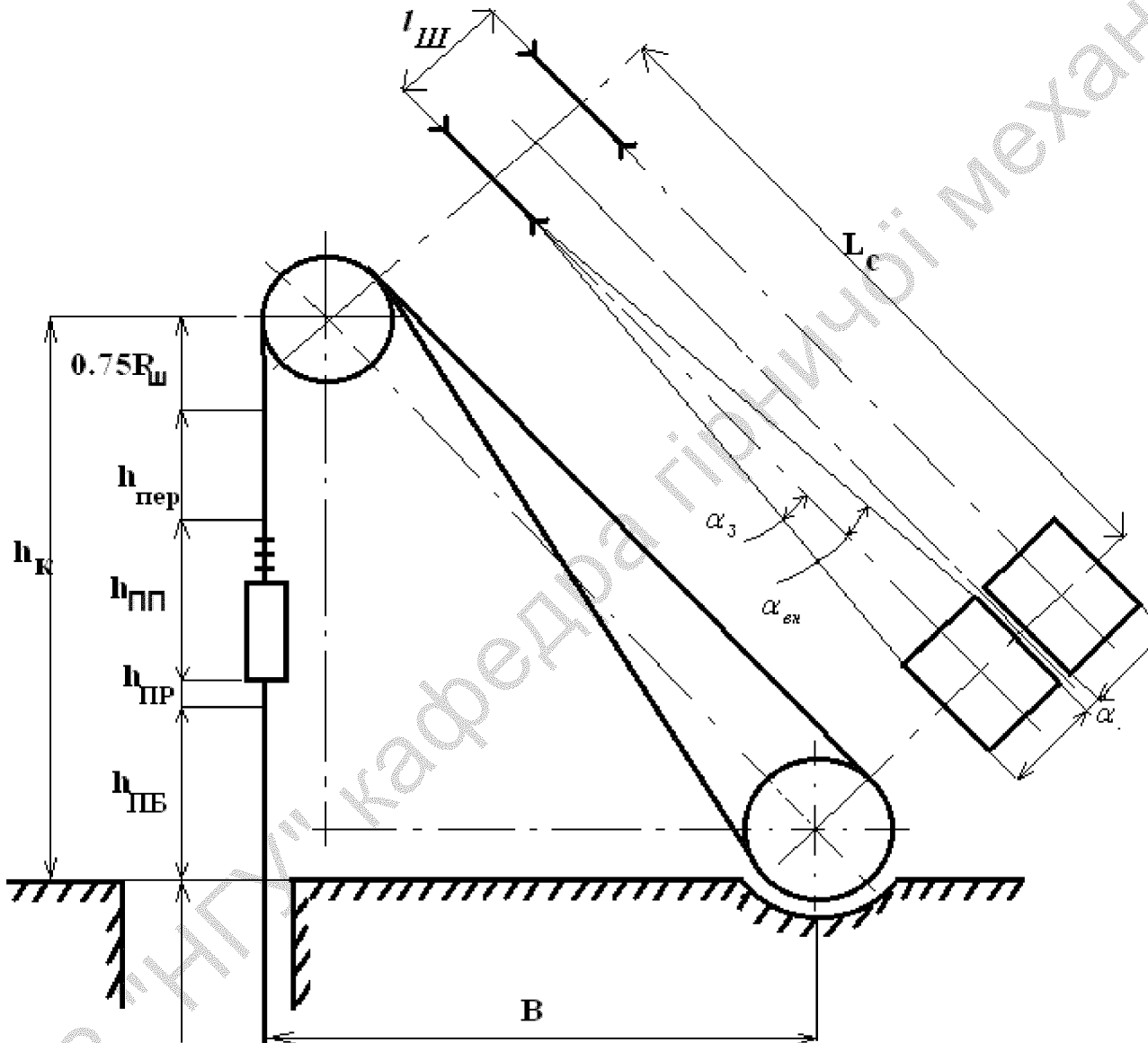


Рис. 1.1. Схема розташування підйомної установки щодо ствола шахти

1.5.2. Розрахунок максимальної швидкості підйому

Для підйомних установок, обладнаних неперекидними скіпами із секторним затвором і приводом від асинхронного двигуна, приймається прямолінійна п'ятиперіодна діаграма швидкості (рис. 1.2).

При розрахунку діаграми відомими є: висота підйому – H ; розрахункова тривалість руху – T , величина шляху розвантаження в кривих – $h_0 = 2,2$ м (для

скіпів із секторним затвором і розвантаженням через дно).

Відповідно до рекомендацій ПБ *задаються*: прискорення й уповільнення підйомної посудини поза розвантажувальними кривими a_1 і a_3 у межах $0,5 \dots 0,7$ м/с²; прискорення й уповільнення підйомних посудин у розвантажувальних кривих a'_1 і a'_3 у межах $0,2 \dots 0,3$ м/с².

При цьому перевіряються такі величини:

- швидкість сходу порожнього скіпа з розвантажувальних кривих

$$V_1 = \sqrt{2a'_1 \cdot h_0} \leq 1,2 \text{ м/с}; \quad (1.25)$$

- швидкість входу навантаженого скіпа у криві:

$$V'_1 = \sqrt{2a'_3 \cdot h_0} \leq 1,0 \text{ м/с}. \quad (1.26)$$

Необхідно розрахувати V_{\max} , t_1 , t_2 , t_3 , h_1 , h_2 , h_3 .

Для розрахунку максимальної швидкості руху фактична п'ятиперіодна діаграма швидкості замінюється умовною триперіодною. У цьому випадку умовними величинами також будуть:

- висота підйому – H_y , м;
- тривалість руху – T_y , с;
- максимальна швидкість – $V_{\max y}$, м/с.

Максимальна швидкість умовної триперіодної діаграми

$$V_{\max y} = a - \sqrt{a^2 - 2a \cdot V_{\text{сер}y}}, \text{ м/с}, \quad (1.27)$$

де a – модуль швидкості, який визначається за формулою

$$a = \frac{T_y}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}}, \text{ м/с}; \quad (1.28)$$

$V_{\text{сер}y}$ – середня швидкість умовної діаграми, яку встановлюють з такого співвідношення

$$V_{\text{сер}y} = \frac{H_y}{T_y}, \text{ м/с}. \quad (1.29)$$

Тривалість умовної діаграми

$$T_y = T - t'_1 - t'_3 = T - \frac{V_1}{a'_1} - \frac{V'_1}{a'_3}, \text{ с}. \quad (1.30)$$

Висота підйому H_y умовної діаграми визначається за виразом

$$H_y = H - 2h_0 - V_1 T_y, \text{ м}, \quad (1.31)$$

або

$$H_y = H - 2h_0 - V'_1 T_y, \text{ м}. \quad (1.32)$$

Максимальна швидкість за фактичною п'ятиперіодною діаграмою визначається таким чином:

$$V_{\max} = V_{\max y} + V_1, \text{ м/с} \quad (1.33)$$

або

$$V_{\max} = V_{\max y} + V_1', \text{ м/с.} \quad (1.34)$$

Далі розрахункова максимальна швидкість узгоджується з V_{\max} за ПБ і корегується відповідно до обраного устаткування в такій послідовності:

а) Визначається число обертів двигуна, що відповідає розрахунковому значенню максимальної швидкості, тобто

$$n_{\text{роз}} = \frac{60 \cdot V_{\max}}{\pi \cdot D_6} \cdot i, \text{ об/хв,} \quad (1.35)$$

де i – передатне відношення редуктора.

