



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Кафедра будівельної, теоретичної та прикладної механіки**

Методичні рекомендації щодо виконання  
розрахунково-графічного завдання з дисципліни

**«Машини та обладнання для вантажопідйомних  
операцій»**

***Спеціальність: 132 Матеріалознавство***

**Дніпро – 2019**

Обговорені та схвалені на засіданні кафедри будівельної, теоретичної та прикладної механіки Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» (протокол № 9 від «04» вересня 2019 р.).

**Укладач:**

Колосов Дмитро Леонідович - доктор технічних наук, завідувач кафедри будівельної, теоретичної та прикладної механіки національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

**Рецензенти:**

Ропай Валерій Андрійович - доктор технічних наук, професор кафедри будівельної, теоретичної та прикладної механіки Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

Долгов Олександр Михайлович - кандидат технічних наук, професор кафедри будівельної, теоретичної та прикладної механіки Національного технічного університету «Дніпровська політехніка»

**Колосов Д.Л.**

**Машини та обладнання для вантажопідйомних операцій:** Методичні вказівки щодо виконання розрахунково-графічного завдання. - Дніпро: НТУ «ДП», 2019. - 38 с.

Методичні вказівки щодо виконання розрахунково-графічного завдання «Машини та обладнання для вантажопідйомних операцій» базової частини професійного циклу навчального плану складені відповідно до освітнього стандарту вищої професійної освіти за спеціальністю підготовки бакалаврів «Матеріалознавство» для освітніх програм «Ліфтові системи і промислове вантажопідйомне обладнання» і «Ремонт і обслуговування промислового обладнання». Методичні вказівки щодо виконання розрахунково-графічного завдання призначені для студентів усіх форм навчання.

© Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка», 2019.

49005, Дніпро,

проспект Д. Яворницького, 19

© Колосов Д.Л.

## ЗМІСТ

Мета і завдання .....	4
Тематика завдань і його обсяг .....	5
Методичні вказівки щодо виконання .....	8
Література .....	24
Додатки .....	25
Додаток 1 .....	26
Додаток 2 .....	27
Додаток 3 .....	28
Додаток 4 .....	29
Додаток 5 .....	30
Додаток 6 .....	33
Додаток 7 .....	35
Додаток 8 .....	36
Додаток 9 .....	37

## МЕТА ТА ЗАВДАННЯ

Розрахунково-графічне завдання з дисципліни «Машини та обладнання для вантажопідйомних операцій» для студентів бакалаврів спеціальності 132 Матеріалознавство для освітніх програм «Ліфтові системи і промислове вантажопідйомне обладнання» і «Ремонт і обслуговування промислового обладнання» має на меті навчити студентів, проектування і конструювання вузлів і машин, з використанням методів застосовуваних у теоретичної механіки, теорії механізмів і машин та ін.

Придбаний в результаті виконання розрахунково-графічного завдання комплекс знань, вміння та навичок є необхідною науковою базою при формуванні компетенцій, передбачених основною освітньою програмою:

- здатний до систематичного вивчення науково-технічної інформації, вітчизняного і зарубіжного досвіду за відповідним профілем підготовки;
- вміє застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні деталей і вузлів виробів машинобудування;
- здатний брати участь в роботах по розрахунку деталей і вузлів машинобудівних конструкцій відповідно до технічних завдань;
- здатний розробляти робочу проектну і технічну документацію, оформляти закінчені проектно-конструкторські роботи.

Студент повинен в конкретній ситуації, обумовленої в завданні на розрахунково-графічне завдання, спроектувати і розробити загальний вигляд приводу конвеєра або іншого пристрою харчового виробництва, розрахувати і сконструювати привід машини, окремих вузол приводу - редуктор і його деталі.

В процесі роботи студент використовує знання, отримані в лекційному курсі «Машини та обладнання для вантажопідйомних операцій» і на практичних заняттях. Необхідно вивчити науково-технічну літературу з даної теми, наведену в бібліографії до даної роботи.

Одним з найважливіших завдань розрахунково-графічного завдання є вироблення у студентів стійких навичок проектування і конструювання зубчастих передач, підбору муфт і підшипників, розрахунку валів та інших деталей і вузлів приводу, що задовольняє вимогам завдання.

### **Тематика завдань і його обсяг.**

Відповідно до навчального плану студенти спеціальності 132 Матеріалознавство з дисципліни «Машини та обладнання для вантажопідйомних операцій» повинні виконати розрахунково-графічне завдання з розрахунку механізму підйому крана-лебідки.

Номер завдання і варіант вихідних даних студентам денного відділення дає викладач. Студенти заочного відділення, номер завдання вибирають з таблиці 1 за останньою і передостанній цифрам шифру.

### Тематика завдань і його обсяг.

Відповідно до навчального плану студенти спеціальності 132 Матеріалознавство з дисципліни «Машини та обладнання для вантажопідйомних операцій» повинні виконати розрахунково-графічне завдання з розрахунку механізму підйому крана-лебідки.

