

Практичне заняття

Приклади розрахунків

3.25. Розрахувати елементи триперіодної трапецеїдальної діаграми швидкості та побудувати в масштабі цю та відповідну їй діаграми прискорень, якщо шлях підйому $H=250$ м; розрахункова тривалість однієї підйомної операції $T_p=45$; пауза між підйомними операціями $t_{\Pi}=50$; діаметр барабана $D_6=5$ м; коефіцієнт резерву продуктивності підйомної установки $C=1,5$.

Рішення. Модуль прискорень (м/с^2), розраховується за формулою

$$a_m = \frac{a_1 a_3}{a_1 + a_3}. \quad (3.37)$$

За Правилами технічної експлуатації (ПТЕ) під час транспортування людей прискорення $a_1 \leq 1 \text{ м/с}^2$, уповільнення $a_3 \leq 0,75 \text{ м/с}^2$. При транспортуванні вантажу a_1 може бути більше 1 м/с^2 , якщо це допустимо розрахунком на перевантаження двигуна, $a_3 \leq 0,75 \text{ м/с}^2$. При прийнятому $a_1 = a_3 = 0,75 \text{ м/с}^2$

$$a_m = \frac{0,75 \cdot 0,75}{0,75 + 0,75} = 0,375 \text{ м/с}^2.$$

Максимальна розрахункова швидкість

$$V_{p \max} = a_m T_p - \sqrt{(a_m T_p)^2 - 2 a_m H}, \quad (3.38)$$

$$\text{тобто } V_{p \max} = 0,375 \cdot 45 - \sqrt{(0,375 \cdot 45)^2 - 2 \cdot 0,375 \cdot 250} = 6,95 \text{ м/с}^2.$$

При діаметрі барабана $D_6=5$ м, передатному числі одинарної передачі $i=10,5$ та синхронної частоти обертання асинхронного двигуна $n_{\text{син}}=300$ об/хв ($n=295$ об/хв) максимальна швидкість

$$V_{\max} = \frac{\pi D_6 n}{60 i} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 295}{60 \cdot 10,5} = 7,35 \text{ м/с}^2.$$

Максимальна швидкість $V_{\max}=7,35 \text{ м/с}^2$ може бути допущена ПБ під час підйому – спуску людей.

Тривалість прискореного та уповільненого рухів:

$$t_1 = V_{\max}/a_1; \quad t_3 = V_{\max}/a_3. \quad (3.39; 3.40)$$

Так як $a_1 = a_3$, то $t_1 = t_3 = 7,35/0,75 = 9,8$ с.

Довжини шляхів прискореного та уповільненого рухів:

$$h_1 = V_{\max} t_1 / 2; \quad h_3 = V_{\max} t_3 / 2. \quad (3.41; 3.42)$$

Так як $t_1 = t_3$, то $h_1 = h_3 = 7,35 \cdot 9,8 / 2 = 36$ м.

Довжина шляху та тривалість рівномірного руху:

$$h_2 = H - h_1 - h_3, \quad (3.43)$$

$$h_2 = 250 - 36 - 36 = 178 \text{ м};$$

$$t_2 = h_2/V_{max}, \quad (3.44)$$

$$t_2 = 178/7,35 = 24,22 \text{ с.}$$

Повна тривалість руху підйомних судин

$$T=t_1 + t_2 + t_3. \quad (3.45)$$

Підставивши отримані значення, отримаємо

$$T=9,8+24,22+9,8=43,82 \text{ с.}$$

Перевірка правильності розрахунку:

$$T=\frac{H}{V_{max}} + \frac{V_{max}}{2} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3} \right), \quad (3.46)$$

$$T=\frac{250}{7,35} + \frac{7,35}{2} \left(\frac{1}{0,75} + \frac{1}{0,75} \right) = 43,82 \text{ с.}$$

Розрахунок зроблений правильно, оскільки результати обчислень за формулами (3.45) та (3.46) однакові.

Фактично коефіцієнт резерву продуктивності підйомної установки

$$C_\phi = C \frac{T_p + T_\Pi}{T + t_\Pi}, \quad (3.47)$$

т.е $C_\phi = 1,5 \frac{45+10}{43,82+10} = 1,52.$

Діаграми швидкості та прискорення показані на рис.3.11.