Для одноступеневих редукторів $i=10,5; 11,5$; для двоступеневих $i=20; 30$. При розрахунках варто брати редуктор, який забезпечує найбільш близький збіг розрахункового числа обертів двигуна з номінальними обертами.

б) Визначається найближче до розрахункового синхронне число обертів асинхронного двигуна за виразом:

$$n_{\text{об}} = \frac{60f}{p_{\text{пол}}} = \frac{3000}{p_{\text{пол}}}, \text{ об/хв,} \quad (1.36)$$

де f – 50 Гц – промислова частота струму;

$p_{\text{пол}}$ – число пар полюсів; їх стандартні значення: 2, 4, 6, 8, 10 і 12.

в) Визначаються номінальні оберти двигуна, тобто

$$n_n = n_{\text{об}}(1 - S_n), \text{ об/хв,} \quad (1.37)$$

де S_n – номінальне ковзання двигуна. У розрахунках приймається, що $S_n = 0,03$,

г) Фактична максимальна швидкість підйому, а саме:

$$V_{\max \phi} = V_{\max} \cdot \frac{n_n}{n_{\text{роз}}}, \text{ м/с.} \quad (1.38)$$

Після встановлення значення фактичної максимальної швидкості обчислюються такі величини:

• тривалість і величина шляху прискореного руху порожнього скіпа поза розвантажувальними кривими:

$$t_1 = \frac{V_{\max \phi} - V_1}{a_1}, \text{ с,} \quad (1.39)$$

$$h_1 = \frac{V_{\max \phi} + V_1}{2} \cdot t_1, \text{ м,} \quad (1.40)$$

• час і шлях уповільненого руху навантаженого скіпа перед розвантажувальними кривими

$$t_3 = \frac{V_{\max \phi} - V_1'}{a_3}, \text{ с,} \quad (1.41)$$

$$h_3 = \frac{V_{\max \phi} + V_1'}{2} \cdot t_3, \text{ м,} \quad (1.42)$$

• час і шлях рівномірного руху

$$t_2 = \frac{h_2}{V_{\max \phi}}, \text{ с}, \quad (1.43)$$

$$h_2 = H - 2h_0 - h_1 - h_3, \text{ м}; \quad (1.44)$$

- фактична тривалість руху підйомних посудин

$$T_\phi = t'_1 + t_1 + t_2 + t_3 + t'_3 \leq T, \text{ с}; \quad (1.45)$$

- фактичний коефіцієнт резерву продуктивності підйомної установки

$$C_\phi = C \cdot \frac{T + \theta}{T_\phi + \theta}. \quad (1.46)$$

1.6. Динаміка підйомної установки

1.6.1. Розрахунок приведеної до кола органу навівання маси рухомих частин підйомної установки

Попередньо вирішується питання про врівноважування підйомної установки хвостовим (урівноважувальним) канатом. Ступінь статичної неврівноваженості визначається за формулою

$$\delta = \frac{p \cdot H}{K \cdot m_n}, \quad (1.47)$$

де $K \geq 1,15$ – для скіпів і $K = 1,20$ – для клітей; p – лінійна маса канату, обраного за каталогом, кг/м.

При $\delta \geq 0,5$ підйомну установку доцільно врівноважити хвостовим канатом, маса одного метра якого дорівнює масі одного метра головного канату, тобто $q = p$.

Приведена до кола органу навівання маса рухомих елементів підйомної установки, розраховується таким чином:

$$m_i = m_{\text{пост}} + m_{\text{об}}, \text{ кг}, \quad (1.48)$$

де $m_{\text{пост}}$ – маса елементів підйомної установки, що здійснюють поступальний рух, яка дорівнює сумарній масі вантажу всіх підйомних посудин і канатів, кг; $m_{\text{об}}$ – маса елементів підйомної установки, що здійснюють обертальний рух, умовно приведена до кола органу навівання, кг.

Маса елементів, які здійснюють поступальний рух,

$$m_{\text{пост}} = m_n + 2m_m + 2L_p p + L_q q, \text{ кг}, \quad (1.49)$$

де L_p – довжина однієї гілки головного канату, м.

$$L_p = H_0 + L_c + l_{\text{рез}} + Z_{\text{тр}} \pi D_\phi, \text{ м}. \quad (1.50)$$

L_q – довжина хвостового канату, м

$$L_q = H + (30 \dots 40) \text{ м}. \quad (1.51)$$

Приведена до кола органу навівання маса обертальних елементів підйомної установки

$$m_{\text{об}} = m_\phi + n_{\text{НШ}} m_{\text{НШ}} + m_{\text{ЗП}} + n_{\text{об}} m_p, \text{ кг}, \quad (1.52)$$

або

$$m_{об} = m_6 + n_{НШ} m_{НШ} + k_{ЗП} n_{дв} m_p, \text{ кг}, \quad (1.53)$$

де $m_6, m_{НШ}, m_{ЗП}, m_p$ – приведені до кола органу навивання маси відповідно барабана, напрямного шківа, зубчастої передачі та ротора електродвигуна; $k_{ЗП}=1,3 \dots 1,4$ – коефіцієнт, що враховує приведену до кола органу навивання масу $m_{ЗП}$ зубчастої передачі редуктора; для безредукторного приводу $k_{ЗП} = 1,0$; $n_{НШ}$ і $n_{дв}$ – відповідно кількість напрямних (копрових) шківів і привідних електродвигунів.

$$m_6 = \frac{(G \cdot D^2)_6 \cdot 10^3}{g \cdot D_6^2}, \text{ кг}, \quad (1.54)$$

де $(G \cdot D^2)_6$ – маховий момент машини, приведений до тихохідного вала, $\text{кН} \cdot \text{м}^2$, приймається за даними технічної характеристики підйомної машини.