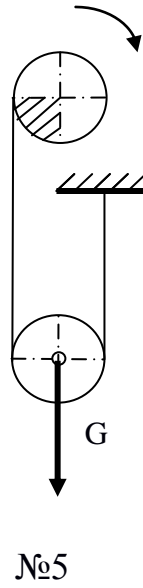
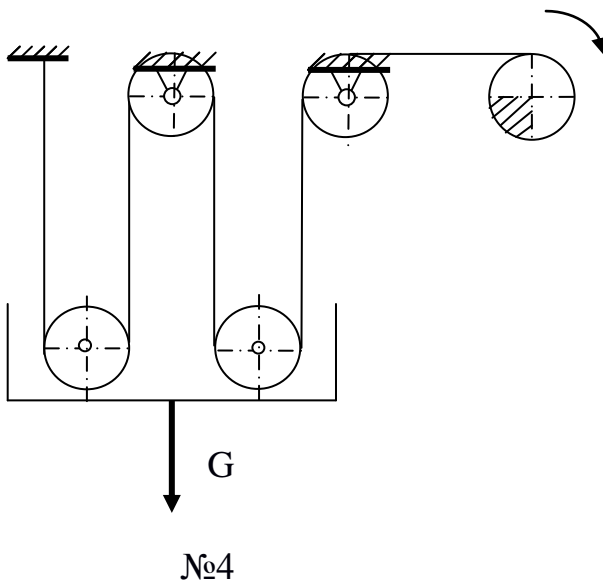
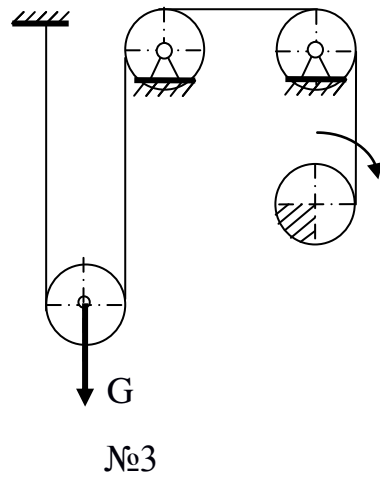
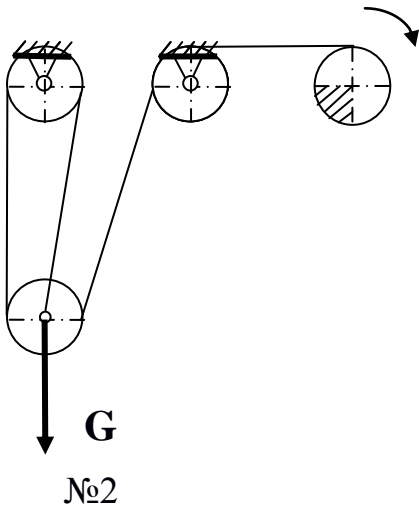
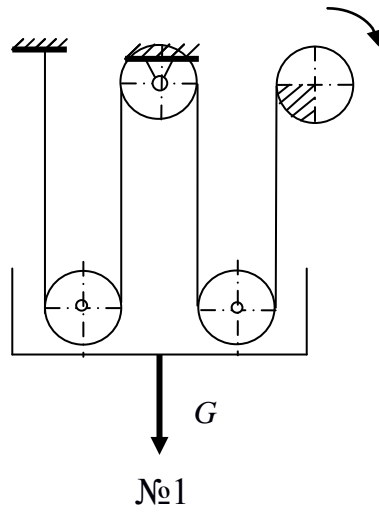
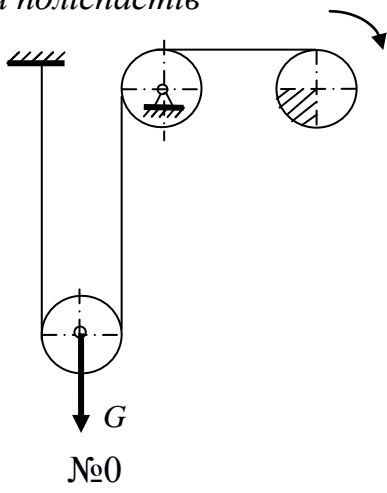
Номер завдання і варіант вихідних даних студентам денного відділення дає викладач. Студенти заочного відділення, номер завдання вибирають з таблиці 1 за останньою і передостанній цифрам шифру.

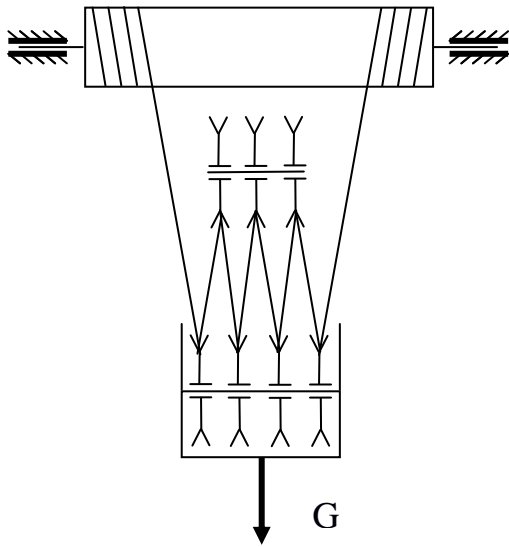
Таблиця 1

Номер варіанту	Номер схеми	Вантажо-підйомність Q(т)	Передостання цифра шифру	Швидкість підйому, V (м / хв.)	Режим роботи	Зупинник
1	1	1	парна	18	л	Храповий
			непарна	13	в	Роликовий
2	2	3	парна	11,5	с	Храповий
			непарна	17	вв	Роликовий
3	3	2	парна	10,5	в	Храповий
			непарна	8	с	Роликовий
4	4	2,5	парна	12	с	Храповий
			непарна	15	л	Роликовий
5	5	1,5	парна	6	с	Храповий
			непарна	12	в	Роликовий
6	6	2,75	парна	12,5	с	Храповий
			непарна	6	л	Роликовий
7	7	2	парна	17	с	Храповий
			непарна	10	в	Роликовий
8	8	2	парна	10	в	Храповий
			непарна	12	с	Роликовий
9	9	1,7	парна	15	л	Храповий
			непарна	20	с	Роликовий
0	0	1,7	парна	15	л	Храповий
			непарна	20	с	Роликовий

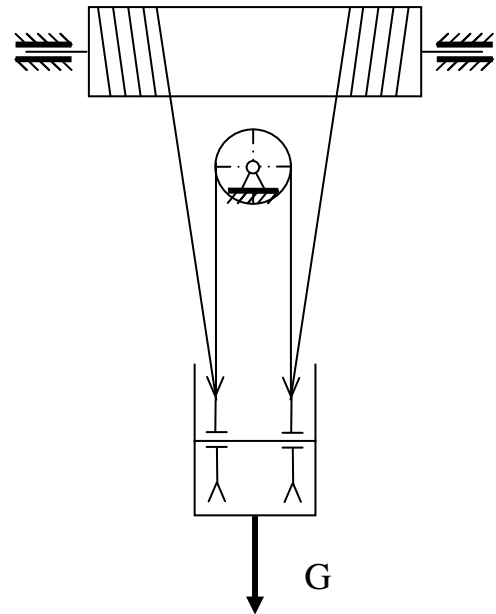
Висота підйому  $H = 6$  м.