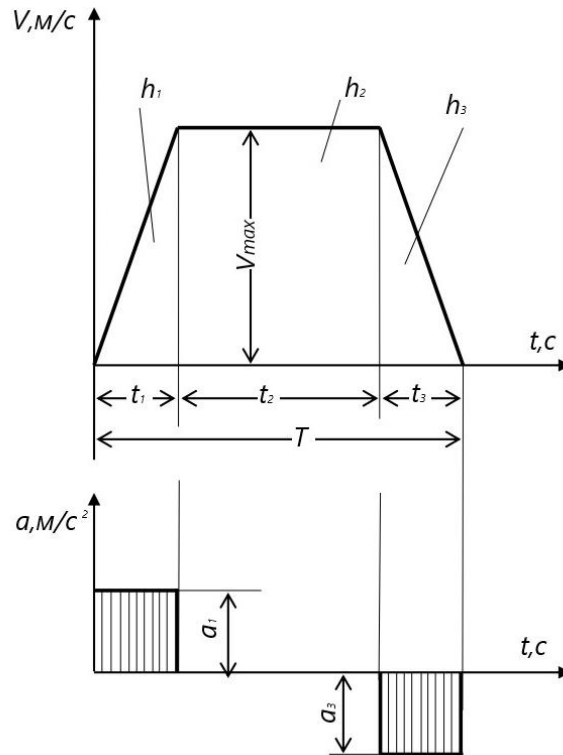


Рис.3.11

3.26. Розрахувати елементи триперіодних діаграм швидкості та побудувати в масштабі їх та відповідні їм діаграми прискорень за умови роботи установки з однаковою максимальною швидкістю з двох горизонтів. Висота підйому при роботі з першого (верхнього) горизонту $H=420$ м, із другого – $H=520$ м. Розрахункова тривалість руху підйомної судини з другого горизонту $T_p = 84$ с; $t_{\pi} = 45$ с; $D_6 = 5$ м; $i=10,5$ м/с; $a_1 = a_3 = 0,75$ м/с; $C=1, 5$.

Рішення. Для другого обрію модуль прискорень за формулою (3.37)

$$a_m = \frac{0,75 \cdot 0,75}{0,75 + 0,75} = 0,375 \text{ м/с}^2.$$

Максимальна розрахункова швидкість за формулою (3.38)

$$V_{p \max} = 0,375 \cdot 84 - \sqrt{(0,375 \cdot 84)^2 - 2 \cdot 0,375 \cdot 520} = 7 \text{ м/с}.$$

При $D_6 = 5$ м, $i=10,5$ та $n_{\text{син}} = 300$ об/хв ($n=290$ об/хв) максимальна швидкість

$$V_{\max} = 7,23 \text{ м/с}.$$

Максимальна швидкість, допустима ПБ з верхнього горизонту при підйомі-спуску людей, $V_{\text{п.б}} = 12$ м/с.

Таким чином, як з другого, так і з першого горизонту можна працювати з тією самою максимальною швидкістю $V_{\max} = 7,23$ м/с.

Визначимо елементи діаграми швидкості з другого горизонту за формулами (3.39) – (3.45).

Так як $a_1 = a_3$, то $t_1 = t_3 = 7,23/0,75 = 9,64$ с.

Оскільки $t_1 = t_3$, то $h_1 = h_3 = V_{max}t_1/2 = 7,23 \cdot 9,64/2 = 34,85$ м.

$$h_2 = H - h_1 - h_3 = 520 - 34,85 = 450,3 \text{ м};$$

$$t_2 = h_2/V_{max} = 450,3/7,23 = 62,28 \text{ с};$$

$$T = t_1 + t_2 + t_3 = 9,64 + 62,28 + 9,64 = 81,56 \text{ с}.$$

Перевірка правильності розрахунку проводиться за формулою (3.46) :

$$T = \frac{520}{7,23} + \frac{7,23}{2} \left(\frac{1}{0,75} + \frac{1}{0,75} \right) = 81,56 \text{ с}.$$

Розрахунок зроблений правильно, оскільки результати обчислень за формулою (3.45) та (3.46) однакові.

Фактичний коефіцієнт резерву продуктивності підйомної установки за формулою (3.47) з другого горизонту

$$C_{\phi} = 1,5 \frac{84+45}{81,56+45} = 1,53.$$

Визначимо елементи діаграми швидкості першого горизонту.