$$m_{НШ} = \frac{(G \cdot D^2)_{НШ} \cdot 10^3}{g \cdot D_6^2}, \text{ кг}, \quad (1.55)$$

де $(G \cdot D^2)_{НШ}$ – маховий момент напрямного шківа, $\text{кН} \cdot \text{м}^2$, приймається за даними технічної характеристики шківа.

$$m_{ЗП} = \frac{(G \cdot D^2)_{ЗП} \cdot 10^3}{g \cdot D_6^2}, \text{ кг}, \quad (1.56)$$

де $(G \cdot D^2)_{ЗП}$ – маховий момент редуктора, $\text{кН} \cdot \text{м}^2$, приймається за даними технічної характеристики зубчастої передачі.

$$m_p = \frac{(G \cdot D^2)_p \cdot 10^3}{g \cdot D_6^2} i^2, \text{ кг}. \quad (1.57)$$

Для визначення махового моменту ротора привідного двигуна попередньо визначимо його орієнтовану потужність, а саме:

$$P_{op} = \frac{k \cdot m_n \cdot H \cdot g}{1000 \cdot T_\phi \cdot \eta_{ЗП}} \cdot \rho, \text{ кВт}, \quad (1.58)$$

де ρ – коефіцієнт, що враховує динамічний режим роботи привідного двигуна. Для скіпових установок $\rho = 1,4$; для клітьових $\rho = 1,5$; $k = 1,15$ – коефіцієнт, що враховує шкідливий опір руху скіпа; $\eta_{ЗП} = 0,93 \dots 0,95$ ККД одноступінчастої зубчастої передачі; $\eta_{ЗП} = 0,85 \dots 0,90$ ККД двоступеневої зубчастої передачі. Далі за допомогою каталогу знаходимо стандартне значення однакової або більшої потужності з числом обертів, що було визначене попередньо; потім встановлюємо значення $(G \cdot D^2)_p$ і підставляємо у формулу (1.57).

1.6.2. Розрахунок діаграми зусиль

Розрахунок діаграми зусиль на колі органу навивання проводиться за рівнянням академіка М.М. Федорова, тобто

$$F_i = g[km_n + (p - q)(H - 2x_i)] \pm m_i a_i, \text{ Н}, \quad (1.59)$$

де k – коефіцієнт, який враховує шкідливий опір руху посудини. Приймають

такі значення k : 1,15 – для скіпових і 1,2 – для клітьових підйомних установок; i – період руху посудини; x – шлях, що пройшла посудина від початку підйому, м.

Для підйомних установок без рівноважувального канату

$$F_i = g[km_n + p(H - 2x_i)] \pm m_i a_i, \text{ Н.} \quad (1.60)$$

Розрахунок рушійних зусиль виконують за допомогою рівняння, отриманого на базі рівнянь (1.59) і (1.60) для аналізованих характерних точок діаграми швидкості підйомної установки, зусилля на початку прискореного руху порожньої посудини у кривих і т. д.

За результатами розрахунку будують діаграму рушійних зусиль (рис. 1.2).

1.7. Потужність привідного двигуна

Точний розрахунок потужності привідного двигуна виконується на підставі діаграми рушійних зусиль і у такій послідовності:

а) Визначається еквівалентне зусилля за виразом:

$$F_e = \sqrt{\frac{\int_0^T F^2 dt}{T_e}}, \text{ Н.} \quad (1.61)$$

Для п'ятиперіодної діаграми швидкості (рис. 1.2) чисельник формули (1.61) складається з п'ятих членів і розраховується таким чином:

$$\int_0^T F^2 dt = \frac{F_1^2 + (F_1')^2}{2} t_1' + \frac{F_2^2 + (F_2')^2}{2} t_1 + \frac{F_3^2 + F_3 F_3' + (F_3')^2}{3} t_2 + \frac{F_4^2 + (F_4')^2}{2} t_3 + \frac{F_5^2 + (F_5')^2}{2} t_3'. \quad (1.62)$$

Якщо в четвертому періоді розрахункові зусилля від'ємні і відомо, що вони будуть забезпечуватися механічним гальмом, то ці зусилля вводяться у вираз $\int_0^T F^2 dt$.

Визначають T_e – еквівалентний час роботи двигуна і для привідних двигунів із самовентиляцією з: а) рівнянням

$$T_e = \alpha(t_1' + t_1 + t_3 + t_3') + t_2 + \beta\theta, \text{ с,} \quad (1.63)$$

де α і β – коефіцієнти, які враховують погіршення умов охолодження двигуна в періоди несталої руху й пауз. У розрахунках приймається, що $\alpha = 2/3$; $\beta = 1/3$.

Для двигунів із примусовим охолодженням $T_e = T_y$.

б) Визначається еквівалентна потужність привідного двигуна, тобто

$$P_e = \frac{F_e \cdot V_{max}}{1000 \cdot \eta_{3П}}, \text{ кВт.} \quad (1.64)$$

Вона може виявитися більшою або меншою від потужності двигуна, раніше обраного за орієнтованим розрахунком.

Остаточно за допомогою відповідного каталогу приймається стандартний двигун за еквівалентною потужністю.

Обраний за каталогом двигун перевіряється в умовах пускового

перевантаження, тобто

$$\gamma = \frac{F_{\max}}{F_n} \leq 1,6 \dots 1,8, \quad (1.65)$$

де F_{\max} – максимальне зусилля відповідно до розрахункової діаграми рушійних зусиль; F_n – номінальне зусилля обраного двигуна, що розраховується за формулою:

$$F_n = \frac{1000 \cdot P_n \cdot \eta_{3П}}{V_{\max}}, \text{ Н}, \quad (1.66)$$

де P_n – номінальна потужність привідного двигуна, кВт.

У разі, якщо пускове перевантаження двигуна γ виявиться більшим від заданих значень, то необхідно або прийняти двигун ще більшої найближчої потужності, або врівноважити підйомну установку хвостовим канатом.

1.8. Витрата енергії і ККД підйомної установки

1.8.1. Розрахунок потужності на валу двигуна і споживаної двигуном з мережі

Для визначення витрат енергії на один підйом розраховують потужність на валу двигуна і потужність, споживану двигуном з мережі.

Потужність на валу двигуна і споживана двигуном з мережі розраховується на базі діаграм швидкості і рушійних зусиль (рис. 1.2) за допомогою відповідних формул, а саме:

Потужність на валу двигуна

$$P_{vi} = \frac{V_i \cdot F_i}{1000 \cdot \eta_{3П}}, \text{ кВт}. \quad (1.67)$$

Потужність, споживана з мережі,

$$P_{ci} = \frac{V_{\max} F_i}{1000 \cdot \eta_{3П} \cdot \eta_{\text{дв}}}, \text{ кВт}, \quad (1.68)$$

де $\eta_{\text{дв}}$ – ККД двигуна.