Схеми поліспастів

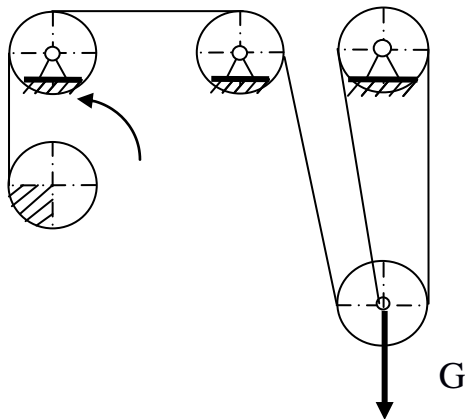




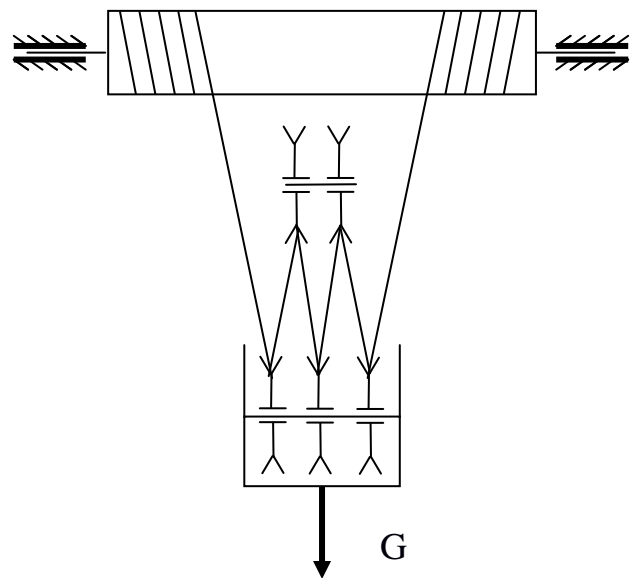
№6



№7



№8



№9

Розрахунково-графічне завдання з дисципліни «Машини та обладнання для вантажопідйомних операцій» складається з двох частин:

1. Розрахунково-пояснювальна записка.
2. Графічна частина.

Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити наступні розділи:

1. Визначення максимального натягу каната, вибір типу і діаметра каната.
2. Підбір крюка.
3. Визначення розмірів блоків.
4. Визначення розмірів барабана.

5. Перевірочний розрахунок барабана на міцність.
6. Розрахунок кріплення каната до барабана.
7. Розрахунок зупинника.
8. Підбір електродвигуна, редуктора гальма.
9. Перевірка електродвигуна за пусковим моментом.

Розрахунково-пояснювальна записка виконується на аркушах формату А4, зброшурованої разом з обкладинкою. Записка оформляється креслярським шрифтом або як виняток чітким розбірливим почерком. Записку дозволяється оформляти на ПЕОМ за допомогою стандартного текстового редактора (наприклад редактора WORD).

Першим листом записки є титульний аркуш, на другому аркуші - наводяться кінематична схема механізму підйому і вихідні дані для розрахунку. В кінці записки наводиться список використаної літератури.

Графічна частина складається з одного аркуша формату А1 і двох аркушів формату А2.

Лист 1 (формат - А1). Креслення загального вигляду. Дане креслення містить три проекції механізму підйому з усіма монтажними, габаритними і приєднувальними розмірами, а також технічну характеристику механізму підйому.

У технічній характеристиці повинні бути вказані такі параметри механізму: вантажопідйомність, висота підйому вантажу, швидкість підйому, режим роботи, застосований електродвигун (тип, потужність, номінальна частота обертання), редуктор (тип, передавальне число), гальмо (тип, гальмівний момент), канат (тип, діаметр, розривне зусилля), крюк. Специфікація креслення прикладається до розрахунково-пояснювальній записці.

Лист 2 (формат - А2). Складальне креслення підвіски крюка в двох проекціях. Специфікація креслення прикладається до розрахунково-пояснювальній записці.

Лист 3 (формат - А2). Виконується розріз складальної одиниці - барабана із зображенням його встановлення на рамі і з'єднанням з вихідним валом редуктора. Специфікація креслення прикладається до розрахунково-пояснювальній записці.

Всі креслення і розрахунково-пояснювальна записка виконуються в строгій відповідності з ЄСКД. Креслення дозволяється виконувати на ПЕОМ за допомогою наступних графічних програм: AutoCad, Компас.

У випадках, коли креслення виконані на ПЕОМ, студент представляє викладачеві їх в електронному вигляді одночасно з копіями на паперових носіях і має довести самостійність виконання креслень на комп'ютері викладача при захисті роботи.



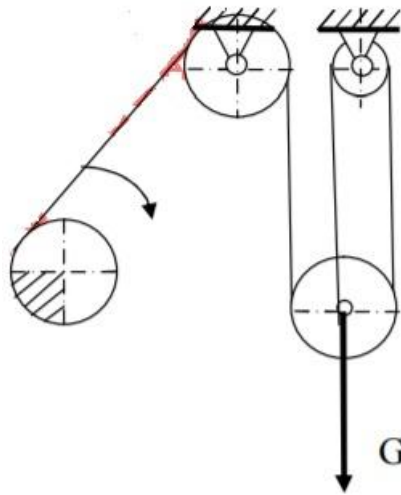
## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

У розрахунково-графічному завданні студент повинен виконати розрахунок і креслення механізму підйому крана. В якості методичного посібника наводиться приклад розрахунку механізму підйому мостового крана в тому обсязі і в тій послідовності, яка рекомендується при виконанні завдання. В кінці наводяться довідкові дані необхідні при розрахунках.

Приклад.

Розрахувати механізм підйому мостового крана.

Дано: вантажопідйомність  $Q = 3,5$  т, висота підйому  $H = 5$  м, швидкість підйому вантажу  $V = 6$  м / хв., режим роботи - середній. Схема поліспасти:



### 1 . Підбір каната

Максимальна вага вантажу  $G = Q \cdot g = 35$  кН. Визначимо максимальний натяг каната, що виникає в гілці, що набігає на барабан -

$$S_{\max} = \frac{1,03 \cdot G \cdot (1 - \eta)}{z_{\bar{c}} \cdot \eta^t \cdot (1 - \eta^a)}$$

де:  $z_{\bar{c}} = 1$  – кількість гілок каната, що намотуються на барабан (при  $z_{\bar{c}} = 1$  - поліспаст називається одинарним, при  $z_{\bar{c}} = 2$  - здвоєним);  $a = n / z_{\bar{c}}$  - кратність поліспасти, де  $n$  - кількість гілок каната, на яких підвішений вантаж, в прикладі  $a = 3/1 = 3$ ;  $t = m / z_{\bar{c}}$  - розрахункове число обвідних блоків, де  $m$  - число обвідних блоків, в прикладі  $t = 1/1 = 1$ ; коефіцієнт 1,03 - з урахуванням на вагу підвіски з крюком;  $\eta = 0,985$  - ККД блоку на підшипниках кочення.