Так як

$$t_1 = t_3 = 9,64 \text{ с};$$

$$h_1 = h_3 = 34,85 \text{ м}.$$

Отже,

$$h_2 = 420 - 34,85 - 34,85 = 350,3 \text{ м};$$

$$t_2 = 350,3/7,23 = 48,45 \text{ с};$$

$$T = 9,64 + 48,45 + 9,64 = 67,73 \text{ с}.$$

Перевірка правильності розрахунку:

$$T = \frac{420}{7,23} + \frac{7,23}{2} \left(\frac{1}{0,75} + \frac{1}{0,75} \right) = 67,73 \text{ с}.$$

Розрахунок зроблений правильно, оскільки результати обчислень за формулами (3.45) та (3.46) однакові.

Фактичний коефіцієнт резерву продуктивності з першого горизонту

$$C_{\phi} = 1,5 \frac{84+45}{67,73+45} = 1,72.$$

Діаграми швидкості та відповідні їм діаграми прискорень для першого (а) та другого (б) горизонту показані на рис.3.12.

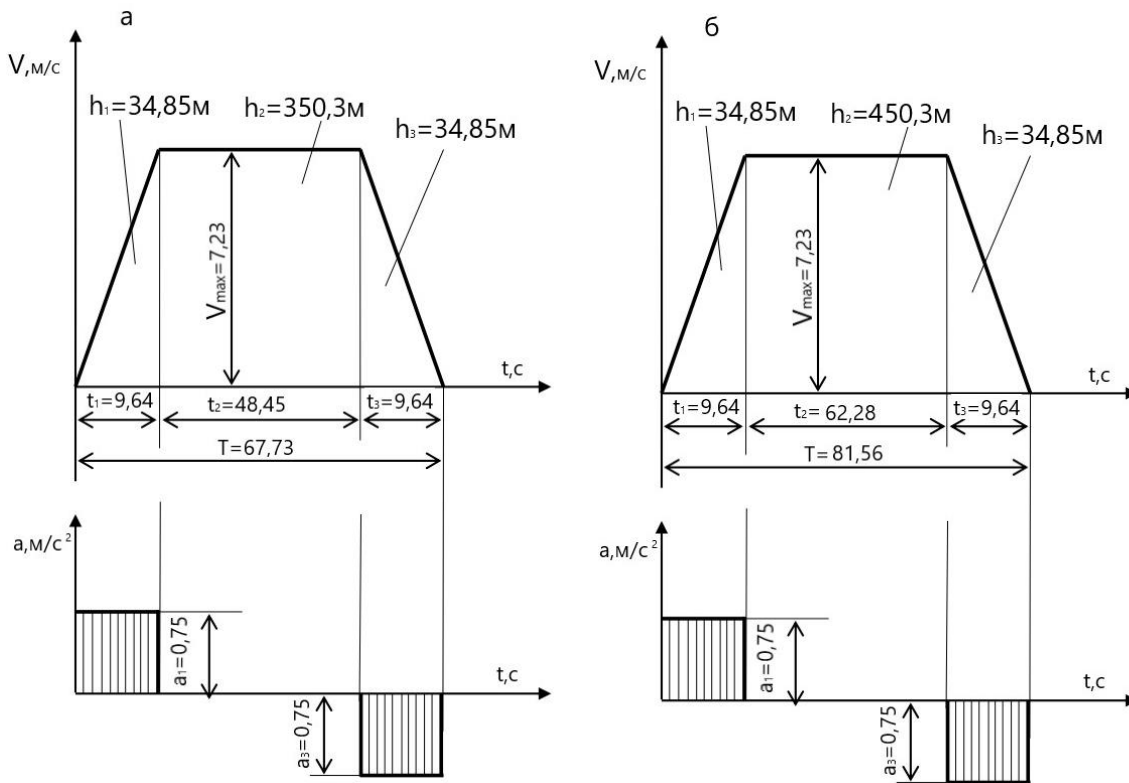


Рис.3.12

3.27. Визначити шляхи руху підйомних судин при триперіодній діаграмі швидкості, якщо: $H=420$ м; $V_{max} = 8,05$ м/с; $a_1 = 0,7$ м/с²; $a_3 = 0,75$ м/с².

Рішення. Шляхи прискореного руху на підставі формул (3.39) та (3.41) та уповільненого на підставі формул (3.40) та (3.42) :

$$h_1 = V_{max}^2 / 2a_1 = 8,05^2 / (2 \cdot 0,7) = 46,28 \text{ м};$$

$$h_3 = V_{max}^2 / 2a_3 = 8,05^2 / (2 \cdot 0,75) = 43,2 \text{ м};$$

Те саме, рівномірного за формулою (3.43)

$$h_2 = 420 - 46,28 - 43,2 = 330,52 \text{ м}.$$

3.28. Визначити тривалість t_2 рівномірного руху підйомних судин при триперіодній діаграмі швидкості, якщо: $H=440$ м; $V_{max} = 9,1$ м/с; $a_1 = 0,75$ м/с²; $a_3 = 0,7$ м/с².