Діаграми потужності на валу двигуна і споживаної двигуном з мережі подаються на рис. 1.2.

1.8.2. Витрати енергії на один підйом

Фактичні витрати енергії на один підйом $W_{\text{д}}$ являють собою площу діаграми потужності споживаної з мережі. Аналітично витрати енергії можуть бути визначені за допомогою такого виразу:

$$W_{\text{д}} = \frac{\sum_{i=1}^5 P_{ci} \cdot t}{3600}; \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (1.69)$$

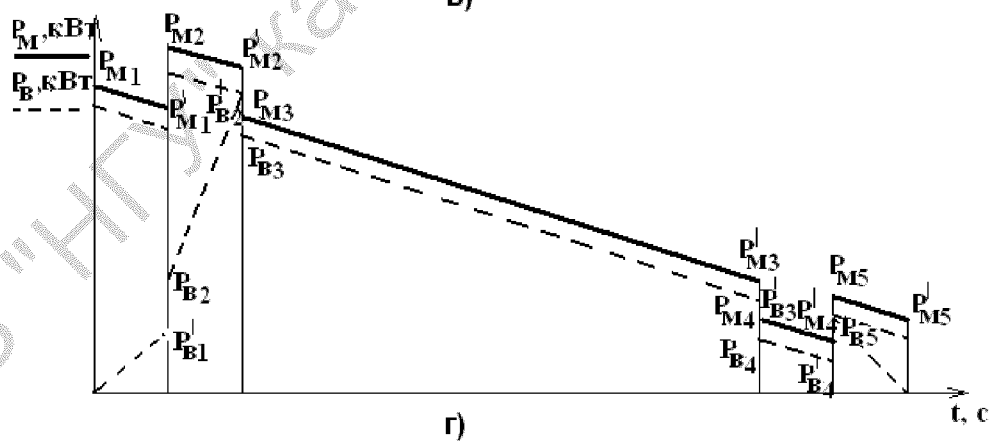
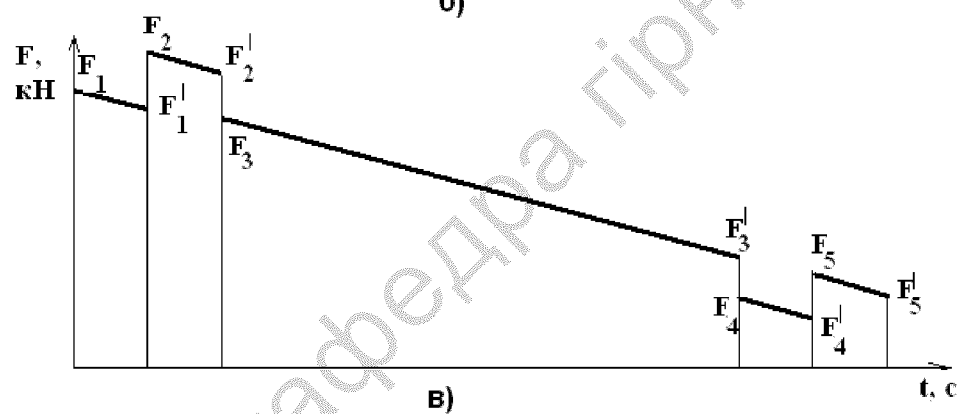
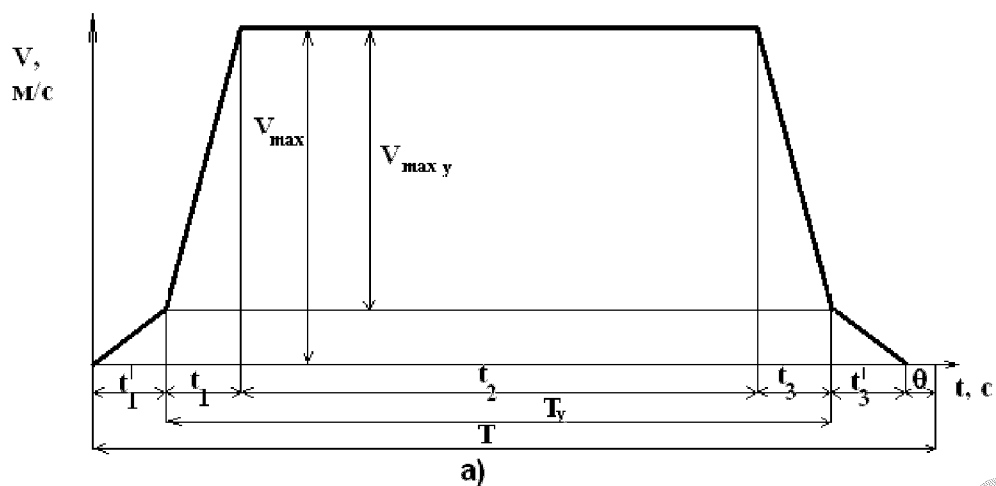


Рис. 1.2. Діаграми швидкостей (а) і прискорень (б), зусиль (в) і потужностей (г) привідного двигуна

де

$$\sum_{i=1}^5 P_{ci} \cdot t = \frac{P_{c1} + P'_{c1}}{2} \cdot t'_1 + \frac{P_{c2} + P'_{c2}}{2} \cdot t_1 + \frac{P_{c3} + P'_{c3}}{2} \cdot t_2 + \frac{P_{c4} + P'_{c4}}{2} \cdot t_3 + \frac{P_{c5} + P'_{c5}}{2}, \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Питомі витрати енергії на одну тону

$$W_{num} = \frac{W_{\partial}}{m_n}, \text{ кВт}\cdot\text{год/т.} \quad (1.70)$$

Витрати енергії на один тонно-кілометр

$$W_{т.км} = \frac{W_{num} \cdot 1000}{H}, \text{ кВт}\cdot\text{год/т}\cdot\text{км.} \quad (1.71)$$

1.8.3. ККД підйомної установки

ККД підйомної установки визначається як відношення корисної витрати енергії на один підйом W_n до фактичних витрат W_{∂} , а саме:

$$\eta_{пв} = \frac{W_n}{W_{\partial}}. \quad (1.72)$$

Корисна витрата енергії на один підйом визначається таким чином:

$$W_n = \frac{g \cdot m_n \cdot H}{3600 \cdot 10^3}, \text{ кВт}\cdot\text{год/підйом.} \quad (1.73)$$

Звичайно ККД підйомної установки перебуває в межах 0,60 ... 0,75.

2. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ДВОКЛІТЬОВОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ

Вихідні дані для розрахунку: глибина шахти $H_{ш}$, її добова продуктивність $A_{доб}$, продуктивність на одного підземного робітника q_p тс/зміну, характеристика вагонетки, а також прийнятий тип кліті.

При виборі останнього керуються вимогою, відповідно до якої спуск та підйом робітників не повинен перевищувати 35 – 40 хв.

Це положення визначає максимальну швидкість руху і кількість поверхів у кліті.

Розрахунок максимальної швидкості підйому проводиться таким чином:

- Обчислюють число робітників, що опускаються в шахту протягом зміни, а саме:

$$N_A = \frac{A_{доб}}{3 \cdot q_p}, \quad (2.1)$$

де 3 – число робочих змін.

- Обчислюють число рейсів для спуску (підйому) персоналу зміни, тобто

$$n_p = \frac{0.2 \cdot N_A}{S}, \quad (2.2)$$

де S – площа підлоги одного поверху кліті, обирається відповідно до

характеристики кліті, m^2 . Розрахункова площа підлоги на одного робітника відповідно з рекомендаціями ПБ дорівнює $0,2 m^2$.

- Обчислюють тривалість одного циклу підйому (спуску), а саме:

$$T_{ц} = \frac{(35 \dots 40)}{n_p} \cdot 60, \text{ с.} \quad (2.3)$$

• Тривалість руху кліті визначаємо за формулою (1.24). Тривалість паузи на посадку й висадку робітників у цій формулі варто приймати за такими рекомендаціями: для одноповерхових клітей вона дорівнює (у секундах) числу робітників у кліті плюс 10 с; для двоповерхових – числу робітників на обох поверхах кліті плюс 25 с.

- Визначають середню швидкість руху кліті за формулою:

$$V_{сер} = \frac{H}{T}, \text{ м/с.} \quad (2.4)$$

- Обчислюють орієнтовану максимальну швидкість кліті, тобто

$$V_{max} = \alpha V_{сер}, \text{ м/с.} \quad (2.5)$$

У цій формулі множник швидкості $\alpha = 1,1 \dots 1,2$. Максимальна швидкість спуску (підйому) персоналу зміни відповідно до ПБ не повинна перевищувати 12 м/с. В іншому випадку застосовують двоповерхову кліть.

- Наприкінці визначають розрахункову масу кінцевого вантажу m_0 . Для одноповерхової і двоповерхової клітей слід враховувати масу однієї вагонетки з породою.

Після вибору типу кліті й розмірів розрахункового кінцевого навантаження починають розрахунок і вибір електромеханічного устаткування клітьової підйомної установки згідно з послідовністю дій, розглянутою в розділі 1.

3. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ СКІПОВОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ З ПРОТИВАГОЮ

Вихідні дані для розрахунку: глибина шахти $H_{ш}$ та її добова продуктивність $A_{доб}$.

Вибір оптимальної вантажопідйомності підйомної посудини визначається за формулою:

$$m_p = 2 \frac{4\sqrt{H_{ш}} + \theta}{3.6} A_{доб}, \text{ т.} \quad (3.1)$$

При перевірці обраної підйомної машини на допустимі статичні навантаження користуються такими формулами:

- випадку максимального статичного натягу навантаженої гілки каната – (1.15);
- при максимальному невірноваженому статичному зусиллю (коли існує різниця натягів навантаженої та порожньої гілок канатів),

$$F_{ст.різн} = (0,5m_n + pH)g10^{-3} \leq F'_{ст.різн}. \quad (3.2)$$

Масу протизваги відповідно до рекомендацій ПБ обчислюють таким чином:

$$m_{\text{прот}} = m_m + 0,5m_n, \text{ кг.} \quad (3.3)$$

Тип і діаметр каната на противагу беруть такими самими, як і на гілці із посудиною.

Тривалість руху визначають за виразом:

$$T = \frac{T_{\text{ц}}}{2} - \theta. \quad (3.4)$$

Орієнтована потужність привідного двигуна має такий вигляд:

$$P_{\text{ор}} = \frac{0,7m_n \cdot H \cdot g}{1000 \cdot T \cdot \eta_{\text{ЗП}}} \cdot \rho, \text{ кВт.} \quad (3.5)$$

Розрахунок рушійних зусиль на колі органу навівання відбувається за такою формулою:

$$F_i = [0,7m_n + (q - p)(H - 2x_i)] \cdot g \pm m_i \cdot a_i, \text{ Н.} \quad (3.6)$$

При визначенні ККД підйомної установки фактичні витрати енергії за один підйом подвоюються.

Розрахунок і вибір інших елементів електромеханічного устаткування скіпової підйомної установки з противагою розглянуто в розділах 1 – 4 цих методичних указівок.

4. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ КЛІТЬОВОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ З ПРОТИВАГОЮ

Вихідні дані для розрахунку такі самі, як і для двоклітьової підйомної установки. Послідовність розрахунку і вибору основного електромеханічного устаткування для даного випадку така сама, як і для двоклітьової підйомної установки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методические указания к расчету подъемных установок по дисциплине «Стационарные машины» для студентов специальностей 17.01, 0902, 09.05, 08.06 / Сост.: А.И. Шишков, В.Г. Дерюгин, В.И. Самуся и др. – Д.: ДГИ, 1993. – 44 с.
2. Правила безпеки у вугільних шахтах /Державний комітет по нагляду за охороною праці. – К., 2005. – 398 с.
3. Правицкий Н.К. Рудничные подъемные установки. – М.: Госгортехиздат. 1963. – 416 с.
4. Федорова З.М. Хаджиков Р.Н., Качеровский В.М. Рудничные подъемные установки. – М.: Недра, 1966. – 308 с.
5. Стационарные установки шахт / Под ред. Б.Ф.Братченко. – М.: Недра, 1977. – 440 с.
6. Хаджиков Р.Н. Бутаков С.А. Горная механика. – М.: Недра, 1982. – 407с.
7. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. – М.: Недра, 1986. – 303 с.