В результаті отримаємо –

$$S_{\max} = \frac{1,03 \cdot 35 \cdot (1 - 0,985)}{1 \cdot 0,985 \cdot (1 - 0,985^3)}$$

Визначимо ККД поліспада

$$\eta_{\text{пол}} = \frac{(1 - \eta^a) \cdot \eta^t}{(1 - \eta) \cdot a} = \frac{(1 - 0,985^3) \cdot 0,985}{(1 - 0,985) \cdot 3} = 0,97.$$

Визначимо розривне зусилля каната

$$S_{\text{роз}} = S_{\max} \cdot K = 6,19 \cdot 5,5 = 34 \text{ кН},$$

де: К - коефіцієнт запасу, який визначається за режимом роботи (К = 5 - при легкому (Л), К = 5,5 - при середньому (С), К = 6 - при важкому і вельми важкому (В, ВВ)).

Вибираємо канат подвійного звивання з лінійним контактом в сталках дротів різного діаметру ЛК-Р ГОСТ 2688-80.

За розривним зусиллям вибираємо канат діаметром  $d = 8,3$  мм з розривним зусиллям 35 кН, з тимчасовим опором розриву дротів  $\sigma_s = 160$  МПа (Додаток 1).

## 2. Підбір крюка.

За вантажопідйомністю і режимом роботи, згідно з додатком 2, вибираємо крюк однорогий ГОСТ 6627-74 № 12 з найбільшою вантажопідйомністю 4 т, тип А - короткий. Основні розміри (мм):  $H = 298$ ,  $B = 189$ ,  $D = 65$ ,  $b = 40$ ,  $h = 65$ ,  $d_1 = 40$ ,  $d_2 = M36$ ,  $l_2 = 55$ ,  $L = 195$ ,  $r_2 = 90$ ,  $l = 36$ . Рисуємо ескіз крюка - рис 1.

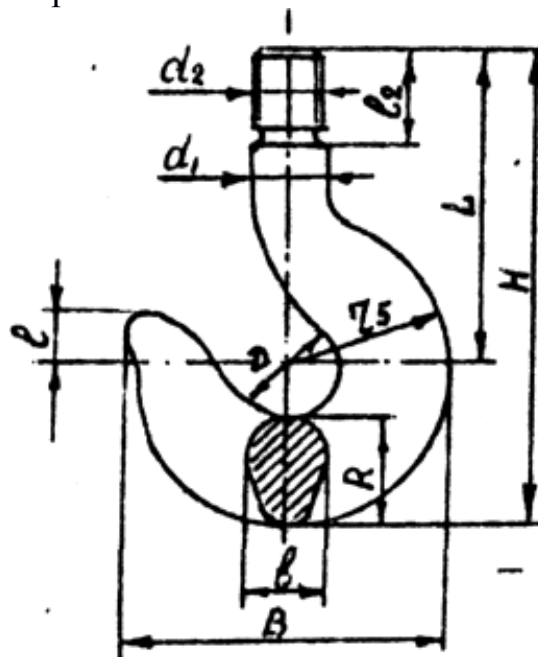


Рис.1. Ескіз крюка.

### 3. Визначення розмірів блоку і барабана

Діаметр блоку (барабана) по центрам каната

$$D_0 = e \cdot d = 25 \cdot 8,3 = 207,5 \text{ мм}$$

Коефіцієнт  $e$  вибираємо з таблиці 2.

Таблиця 2

Режим роботи	$e$
1М, 2М, 3М-Л	20
4М-С	25
5М-Т	30
6М-ВТ	35

Діаметр блоку по дну канавки або рівчака

$$D = D_0 - d = 207,5 - 8,3 = 199,2 \text{ мм}$$

Округлюємо згідно нормального ряду: 160, 200, 250, 320, 400, 450 і т.д.

Приймаємо  $D = 200$  мм, тоді  $D_0 = D + d = 208,3$  мм.

Зовнішній діаметр блоку  $D_n = D + 2h = 200 + 2 \cdot 20 = 240$  мм.

Ширина рівчака блоку  $B_1 = 42$  мм, де  $B_1$ , та ін. розміри рівчака блоку (див додаток 3).

Ширина маточини блоку  $B_{\text{ол}} = (1,2 \dots 1,4) B_1 = 50 \dots 60$  мм.

Ширина маточини уточнюється розрахунком підшипників, які встановлюються по два під маточину блоку. Радіальне зусилля, що діє на підшипник блоку

$$F_r = 1,1 \cdot S_{\text{max}} = 1,1 \cdot 6,19 = 6,80 \text{ кН},$$

де 1,1 - коефіцієнт нерівномірності навантаження.

Підшипник вибираємо по статичній вантажопідйомності  $C_0$  з умови  $C_0 > F_r$ .

Вибираємо радіальні однорядні шарикопідшипники особливо легкої серії № 80106, що має статичну вантажопідйомність  $C_0 = 6,8$  кН і розміри (мм):  $d_r = 30$ ,  $D_n = 55$ ,  $B_n = 13$  (див. довідники по деталях машин).

Ширина маточини повинна бути більше  $1,2 \cdot 2B = 32$  мм. Вибираємо  $B_{\text{ол}} = 50$  мм. Рисуємо ескіз блоку (рис. 2).

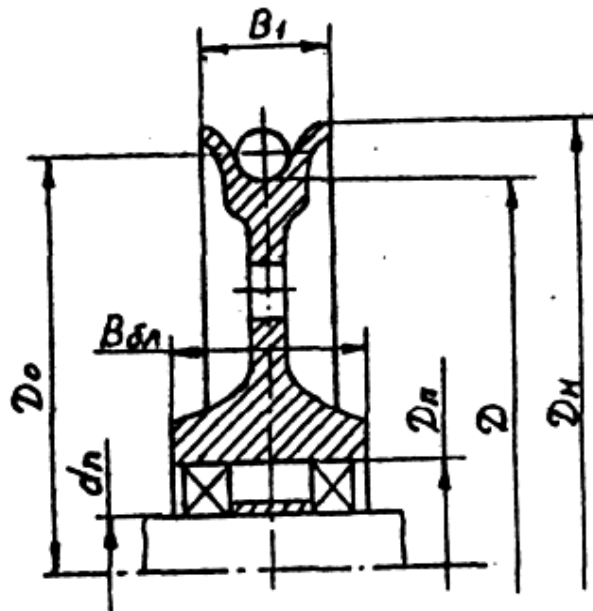


Рис. 2. Ескіз блоку

Барабан. Основні діаметри барабана  $D_0$  і  $D$  такіж, як у блоків:  $D_0 = 208,3$  мм,  $D = 200$  мм.