Рішення. На підставі формул (3.39) – (3.44) маємо:

$$t_2 = \frac{H}{V_{max}} - \frac{V_{max}}{2} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3} \right) = \frac{440}{9,1} - \frac{9,1}{2} \left(\frac{1}{0,75} + \frac{1}{0,7} \right) = 35,78 \text{ с}.$$

3.29. Визначити повну тривалість підйомної операції при триперіодній діаграмі швидкості, якщо: $H=435$ м; $V_{max} = 9,7$ м/с; $a_1 = 0,65$ м/с²; $t_{\Pi} = 30$ с.

Рішення. Тривалість руху підйомних судин за формулою (3.46)

$$T = \frac{435}{9,7} + \frac{9,7}{2} \left(\frac{1}{0,65} + \frac{1}{0,72} \right) = 59 \text{ с}.$$

Повна тривалість однієї підйомної операції за формулою (3.34)

$$T_n = T + t_n = 59 + 30 = 89 \text{ с.}$$

3.30. Визначити висоту підйому H при триперіодній діаграмі швидкості, якщо тривалість руху підйомних судин $T=75$ с; максимальна швидкість $V_{max} = 7,2$ м/с; прискорення $a_1 = 0,75$ м/с²; уповільнення $a_3 = 0,65$ м/с².

Рішення. За формулою (3.37) визначаємо модуль прискорень:

$$a_m = \frac{0,75 \cdot 0,65}{0,75 + 0,65} = 0,348 \text{ м/с}^2.$$

Висота підйому на підставі формул (3.46) та (3.37)

$$H = tV_{max} - \frac{V_{max}^2}{2a_m} = 75 \cdot 7,2 - \frac{7,2^2}{2 \cdot 0,348} = 465,5 \text{ м.}$$

3.31. Визначити уповільнення a_3 підйомної установки при триперіодній діаграмі швидкості якщо $H=400$ м, тривалість руху підйомних судин $T=55$ с; максимальна швидкість $V_{max} = 9,7$ м/с; прискорення $a_1 = 0,75$ м/с².

Рішення. На підставі формул (3.46) и (3.37) модуль прискорень

$$a_m = \frac{V_{max}^2}{2(TV_{max} - H)} = \frac{9,7^2}{2(55 \cdot 9,7 - 400)} = 0,353 \text{ м/с}^2.$$

За формулою (3.37)

$$a_3 = \frac{a_m a_1}{a_1 - a_m} = \frac{0,353 \cdot 0,75}{0,75 - 0,353} = 0,667 \text{ м/с}^2.$$

3.32. Визначити елементи п'ятиперіодної діаграми швидкості та побудувати в масштабі її та відповідну їй діаграму прискорень, якщо: шлях підйому $H=480$ м; розрахункова тривалість однієї підйомної операції $T_p = 70$ с; пауза між двома підйомними операціями $t_n = 10$ с; шлях завантаження скіпів $h_p = 2,2$ м; діаметр барабана $D_6 = 4$ м; коефіцієнт резерву продуктивності установки $C=1,5$.

Рішення. Модуль прискорень за формулою (3.37) при прийнятих $a_1 = 1$ м/с² та $a_3 = 0,75$ м/с²:

$$a_m = \frac{1 \cdot 0,75}{1 + 0,75} = 0,429 \text{ м/с}^2.$$

Максимальна розрахункова швидкість, м/с

$$V_{pmax} = a_m T_0 - \sqrt{(a_m T_0)^2 - 2a_m H_0}. \quad (3.48)$$

Попередньо при прийнятому значенні швидкості входу ролика скіпа в розвантажувальні криві та виходу його з них ($V' = V'' = 1,1$ м/с) знаходимо:

$$T_0 = T_p - \frac{2h_p}{V'} - \frac{2h_p}{V''} + \frac{V'}{a_1} + \frac{V''}{a_3}, \quad (3.49)$$

$$\text{т.е. } T_0 = 70 - \frac{2 \cdot 2,2}{1,1} - \frac{2 \cdot 2,2}{1,1} + \frac{1,1}{1} + \frac{1,1}{0,75} = 59,43 \text{ с;}$$

$$H_o = H - 2h_p + \frac{V^2}{2a_1} + \frac{V'^2}{2a_3}, \quad (3.50)$$

т.е. $H_o = 480 - 2 \cdot 2,2 + \frac{1,1^2}{2 \cdot 1} + \frac{1,1^2}{2 \cdot 0,75} = 477 \text{ м};$

$$V_{pmax} = 0,429 \cdot 59,4 - \sqrt{(0,429 \cdot 59,4)^2 - 2 \cdot 0,429 \cdot 477} = 9,98 \text{ м/с}.$$