ДОДАТОК

Таблиця 1

Технічні характеристики вугільних скіпів для одноканатних підйомів

Позначення моделі	Місткість кузова, м ³		Вантажо-підйомність, кг	Висота скіпа, м	Шлях розвантаження, м	Маса скіпа, кг	Пауза, с
	Геометрична	Корисна					
СН 5-185-1,1	5	4,2	4530	9,36	2,45	7630	5
СН 7-185-1,1	7	6	6470	10,21	2,45	8320	7
СН 9,5-185-1,1	9,5	8,5	9160	11,26	2,45	9140	10
СН 11-185-1,1	11	10	10800	11,86	2,45	9750	11
СН 15-223-1,1	15	13	14000	11,86	2,6	12135	15

Таблиця 2

Технічні характеристики неперекидних уніфікованих клітей

Позначення моделі	Кількість поверхів	Площа підлоги, м	Маса кліті, кг	Висота кліті, м	Модель ваго-нетки	Відстань між осями напрямних шківів, м
1УКН 2,55	1	2,6	2810	5,3	ВГ-1,3	1,7
2УКН 2,55	2	5,2	4090	8,12	ВГ-1,3	1,7
1УКН 3,6	1	5	3480	6,35	ВГ-2,5	1,95
2УКН 3,6	2	10	6930	9,45	ВГ-2,5	1,95
1УКН 4	1	5,9	5080	7,28	ВГ-3,3	1,95
2УКН 4	2	11,8	8253	10,84	ВГ-3,3	1,95

Таблиця 3

Технічні характеристики копрових шківів

Позначення шківа	Діаметр, мм	Діаметр канату, мм	Маховий момент, кН·м ²
ШКФ-3Б	3000	28...43,5	101
P5-336-1	3500	37...43,5	101
ШКФ-4	4000	37...49,5	345
ШК-5	4950	56...62	715
ШК-6	5940	56...62	1390
Ш6А	6000	47,5...63	1390

Таблиця 4

Технічні характеристики сталевих круглопрядних канатів

Діаметр, мм	Розрахункова маса 100 м каната, кг	Розрахункова межа міцності проволочок при розтягу, МН/м ²				
		1400	1600	1700	1800	2000
Розрахункове сумарне розривне зусилля усіх дротів канату, кН						
19,5	160,6	--	282	299	317	352
23	224,6	345	394	419	443	493
25	262,6	403	460	489	518	575
28	340	522	596	633	671	745
32	444,6	682	780	829	877	975
36	579,5	889	1015	1075	1140	1270
41	715,1	1085	1250	1330	1410	1565
45	889,1	1360	1555	1655	1750	1945
49	1045	1600	1830	1945	2060	2290
52	1175	1795	2055	2180	2310	2270
57	1375	2100	2405	2555	2705	--
61,5	1665	2555	2915	3100	3280	--

Таблиця 5

Технічні характеристики сталевих триграннопрядних канатів

Діаметр, мм	Розрахункова маса 100 м канату, кг	Розрахункова межа міцності дротів при розтягуванні, МН/м ²				
		1500	1600	1700	1800	2000
		Розрахункове сумарне розривне зусилля усіх дротів канату, кН				
18,0	156,8	204	233	248	262	291
20,0	205,8	268	306	325	344	382
23,0	261,4	340	388	413	437	485
27,5	368,1	479	547	581	615	684
33,0	539,2	701	801	851	901	1000
35,0	627,2	815	932	990	1045	1160
38,0	721,9	939	1070	1135	1205	1340
40,0	823,3	1070	1220	1245	1375	1525
43,5	931,5	1210	1380	1470	1550	---

Таблиця 6

Технічні характеристики сталевих закритих підйомних канатів

Діа- метр, мм	Розрахун- кова площа перерізу всіх дротів, мм ²	Розрахун- кова маса 1 м змащеного канату, кг	Сумарне розривне зусилля всіх дротів канату при маркувальній групі, МПа	
			1372	1568
			Розрахункове сумарне розривне зусилля усіх дротів канату, кН	
20	268,8	2,34	376,0	430,0
22	320,2	2,79	448,0	512,0
25	409,1	3,55	572,5	604,5
27	474,4	4,09	664,0	759,0
30	575,3	5,04	805,0	920,0
33	706,8	5,92	989,0	1130,5
36	852,8	7,42	1193,5	1364,5
38	938,4	8,22	1313,5	1501,5
40	1034,9	9,01	1448,5	1655,5
43	1196,8	10,42	1675,5	1914,5
46	1395,2	12,03	1953,0	2322,0
50	1645,9	14,27	2304,0	2633,0
52	1784,0	15,54	2497,5	2854,0
55	1962,0	17,14	2747,0	3139,5
60	2345,0	20,41	3282,5	3751,5

Таблиця 7

Технічні характеристики підйомної установки деяких сталевих плоских канатів для врівноваження

Розрахункова маса 100 м змазаного канату, кг	Розрахункова межа міцності дротів при розтягуванні, МН/м ²				
	1500	1600	1700	1800	2000
	Розрахункове сумарне розривне зусилля усіх дротів канату, кН				
256	363	415	441	467	519
347	492	563	598	633	704
453	842	753	779	825	917
572	611	926	984	1040	1155
605	810	925	984	1040	1155
705	999	1140	1210	1285	1425
769	1020	1170	1240	1315	1460
943	1265	1445	1535	1625	1805
1150	1530	1750	1860	1960	2185
1361	1820	2080	2210	2345	2605
1600	2140	2445	2595	2750	3055
1855	2480	2835	3010	3190	3645
2126	2855	3255	3460	3660	4070

Таблиця 8

Значення коефіцієнтів запасу міцності залежно від типу підйомної установки й типу машини

Тип підйомних машин і призначення підйомних установок	Відношення
1. Машини барабанного типу:	
людські	13
вантажолюдські	10
вантажні	8,5
2. Підйомні машини зі шківками тертя	
одноканатні людські, вантажолюдські й вантажні; багатоканатні людські та вантажолюдські установки, крім дво- і триканатних, не обладнаних парашутами;	11,5
багатоканатні вантажні	9,5

Таблиця 9

Технічні характеристики малих шахтних підйомних машин (ГОСТ 18114 – 72)

Найменування основних параметрів та розмірів	Типорозміри машин											
	П-1,6×1,2	П-2×1,5	П-2,5×2	П-3×2,2	П-3,5×2,4	ПР-3,5×3,2	2П-1,2×0,8	2П-1,6×0,8	2П-2×1,1	2П-2,5×1,2	2П-3×1,5	2П-3,5×1,8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розміри барабана-нів, м	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5	3,5	1,2	1,6	2,0	2,5	3,0	3,5
Діаметр	1,2	1,5	2,0	2,2	2,4	3,2	0,8	0,8	1,1	1,2	1,5	1,8
Довжина переставної частини	–	–	–	–	–	0,8	–	–	–	–	–	–
Відстань між барабанами	–	–	–	–	–	0,005	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,22
Максимальний статичний натяг канату, кН	40	63	90	140	200	200	25	40	63	90	140	200
Максимальна різниця статичних натягів, кН	40	63	90	140	200	125	25	40	40	75	90	180
Передачне число редукторів	20; 30	20; 30	20; 30	11,5 ; 20; 30	11,5; 20; 30	10,5; 11,5; 20; 30	20;30	20;30	20;30	11,5; 20;30	11,5; 20;30	10,5; 11,5; 20; 30
Число шарів навівання канату, не більше	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3