Внутрішній діаметр барабана  $D_{вн} = D - 2 \cdot \delta$ , де  $\delta$  - товщина стінок (рис. 3).

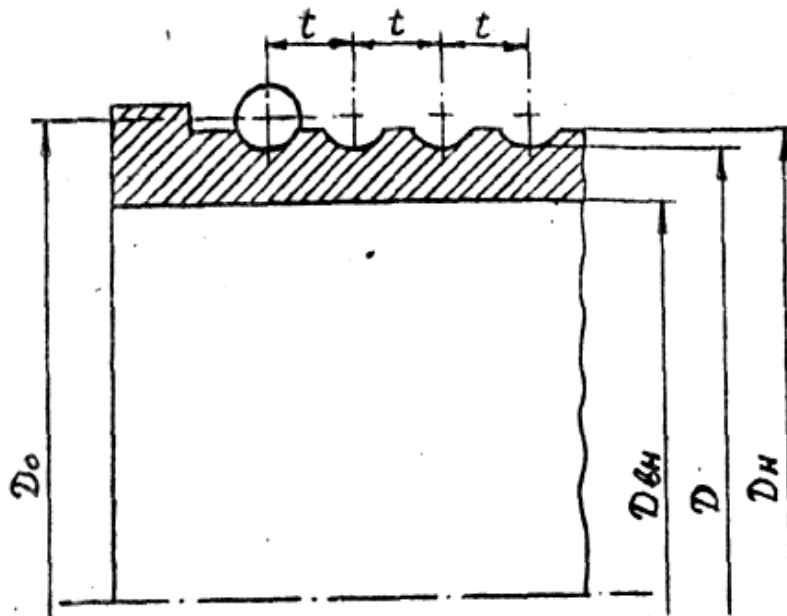


Рис. 3. Ескіз барабана (в розрізі)

Для барабана зі сталі (вибираємо сталь 20)

$$\delta = 0,01 \cdot D_0 + 3 = 0,01 \cdot 208,3 + 3 = 5 \text{ мм}$$

Внутрішній діаметр барабана:  $D_{вн} = 200 - 2 \cdot 5 = 190$  мм.

Зовнішній діаметр:  $D_n = D + 2h = 200 + 2 \cdot 0,3 \cdot 8,3 = 205$  мм, де  $h \approx 0,3d$

Шаг гвинтової нарізки вибираємо за діаметром каната, згідно з додатком 4. Приймаємо крок нарізки  $t = 10$  мм. Довжина нарізної частини барабана з урахуванням запасних витків (1,5 ... 2) і витків для кріплення (2 ... 3).

$$l = z_{\delta} \cdot t \left( \frac{H \cdot a}{\pi \cdot D_0} + 2 + 3 \right) = 2 \cdot 10 \cdot \left( \frac{5 \cdot 3}{3,14 \cdot 0,2083} + 2 + 3 \right) = 2 \cdot 280 = 560 \text{ мм},$$

де 23 - кількість робочих витків, 2 - число недоторканих витків, що залишаються на барабані при повному опусканні вантажу, 3 - кількість витків для кріплення каната на барабані, 280 - довжина нарізної частини з одного боку.

Для здвоєних поліспастів між нарізними частинами по середині повинна бути гладка ділянка довжиною  $l_0 = (K-1) V_{\text{бл}}$ , де  $K$  - кількість блоків підвіски крюка або напрямних блоків, з яких гілки каната намотуються на барабан,  $V_{\text{бл}}$  - ширина блоку.

У наведеному прикладі  $K = 3$ ,  $l_0 = (3-1) \cdot 50 = 100$  мм. В кінці нарізної частини передбачається гладка ділянка або реборда довжиною  $l_1 = 2t$ . Загальна довжина барабана  $L_{\delta} = l + l_0 + 2l_1 = 560 + 100 + 40 = 700$  мм. Рисуємо ескіз барабана (рис. 4).

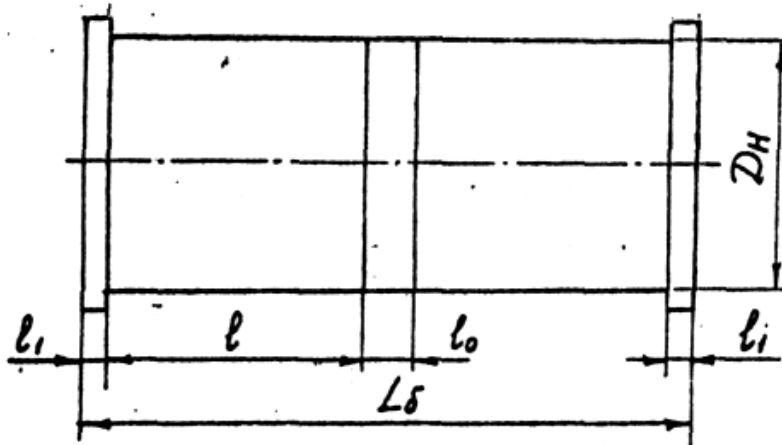


Рис.4. Ескіз барабана

Відношення  $L_{\delta} / D_{\text{н}} = 700 / 205 = 3,04$  менше 3,5. Тому розрахунок на міцність ведемо тільки на стиск

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{S_{\text{max}}}{\delta \cdot t} \leq [\sigma]_{\text{ст}}$$

Для сталі 20 допустимі напруження в залежності від режиму роботи складають  $[\sigma]_{\text{ст}} = 160$  МПа (Л), 130 МПа (С), 110 МПа (В и ВВ).