Максимальна швидкість, що забезпечується машиною при $D_6 = 4 \text{ м}$, $i=11,5$ та $n_{\text{син}} = 600 \text{ об/хв}$ ($n=590 \text{ об/хв}$)

$$V_{max} = \frac{\pi D_6 n}{60 i} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 590}{60 \cdot 11,5} = 10,74 \text{ м/с}.$$

Визначимо елементи діаграми швидкості при русі скіпів по кривим розвантажувальних. Прискорення та уповільнення

$$a' = \frac{V^2}{2h_p}; a'' = \frac{V'^2}{2h_p}. \quad (3.51; 3.52)$$

Підставляючи значення, отримаємо

$$a' = a'' = \frac{1,1^2}{2 \cdot 2,2} = 0,275 \text{ м/с}^2.$$

Тривалість прискореного та уповільненого рухів за розвантажувальними кривими

$$t' = V'/a'; t'' = V''/a''. \quad (3.53; 3.54)$$

або

$$t' = t = 1,1/0,275 = 4 \text{ с}.$$

Довжина шляху скіпу по розвантажувальним кривим

$$h_p = V't'/2 = V''t''/2, \quad (3.55)$$

або $h_p = 1,1 \cdot 4/2 = 2,2 \text{ м}.$

Час прискореного руху при $a_1 = 1 \text{ м/с}^2$ та уповільненого при $a_3 = 0,75 \text{ м/с}^2$

$$t_1 = \frac{V_{max}-V'}{a_1}; t_3 = \frac{V_{max}-V''}{a_3}. \quad (3.56; 3.57)$$

Підставляючи значення, отримаємо:

$$t_1 = \frac{10,74-1,1}{1} = 9,64 \text{ с}; t_3 = \frac{10,74-1,1}{0,75} = 12,85 \text{ с}.$$

Довжини шляхів за час прискореного та уповільненого рухів

$$h_1 = \frac{V'+V_{max}}{2} t_1; h_3 = \frac{V''+V_{max}}{2} t_3. \quad (3.58; 3.59)$$

Підставляючи значення, отримаємо:

$$h_1 = \frac{1,1+10,74}{2} 9,64 = 57,1 \text{ м}; h_3 = \frac{1,1+10,74}{2} 12,85 = 76,07 \text{ м}.$$

Довжина шляху рівномірного руху

$$h_2 = H - 2h_p - h_1 - h_3, \quad (3.60)$$

т.е. $h_2 = 480 - 2 \cdot 2,2 - 57,1 - 76,07 = 342,43$ м.

Тривалість рівномірного руху

$$t_2 = h_2 / V_{max}; \quad (3.61)$$

т.е. $t_2 = 342,43 / 10,74 = 31,88$ с.

Тривалість руху підйомних судин

$$T = t' + t_1 + t_2 + t_3 + t'', \quad (3.62)$$

т.е. $T = 4 + 9,64 + 31,88 + 12,85 + 4 = 62,37$ с.

Перевірка правильності розрахунку:

$$T = \frac{H_0}{V_{max}} + \frac{V_{max}}{2} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3} \right) + V' \left(\frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_1} \right) + V^2 \left(\frac{1}{a''} - \frac{1}{a_3} \right). \quad (3.63)$$

т.е. $T = \frac{447}{10,74} + \frac{10,74}{2} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{0,75} \right) + 1,1 \left(\frac{1}{0,275} - \frac{1}{1} \right) + 1,1 \left(\frac{1}{0,275} - \frac{1}{0,75} \right) = 62,37$ с.

Фактичний коефіцієнт резерв продуктивності підйомної установки

$$C_\phi = C \frac{T_p + T_n}{T + t_n} = 1,5 \frac{70 + 10}{62,37 + 10} = 1,66.$$

Діаграма швидкості та відповідна їй діаграма прискорень показані на рис. 3.13.