Продовження табл. 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Максимальна швидкість підйому, м/с	4,0	5,0	7,0	8,0	10,0	10,0	3,0	4,0	5,0	7,0	8,0	10,0
Маховий момент машини без редуктора й двигуна, $GD^2_{м}$, кНм ²	80	220	550	150 0	3200	3400	50	100	300	800	2200	3700
Маховий момент редуктора, приведений до осі тиххідного вала, $GD^2_{р}$, кНм ²	80	220	450	100 0	1850	1850	35	80	220	450	1000	1850
Маса машини з редуктором без електродвигуна, т	17	30	50	75	105	110	14	20	40	60	85	120

Таблиця 10
 Технічні характеристики двобарабаних великих шахтних підйомних машин (ГОСТ 18115 – 72)

Найменування основних параметрів і розмірів	Типорозміри машин					
	2Ц-4 × 1,8	2Ц-4 × 2,3	2Ц-5 × 2,4	2Ц-5 × 2,8У	2Ц-6 × 2,4	2Ц-6 × 2,8У
Розміри баранів, м	4	4	5	5	6	6
Діаметр	2,3	2,3	2,4	2,8	2,4	2,8
Довжина	0,09	0,09	0,09	0,1	0,09	0,1
Довжина переставної частини						
Максимальний статичний натяг канату, кН	220	250	280	560	320	560
Максимальна різниця статичних натягів, кН	160	160	210	400	240	400
Додаткове число редукторів	10,5; 11,5; 20	10,5; 11,5; 20	10,5; 11,5	–	10,5; 11,5	10,5; 11,5
Число шарів навивання канату, не більше	2	2	2	1	2	2
Максимальна швидкість підйому, м/с	12,0	12,0	14,0	14,0	16,0	16,0
Маховий момент машини без редуктора, електродвигуна, канатів і копрових шківів $GD^2_{м}, кНм^2$	3600	5000	10000	44000	20000	25000
	одношарове навивання					
багатошарове навивання	5200	7100	15000	–	27000	36000
						64000
						–

Таблиця 11

Технічні характеристики модернізованих великих підйомних машин з циліндричним розрізним барабаном вантажопідйомністю до 25 т для шахт глибиною до 1500 м

Типорозміри машини	ЦР-4 ×3/0,7	ЦР-5 ×3/0,6	ЦР-6 ×3/0,6	ЦР-6 ×3,4/0,6
Діаметр барабана по осі навитого каната, м	4	5	6	6
Ширина барабана між ребрами, м	3	3	3	3,4
Ширина вузької (переставної) частини барабана, м	0,7	0,6	0,6	0,6
Діаметр канату найбільший, мм	50	53,5	57	63
Максимальний статичний натяг канату, кН, не більше	250	280	320	360
Максимальна різниця статичних натягів, кН, не більше	160	210	240	270
Типорозмір редуктора при редукторному приводі	ЦО-18	ЦО-22	ЦО-22	ЦО-22
Максимальна швидкість підйому, м/с	12	14	16	16
Маховий момент машини без редуктора, ел. двигуна, канатів та копрових шківів $GD^2_{м}$, кН·м ²	2600	5600	10500	12300
Маса машин (без редуктора, ел. двигуна, канатів та копрових шківів), т	69,85	94,00	116,00	128,25

Таблиця 12

Технічні характеристики тихохідних двигунів постійного струму

Тип двигуна	Потужність, кВт	Напруга, В	Частота обертання, об/хв	ККД, %	Маховий момент ротора, кН·м ²
П23-50-ЭК	1150	930	40	87,7	547
П23-50-ЭК	900	750	32	85,2	547
П23-50-ЭК	690	600	25	81,2	547
П23-40-ЭК	910	750	40	85,8	828
П23-40-ЭК	700	600	32	83,0	828
П21-60-5К	925	750	50	86,9	345
П21-60-5К	710	600	40	84,1	345
П21-60-5К	490	440	25	78,8	345
П21-45-5К	715	600	50	85,5	282
П21-45-5К	460	410	32	79,3	282
П26-105-7К	4000	750	40	92,2	4070
П26-105-7К	3150	600	32	90,6	4070
П26-105-7К	2500	1000	25	89,5	4070
П26-86-7К	3200	600	40	91,5	3750
П26-85-4К	2560	1000	32	90,5	3750
П26-85-4К	2000	800	25	88,5	3750
П26-65-4К	2400	930	40	90,75	2890
П26-65-4К	1900	760	32	89,0	2890
П26-65-4К	1480	600	25	86,7	2890
П26-50-4К	1920	750	40	90,1	2560
П26-50-4К	1500	600	32	88,0	2560
П26-50-4К	1220	500	25	86,3	2560
П26-40-4К	1520	600	40	88,75	2170
П26-40-4К	1240	500	32	86,9	2170
П26-40-4К	950	400	25	84,0	2170

Таблиця 13

Технічні характеристики швидкохідних двигунів постійного струму

Тип двигуна	Потужність, кВт	Напруга, В	Частота обертання, об/хв	ККД, %	Маховий момент ротора, кН·м ²
П151-8К	500	420	750	93,0	3,9
П153-8К	750	520	750	94,2	4,9
П171-8К	900	550	750	93,4	11,4
П172-12К	1100	550	750	93,9	13,6
П18-33-9К	1600	750	750	94,0	31,0
П18-40-9К	1950	900	750	94,2	34,0
П151-8К	400	420	600	92,5	3,8
П152-8К	500	420	600	93,1	4,3
П171-8К	750	460	600	94,1	11,4
П172-8К	900	550	600	93,5	12,5
П173-12К	1100	500	600	94,1	15,1
П18-40-9К	1600	750	600	94,0	34,0
П18-50-9К	1950	900	600	94,3	38,0
П152-8К	400	330	500	92,1	3,3
П153-8К	500	330	500	92,9	4,9
П172-8К	750	460	500	93,1	12,5
П173-8К	900	550	500	93,6	14,0
П18-39-9К	1100	550	500	93,2	31,8
П18-50-9К	1600	750	500	94,0	38,0
П18-60-9К	1900	900	500	94,4	44,0
П153-8К	400	330	400	91,7	5,1
П171-8К	500	330	400	91,9	11,4
П173-8К	750	460	400	93,0	14,0
П18-40-9К	1100	550	400	93,3	34,0
П18-60-9К	1600	750	400	94,0	44,0
П18-75-9К	1950	900	400	94,4	51,0
П18-95-9К	1950	900	270	91,0	80,0