Тоді

$$\sigma_{\text{ст}} = \frac{6,19 \cdot 10^3}{5 \cdot 10} = 123,8 \text{ МПа}$$

що менше, ніж  $[\sigma]_{\text{ст}} = 130$  МПа, тобто умова міцності задовольняється.

#### 4. Розрахунок кріплення каната до барабана

Для кріплення було передбачено 3 витка.

Ставимо дві одногвинтові планки (рис. 5) на відстані  $=60^\circ$  ( $\pi/3$ ). Так як гвинти вгвинчуються в одну з канавок між двома з'єднаннями, то діаметр гвинта  $d_d = 0,8 \cdot t = 0,8 \cdot 10 = 8$  мм.

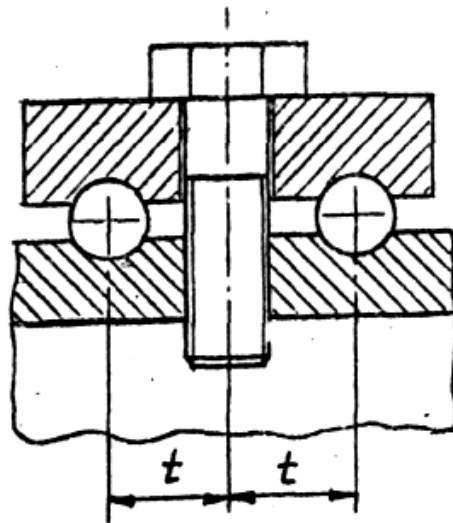


Рис. 5. Кріплення каната до барабана

Приймаємо різьбу М8, що має крок 1,25 мм і внутрішній діаметр 7,2 мм. Натяг каната під притискними планками на початку підйому

$$S = \frac{S_{\max}}{e^{f \cdot \alpha}} = \frac{6,19}{e^{0,15 \cdot 4\pi}} = \frac{6,19}{6,57} = 0,94 \text{ кН},$$

де  $f = 0,15$  - коефіцієнт тертя між канатом і барабаном;

$\alpha = 2 \cdot 2\pi$  - кут обхвату недоторканими витками (2 витка).

Зусилля затягування в гвинті

$$N = \frac{k \cdot S}{(f + f_1) \cdot (e^{f \cdot \alpha} + 1)} = \frac{1,25 \cdot 0,94}{(0,15 + 0,15) \cdot (e^{0,15 \cdot (5/3) \cdot \pi} + 1)} = 1,22 \text{ кН},$$

де  $k = 1,25$  - коефіцієнт запасу надійності кріплення;  $f = 0,15$  - приведений коефіцієнт тертя між канатом і притискної планкою;  $\alpha = 2\pi - \pi/3 = 5/3 \pi$  - кут обхвату канатом барабана між першою і другою планкою.

Напруження розтягування в гвинті

$$\sigma_p = \frac{1,3 \cdot N}{z \cdot \frac{\pi d_1^2}{4}} = \frac{1,3 \cdot 1,22 \cdot 10^3 \cdot 4}{2 \cdot 3,14 \cdot 7,2^2} = 19,5 \text{ МПа},$$

де 1,3 - коефіцієнт, що враховує напруження кручення при затягуванні, z - число гвинтів

Напруження, що допускається для гвинтів зі сталі 3  $[\sigma] = 40 \dots 50 \text{ МПа}$

## 5. Розрахунок зупинника

Зупинники перешкоджають самовільному опусканню вантажу, ставляться на вал барабана і вбудовуються в торець барабана.

Тому орієнтовно діаметр зупинника повинен бути менше або дорівнювати діаметру барабана.

а) Храповий зупинник (рис. 6).

Приймаємо діаметр храпового колеса рівним діаметру барабана  $D = 200 \text{ мм}$ . Діаметр храпового колеса  $D = m \cdot z$ , де m - модуль зачеплення, z = 10 - 30 - кількість зубів колеса.

Розрахунок храпового зупинника проводиться з умови незмиральності ребра зубів і заціпки

$$q = \frac{F}{b} \leq [q], \quad (1)$$

де q - лінійний тиск, [q] - допустимий питомий тиск з урахуванням динамічного характеру навантажень; ; b =  $\psi \cdot m$  - ширина зуба храпового колеса ( $\psi = 1 \dots 3$ ); F - окружна сила, за однакової кількості діаметрів храпового колеса і барабана вона дорівнює силі натягу гілок каната, намотуваних на барабан:  $F = z_0 \cdot S_{\max}$ .

З умови (1) визначимо модуль храпового колеса

$$m \geq z_0 \cdot S_{\max} / (\psi \cdot q)$$

Для храпового колеса зі:

сталі 45  $[q] = 400 \text{ Н/мм}$   $\psi = 1 \dots 2$ ,

сталі Ст3  $[q] = 350 \text{ Н/мм}$   $\psi = 1 \dots 2$

Прийmemo сталь 45, тоді

$$m \geq \frac{2 \cdot 6,19 \cdot 10^3}{2 \cdot 400} = 15,46 \text{ мм}.$$

Округлимо m за ГОСТ 6563-60 (m = 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 22, 24 ...) – 16 мм і визначимо число зубів  $z = D/m = 200/16 = 13$ .

Розміри храпового зупинника (рис. 6).

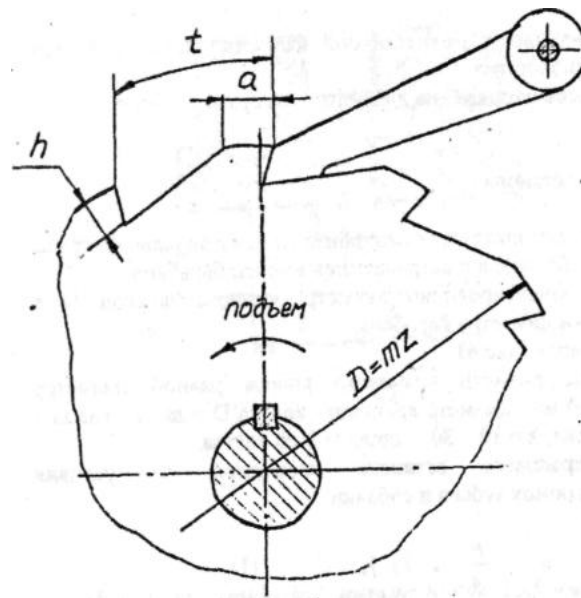


Рис.6. Храповий зупинник

Діаметр  $D = 200$  мм.