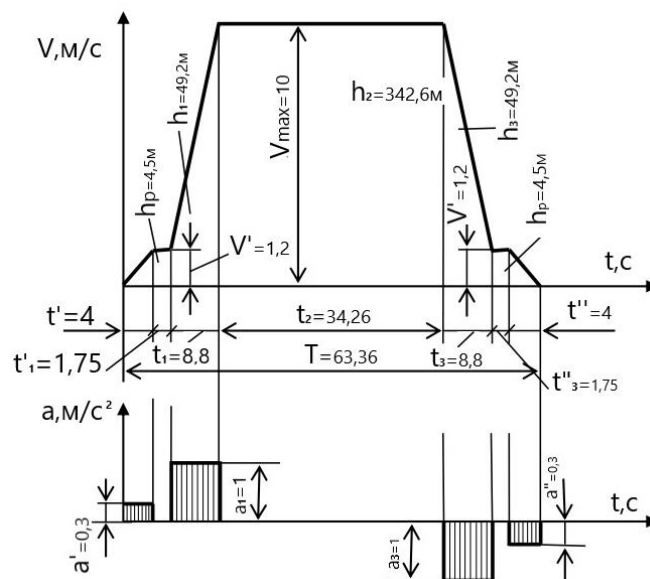


Рис. 3.13.

3.33. Визначити шляхи руху підйомних судин у другий, третій та четвертий періоди п'ятиперіодної діаграми швидкості, якщо $H=520$ м; $V_{max} = 5,5$ м/с; $a_1 = a_3 = 1$ м/с²; $V'=V''=1,5$ м/с; $h_p = 2,5$ м.

Рішення. Довжина шляху прискореного руху із прискоренням $a=1$ м/с² на підставі формул (3.56) та (3.58)

$$L_1 = \frac{V_{max}^2 - V'^2}{2a_1} = \frac{5,5^2 - 1,5^2}{2 \cdot 1} = 14 \text{ м.}$$

Те ж саме, уповільненого руху з уповільненням $a_3 = 1 \text{ м/с}^2$ на підставі формул (3.57) та (3.59)

$$L_3 = \frac{V_{max}^2 - V''^2}{2a_3} = \frac{5,5^2 - 1,5^2}{2 \cdot 1} = 14 \text{ м.}$$

Те ж саме, рівномірного руху за формулою (3.60)

$$h_2 = 520 - 2 \cdot 2,15 - 14 - 14 = 487,7 \text{ м.}$$

3.34. Визначити тривалість рівномірного руху з максимальною швидкістю підйомних судин при п'ятиперіодній діаграмі швидкості, якщо $H=370 \text{ м}$; $V_{max} = 9,7 \text{ м/с}$; $a_1 = 0,75 \text{ м/с}^2$; $a_3 = 0,8 \text{ м/с}^2$; $V'=1,2 \text{ м/с}$; $V''=1,5 \text{ м/с}$; $h_p = 4 \text{ м}$.

Решення. Тривалість рівномірного руху

$$t_2 = \frac{H-2h_p}{V_{max}} - \frac{V_{max}}{2} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3} \right) + \frac{1}{2V_{max}} \left(\frac{V'^2}{a_1} + \frac{V''^2}{a_3} \right) = \frac{370-2 \cdot 4}{9,7} - \frac{9,7}{2} \left(\frac{1}{0,75} + \frac{1}{0,8} \right) + \frac{1}{2 \cdot 9,7} \left(\frac{1,5^2}{0,75} + \frac{1,2^2}{0,8} \right) = 25,05 \text{ с.}$$

3.35. Визначити повну тривалість однієї підйомної операції при п'ятиперіодній діаграмі швидкості, якщо $H=370 \text{ м}$; $V_{max} = 9,7 \text{ м/с}$; $a_1 = 0,75 \text{ м/с}^2$; $a_3 = 0,8 \text{ м/с}^2$; $V'=1,2 \text{ м/с}$; $V''=1,5 \text{ м/с}$; $h_p = 4 \text{ м}$.