Технічні характеристики асинхронних електродвигунів єдиної серії АК 10-го та 11-го габаритів

Тип електро- двигуна	Номинальна напруга, В	Номи- нальна потуж- ність, кВт	Швидкість обертання, об/хв	ККД, %	$\frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$	Маховий момент ротора, кН·м ²
АК 101-6М	220/380	100	970	90,6	2,05	0,19
АК 102-6М	220/380	125	970	91,9	2,35	0,22
АК 103-6М	380	160	970	91,8	2,0	0,27
АК 104-6М	380	200	975	93,1	2,35	0,32
АК 113-6М	380	250	975	93,5	2,0	0,71
АК 114-6М	380	320	980	94,4	2,2	0,86
АК 101-8М	220/380	75	735	89,5	1,9	0,23
АК 102-8М	220/380	100	735	90,4	1,9	0,27
АК 103-8М	220/380	125	735	91,0	1,85	0,32
АК 104-8М	380	160	735	91,9	2,0	0,39
АК 113-8М	380	200	730	93,0	1,9	0,84
АК 114-8М	380	250	730	93,5	2,0	1,03
АК 101-10М	220/390	55	570	88,5	1,7	0,27
АК 102-10М	220/380	75	570	89,0	1,8	0,32
АК 103-10М	220/380	100	570	90,2	1,85	0,44
АК 112-10М	220/380	125	590	92,2	2,0	0,72
АК 113-10М	380	160	590	92,7	1,9	0,85
АК 114-10М	380	200	590	93,1	1,9	1,04

Таблиця 15

Технічні характеристики асинхронних електродвигунів єдиної серії АК, АКЗ
12-го та 13-го габаритів

Тип електро- двигуна АК, АКЗ	Номінальна потужність на валу, кВт	Номінальна напруга, В	Швидкість обертання, об/хв	ККД, %	$\frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$	Маховий момент ротора, кН·м ²
12-34-6	250	6000	985	91,6	2,16	1,5
12-39-6	320	6000	985	92,6	2,3	1,6
12-49-6	400	6000	985	92,9	2,2	1,9
13-37-6	500	6000	985	93,5	1,9	2,7
13-46-6	630	6000	985	93,9	1,9	3,3
13-59-6	800	6000	990	94,2	2,1	3,8
12-35-8	200	6000	735	91,5	2,3	1,5
12-42-8	250	6000	740	92,2	2,1	1,6
12-52-8	320	6000	740	92,6	2,1	1,9
13-42-8	400	6000	740	92,9	2,0	3,3
13-52-8	500	6000	740	93,4	1,9	3,8
13-62-8	630	6000	740	93,9	2,0	4,3
12-42-10	200	6000	590	91,0	2,2	2,0
12-52-10	250	6000	590	91,4	2,3	2,4
13-42-10	320	6000	590	92,5	1,9	3,6
13-52-10	400	6000	590	92,8	1,8	4,2
13-62-10	500	6000	590	93,3	1,9	4,9
13-42-12	200	6000	490	92,0	2,0	3,6
13-52-12	250	6000	495	92,0	2,1	4,2
13-62-12	32-	6000	495	92,5	2,0	4,8

Таблиця 16

Технічні характеристики асинхронних електродвигунів єдиної серії АКН
14-го, 15-го, 16-го, 17-го габаритів

Марка електро- двигуна	Номі- нальна потуж- ність на валу, кВт	Номі- нальна напруга, В	Швидкість обертання, об/хв	ККД, %	$\frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$	Маховий момент ротора, кН·м ²
АКН-14-46-10	630	6000	585	93,5	2,1	7,8
АКН-14-59-10	800	6000	585	93,4	2,2	9,5
АКН-15-44-10	1000	6000	585	93,8	2,1	15,4
АКН-14-41-12	400	6000	485	92,2	2,0	6,8
АКН-14-49-12	500	6000	485	92,6	2,0	7,7
АКН-15-39-12	630	6000	490	93,4	2,1	12,6
АКН-15-49-12	800	6000	490	93,8	2,1	16,7
АКН-15-64-12	1000	6000	490	94,2	2,1	22,2
АКН-14-36-16	200	6000	367	90,0	2,0	6,5
АКН-14-41-16	250	6000	367	90,6	2,0	7,3
АКН-15-29-16	320	6000	360	90,8	2,0	12,1
АКН-15-34-16	400	6000	360	91,4	2,0	13,5
АКН-15-41-16	500	6000	365	92,0	2,1	15,5
АКН-15-51-16	630	6000	385	92,4	2,1	19,7
АКН-16-41-16	800	6000	370	93,8	2,1	33,7
АКН-16-51-16	1000	6000	370	94,0	2,1	40,1
АКН-15-26-20	200	6000	290	89,0	2,1	11,6
АКН-15-31-20	250	6000	290	90,0	2,2	12,7
АКН-15-36-20	320	6000	290	90,8	2,1	14,6
АКН-16-26-20	400	6000	290	90,6	2,0	22,3
АКН-16-31-20	500	6000	290	91,2	2,0	25,1
АКН-16-41-20	630	6000	290	92,0	2,0	29,0
АКН-16-51-20	800	6000	290	92,4	2,0	39,0
АКН-17-39-20	1000	6000	295	92,8	2,0	76,3
АКН-16-24-24	250	6000	242	88,5	2,0	20,9
АКН-16-29-24	320	6000	242	90,0	2,0	24,0
АКН-16-36-24	400	6000	244	91,0	2,0	27,0
АКН-16-44-24	500	6000	244	91,4	2,0	33,0
АКН-17-31-24	630	6000	245	92,2	2,1	64,0
АКН-17-39-24	800	6000	245	92,6	2,1	72,0
АКН-17-46-24	1000	6000	245	93,0	2,0	85,9

Упорядники:
Валентин Георгійович Дерюгін
Інна Сергіївна Ільїна
Юрій Олексійович Комісаров
Володимир Ілліч Самуся

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО РОЗРАХУНКУ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК З ДИСЦИПЛІНИ
"СТАЦІОНАРНІ МАШИНИ"
студентами напряму підготовки 0902 «Інженерна механіка»
(виконання курсових і дипломних проєктів)

Редактор О.Н. Ільченко

Підписано до друку 13.09.07 Формат 30 x 42/4
Папір офсет. Ризографія. Ум.-друк. арк. 1,9
Обл.-вид. арк. 2,4. Тираж 120 прим. Зам. № ____

НГУ
49027, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19