Ширина колеса  $b = \psi \cdot m = 2 \cdot 16 = 32$  мм.

Висота зубів  $h = 0,75m = 0,75 \cdot 16 = 12$  мм.

Окружний крок  $t = \pi \cdot D/z = 3,14 \cdot 200/13 = 48,1$  мм.

Ширина головки зуба  $a = m = 16$  мм

Розміри заціпки: ширина  $b_1 = b + 2 = 34$  мм.

Решта розмірів приймаємо конструктивно. Рисуємо ескіз храпового зупинника (рис. 6).

б) Роликовий зупинник (рис. 7).

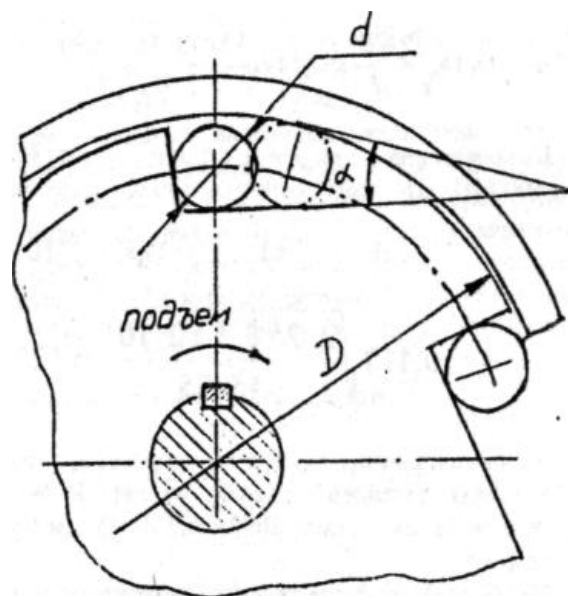


Рис.7. Роликовий зупинник



Прийmemo діаметр втулки рівним діаметру барабана  $D = 200$  мм, діаметр ролика  $d = D/8=25$  мм. Довжина ролика  $l = (1,5 \dots 2,0) d = 38\dots 50$  мм. Приймаємо  $l = 45$  мм. Кут  $\alpha = 6\dots 8^\circ$ , приймаємо  $\alpha = 8^\circ$ .

Окружне зусилля, що діє на заклинені ролики, за однакової кількості діаметрів зупинника і барабана дорівнює силі натягу гілок канатів, намотуваних на барабан –

$$F = z_B \cdot S_{\max} = 2 \cdot 6,19 = 12,38 \text{ кН.}$$

З урахуванням динаміки, точності виготовлення розрахункове зусилля

$$F_p = 1,45 \cdot P = 18 \text{ кН.}$$

Нормальна сила, що діє на заклинений ролик,

$$N = \frac{F_p}{z_{\sigma} \cdot 2 \cdot \sin(\alpha/2)} = \frac{18 \cdot 10^3}{3 \cdot 2 \cdot \sin 4^\circ} = 43 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Розрахунок роликового зупинника ведеться за контактним напруженням

$$\sigma = 0,418 \sqrt{\frac{2NE}{ld}} = 0,418 \sqrt{\frac{2 \cdot 43 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^3}{45 \cdot 25}} = 1630 \text{ МПа.}$$

Якщо матеріал корпусу і втулки - сталь 40Х з HRC = 60, то  $[\sigma] = 1500$  МПа. Тому приймаємо число роликів  $z = 5$ , тоді  $N = 3/5 \cdot 43 \cdot 10^3 = 25,8$  кН

$$\sigma = 0,418 \sqrt{\frac{2 \cdot 25,8 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^5}{45 \cdot 25}} = 1270 \text{ МПа.}$$

Умова міцності при  $z = 5$  задовольняється.

Розміри зупинника: діаметр втулки  $D = 200$  мм, діаметр роликів  $d = 25$  мм; довжина роликів  $l = 45$  мм, кут  $\alpha = 8^\circ$ , кількість роликів  $z = 5$ .

Решта розмірів приймаємо конструктивно. Рисуємо ескіз зупинника (рис. 7).

## 6. Підбір електродвигуна, редуктора, гальма

При заданій швидкості вантажу  $v = 6$  м / хв. = 0,1 м / с. Кутова швидкість обертання барабана

$$\omega = \frac{2 \cdot v \cdot a}{D_0} = \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 3}{0,2083} = 2,88 \text{ рад/с.}$$

Кількість обертів в хвилину барабана  $n_6 = \omega_6 \cdot 60 / 2\pi = 27$ , об/хв.

Потужність на валу барабана при підйомі вантажу максимальної маси

$$P_6 = \frac{z \cdot S_{\max} \cdot D_0}{2} \cdot \omega_6 = \frac{2 \cdot 6,19 \cdot 0,2083}{2} \cdot 2,88 = 3,715 \text{ кВт}.$$

Розрахункова потужність на валу електродвигуна

$$P = P_6 / \eta = 3,715 / 0,9 = 4,13 \text{ кВт},$$

де,  $\eta = 0,9$  - ККД механізму підйому з циліндричним двохступінчастим редуктором.

Електродвигун вибираємо з каталогу (див. додаток 5) так, щоб потужність електродвигуна для машин періодичної дії (підйом - опускання) становила  $0,9 \dots 1$  розрахункової потужності, тобто  $P_{\text{е.д.}} > (0,9 \dots 1)P = 3,72 \dots 4,13$  кВт. Вибираємо крановий асинхронний електродвигун серії МТФ, з фазовим ротором (для середнього режиму роботи ПВ = 25%) МТФ 111-6, номінальною потужністю  $P_n = 4,1$  кВт, частотою обертання  $n_n = 880$  об / хв, максимальним моментом  $M_{\max} = 90$  Н·м, моментом інерції ротора  $I = 0,049$  кг·м<sup>2</sup>, діаметром вала електродвигуна  $a/d = 35$  мм, висотою вала  $h = 132$  мм, габаритними розмірами (мм):  $l_{33} = 673$ ,  $l_{32} = 86,5$ ,  $L = 585,5$ ;  $B = b_{11} = 290$ ,  $b_{10} = 220$ ,  $b_{31} = 137$ ,  $H = h_{31} = 342$ .