Решення. Тривалість рівномірного руху на підставі формул (3.56) - (3.61)

$$t_2 = \frac{H-2h_p}{V_{max}} - \frac{V_{max}}{2} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3} \right) + \frac{1}{2V_{max}} \left(\frac{V'^2}{a_1} + \frac{V''^2}{a_3} \right) = \frac{370-2 \cdot 4}{9,7} - \frac{9,7}{2} \left(\frac{1}{0,75} + \frac{1}{0,8} \right) + \frac{1}{2 \cdot 9,7} \left(\frac{1,5^2}{0,75} + \frac{1,2^2}{0,8} \right) = 25,05 \text{ с.}$$

3.35. Визначити повну тривалість однієї підйомної операції при п'ятиперіодній діаграмі швидкості, якщо: $H=485 \text{ м}$; $V_{max} = 8,3 \text{ м/с}$; $a_1 = 1 \text{ м/с}^2$; $a_3 = 0,8 \text{ м/с}^2$; $h_p = 2,45 \text{ м}$; $V'=1,2 \text{ м/с}$; $V''=1,1 \text{ м/с}$; $t_{\pi} = 10 \text{ с}$.

Решення. Тривалість руху підйомних судин за формулою (3.3)

$$T = \frac{H_0}{V_{max}} + \frac{V_{max}}{2} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3} \right) + V' \left(\frac{1}{a'} - \frac{1}{a_1} \right) + V'' \left(\frac{1}{a''} - \frac{1}{a_3} \right).$$

Попередньо знаходимо a' та a'' за формулою (3.51) та (3.52) та H_0 за формулою (3.50):

$$a' = \frac{1,2^2}{2 \cdot 2,45} = 0,294 \text{ м/с}^2; a'' = \frac{1,1^2}{2 \cdot 2,45} = 0,247 \text{ м/с}^2;$$

$$H_0 = 485 - 2 \cdot 2,45 + \frac{1,2^2}{2 \cdot 1} + \frac{1,1^2}{2 \cdot 0,8} = 481,57 \text{ с.}$$

Підставляючи отримані значення, маємо

$$T = \frac{481,57}{8,3} + \frac{8,3}{2} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{0,8} \right) + 1,2 \left(\frac{1}{0,294} - \frac{1}{1} \right) + 1,1 \left(\frac{1}{0,247} - \frac{1}{0,8} \right) = 73,3 \text{ с.}$$

Повна тривалість однієї підйомної операції

$$T_{\pi} = T + t_{\pi} = 73,3 + 10 = 83,3 \text{ с.}$$

3.36. Визначити висоту підйому H під час роботи за п'ятиперіодною діаграмою швидкості, якщо: $T=85$ с; $V_{max} = 7,2$ м/с; $a_1 = 1$ м/с²; $a_3 = 0,9$ м/с²; $h_p = 2,5$ м; $V'=1,2$ м/с; $V''=1,1$ м/с.

Рішення. На підставі формули (3.63)

$$H_o = TV_{max} - \frac{V_{max}^2}{2} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3} \right) - V'V_{max} \left(\frac{1}{a'} - \frac{1}{a_1} \right) - V''V_{max} \left(\frac{1}{a''} - \frac{1}{a_3} \right).$$

Попередньо знаходимо прискорення та уповільнення скіпу на розвантажувальних кривих за формулами (3.51) та (3.52)

$$a' = \frac{1,2^2}{2 \cdot 2,5} = 0,288 \text{ м/с}^2; a'' = \frac{1,1^2}{2 \cdot 2,5} = 0,242 \text{ м/с}^2.$$

Використовуючи отримані дані, знаходимо,

$$H_o = 85 \cdot 7,2 - \frac{7,2^2}{2} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{0,9} \right) - 1,2 \cdot 7,2 \left(\frac{1}{0,288} - \frac{1}{1} \right) - 1,1 \cdot 7,2 \left(\frac{1}{0,242} - \frac{1}{0,9} \right) = 512 \text{ м.}$$

Далі з формули (3.50)

$$H = H_o + 2h_p - \frac{V'^2}{2a_1} - \frac{V''^2}{2a_3} = 512 + 2 \cdot 2,5 - \frac{1,2^2}{2 \cdot 1} - \frac{1,1^2}{2 \cdot 0,9} = 515,6 \text{ м.}$$

3.37. Визначити елементи семіперіодної діаграми швидкості та побудувати в масштабі цю діаграму та відповідну їй діаграму прискорень. Шлях підйому $H=450$ м, тривалість руху підйомних судин $T_p = 65$ с, пауза між підйомними операціями $t_{\Pi} = 8$ с, шлях розвантаження перекидних клітей $h_p = 4,5$ м, діаметр барабана $D_6 = 5$ м, коефіцієнт резерву продуктивності установки $C=1,5$.

Рішення. Модуль прискорень за формулою (3.37) за прийнятого $a_1 = a_3 = 1$ м/с²

$$a_1 = \frac{1 \cdot 1}{1+1} = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

При прийнятому значенні швидкості входу ролика кліті в розвантажувальні криві та виходу його з них $V'=V''=1,2$ м/с, прискорення та уповільнення $a'=a''=0,3$ м/с² за формулами (3.53), (3.53) тривалість прискореного та уповільненого руху по розвантажувальним кривим

$$t'=t''=1,2/0,3=4 \text{ с.}$$

Те ж саме, рівномірного руху

$$t'_1 = \frac{h_p - V't'/2}{V'}; t''_1 = \frac{h_p - V''t''/2}{V''}. \quad (3.64; 3.65)$$

Виходячи з вищевикладеного, отримуємо

$$t'_1 = t''_1 = \frac{4,5 - 1,2 \cdot 4/2}{1,2} = 1,75 \text{ с.}$$

Далі визначаємо

$$T_o = T_p - t' - t'_1 - t''_1 - t'' + \frac{V'}{a_1} + \frac{V''}{a_3}, \quad (3.66)$$

т.е. $T_o = 65 - 4 - 1,75 - 1,75 - 4 + 1,2/1 + 1,2/1 = 55,9$ с.

За формулою (3.50)

$$V_{p\max} = 0,5 \cdot 55,9 - \sqrt{(0,5 \cdot 55,9)^2 - 2 \cdot 0,5 \cdot 442,44} = 9,6 \text{ м/с.}$$

При діаметрі барабана $D_6 = 5 \text{ м}$, передаточному числі зубчастого редуктора $i=10,5$ та синхронній частоті обертання асинхронного двигуна $n_{\text{син}} = 425 \text{ об/хв}$ ($n=400 \text{ об/хв}$) максимальна швидкість

$$V_{\max} = \frac{\pi D_6 n}{i} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 6,67}{10,5} = 10 \text{ м/с.}$$

Визначимо тривалості прискореного та уповільненого рухів при $a_1 = a_3 = 1 \text{ м/с}^2$ та довжині шляхів за цей час за формулами (3.56) – (3.59), враховуючи, що $V'=V''$:

$$t_1 = \frac{10-1,2}{1} = 8,8 \text{ с, } t_3 = \frac{10-1,2}{1} = 8,8 \text{ с;}$$

$$h_1 = \frac{1,2+10}{2} 8,8 = 49,2 \text{ м, } h_3 = \frac{1,2+10}{2} 8,8 = 49,2 \text{ м.}$$

Перевірка шляхів розвантаження:

$$h_p = V't'/2 + V't' = 1,2 \cdot 4/2 + 1,2 \cdot 1,75 = 4,5 \text{ м.}$$

Довжина шляху та тривалість рівномірного руху згідно з формулами (3.60) та (3.61)

$$h_2 = 450 - 2 \cdot 4,5 - 49,2 - 49,2 = 342,6 \text{ м;}$$

$$t_2 = 342,6/10 = 34,26 \text{ с.}$$

Тривалість руху підйомних судин

$$T = t' + t'_1 + t_1 + t_2 + t_3 + t''_1 + t''. \quad (3.67)$$

$$\text{т.е. } T = 4 + 1,75 + 8,8 + 34,26 + 8,8 + 1,75 + 4 = 63,36 \text{ с.}$$

Перевірка правильності розрахунку:

$$T = \frac{H_0}{V_{\max}} + \frac{V_{\max}}{2} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3} \right) + V' \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a_1} \right) + V'' \left(\frac{1}{2a''} - \frac{1}{a_3} \right) + h_p \left(\frac{1}{V'} + \frac{1}{V''} \right), \quad (3.68)$$

$$\text{т.е. } T = \frac{442,44}{10} + \frac{10}{2} + \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{1} \right) + 1,2 \left(\frac{1}{2 \cdot 0,3} - \frac{1}{1} \right) + 1,2 * \left(\frac{1}{2 \cdot 0,3} - \frac{1}{1} \right) + 4,5 \left(\frac{1}{1,2} + \frac{1}{1,2} \right) = 63,36 \text{ с.}$$

Фактичний коефіцієнт резерву продуктивності підйомної установки за формулою (3.47)

$$C_\phi = 1,5 \frac{65+8}{63,36+8} = 1,53.$$

Діаграма швидкості та відповідна їй діаграма прискорень показані на рис. 3.14.