Номінальний момент на валу електродвигуна

$$M_n = \frac{P_n \cdot 60}{n_n \cdot 2\pi} = \frac{4,1 \cdot 10^3 \cdot 60}{880 \cdot 2 \cdot 3,14} = 44,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Загальне передавальне число редуктора

$$u_0 = n_n / n_6 = 880 / 27,56 = 31,9$$

Момент на валу барабана дорівнює моменту на тихохідному валу редуктора

$$M_6 = P_6 / \omega_6 = 3,715 / 2,885 = 1,29 \text{ кН м} = 1290 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

За передавальним числом і моментом на тихохідному валу вибираємо двохступінчастий циліндричний редуктор Ц2У-200 з передавальним відношенням  $u_p = 31,5$ , моментом на тихохідному валу  $M_T = 2000$  Нм і ККД = 0,97 (Додаток 6).

Габаритні розміри редуктора: міжосьові відстані  $a_T = 200$  мм,  $a_B = 125$  мм; інші розміри  $L = 690$  мм,  $l = 243$  мм,  $l_2 = 212$  мм,  $l_3 = 280$  мм,  $H = 425$  мм,  $H_1 = 812$  мм,  $B = 250$  мм,  $d_B = 30$  мм,  $d_T = 70$  мм.

Уточнюємо загальний ККД приводу:

$$\eta_0 = \eta_p \cdot \eta_m^2 = 0,97 \cdot 0,98^2 = 0,93,$$

де  $\eta_m = 0,98$  - ККД з'єднувальної муфти.

Гальмівний момент, що розвивається гальмом механізму підйому, повинен забезпечувати утримання підвішеного вантажу в нерухомому стані з певним коефіцієнтом запасу гальмування.

Коефіцієнтом запасу гальмування  $n_T$  називають відношення моменту  $M_T$ , створюваного гальмом, до статичного крутячому моменту  $M_{ст}$ , створюваному вагою вантажу номінальної маси на гальмівному валу і визначається з урахуванням втрат в поліспасті і механізмі, що сприяють утриманню вантажу,

$$n_T = M_T / M_{ст}$$

Статичний крутний момент при гальмуванні визначають за формулою:

$$M_{ст} = G \cdot D_6 \cdot \eta_0 / (2au_0),$$

де  $G$  - вага вантажу номінальної маси разом з вантажозахватним пристроєм;  $a$  - кратність поліспаста;  $u_0$  - передавальне число механізму від вала барабана до гальмівного вала;  $\eta_0$  - загальний ККД механізму підйому, що враховує втрати в поліспасті, барабані, обвідних блоках і механічних передачах.

При визначенні  $M_{ст}$  в розрахунок вводять максимальне значення ККД. Коефіцієнт запасу гальмування  $n_T$ , для кранів, в механізмах підйому яких встановлено одне гальмо, приймають за даними, наведеними в Правилах Держгіртехнадзору, в залежності від типу приводу і групи режиму роботи (див. Табл. 3).

Таблиця 3

Група режиму роботи (за СТ СЭВ 2077-88)	1; 2; 3	4	5	6
Режим роботи по Правилами Держгіртехнадзору	Легкий	Середній	Важкий	Вельми важкий
Тип приводу	Ручний і машинний	Машинний		
Коефіцієнт запасу гальмування	1,5	1,75	2,0	2,5

Вибираємо (Додаток 7) гальмо колодкове з електрогідравлічним штовхачем ТКГ-160 з гальмівним моментом 100 Нм, діаметром шківів  $D = 160$  мм, висотою  $h = 144$  мм, габаритними розмірами  $L = 490$  мм,  $H = 415$  мм,  $B = 201$  мм,  $B = 268$  мм,  $l = 147$  мм.

В якості гальмівного шківів використовуємо гальмівний шків

пружною втулково-пальнової муфти (Додаток 8) з діаметром  $D = 160$  мм, шириною шківів  $B = 75$  мм і гальмівним моментом  $M_T = 100$  Н·м.

#### 6. Перевірка електродвигуна за пусковим моментом

У період пуску виникає прискорення вантажу  $a_n = v/t$ , де  $t$  - час пуску. Це прискорення не повинно перевищувати допустимих значень  $[a] = 0,6 \dots 0,8$  м/с<sup>2</sup> для кранових кранів.

Визначимо час пуску з рівняння

$$M_n > M_H + M_{IH1} + M_{IH2}$$

Пусковий момент  $M_n = 0,75 \cdot M_{\max} = 0,75 \cdot 90 = 67,5$  Нм.

Номинальний момент  $M_i = 44,5$  Нм.

Момент інерції мас приводу, що рухаються обертально, становить

$$M_{IH1} = 1,15 \cdot I \cdot \varepsilon$$

де:  $\varepsilon = \omega/t = n_n \cdot 2\pi/60t$  - кутове прискорення при пуску,  $I$  - момент інерції ротора, звідки -

$$M_{IH1} = 1,15 \cdot 0,049 \cdot \frac{880 \cdot 2 \cdot 3,14}{60 \cdot t} = \frac{5,19}{t} \text{ Нм.}$$

Визначаємо момент інерції поступально рухомих мас (вантажів) на валу барабана.

Сила інерції при пуску

$$F_i = z_{\sigma} \cdot S_{\max} \cdot \frac{a}{g} = \frac{2 \cdot 6,19 \cdot 10^3 \cdot 0,1}{9,8 \cdot t} = \frac{126}{t} \text{ Н.}$$

де  $a = v/t$  - прискорення,  $t$  - час пуску.

Момент від сили інерції на валу барабана

$$M_{in} = \frac{F_{in} \cdot D_0}{2} = \frac{126 \cdot 0,208}{2t} = \frac{13,12}{t} \text{ Нм.}$$

Момент інерції на валу електродвигуна

$$M_{in2} = \frac{M_{in}}{u_0 \cdot \eta_0} = \frac{13,12}{31,5 \cdot 0,93} = \frac{0,45}{t} \text{ Нм.}$$

Підставляємо в рівняння (2)  $67,5 > 44,5 + 5,19/t + 0,45/t$ , звідки  $t = 0,245$  с

Прискорення при пуску  $a = v/t = 0,1 / 0,245 = 0,41$  м/с<sup>2</sup>, що менше допустимих значень  $[a] = 0,6 \dots 0,8$  м/с<sup>2</sup>.

## 7. Компонування механізму

Рисуємо кінематичну схему механізму підйому (рис. 8).

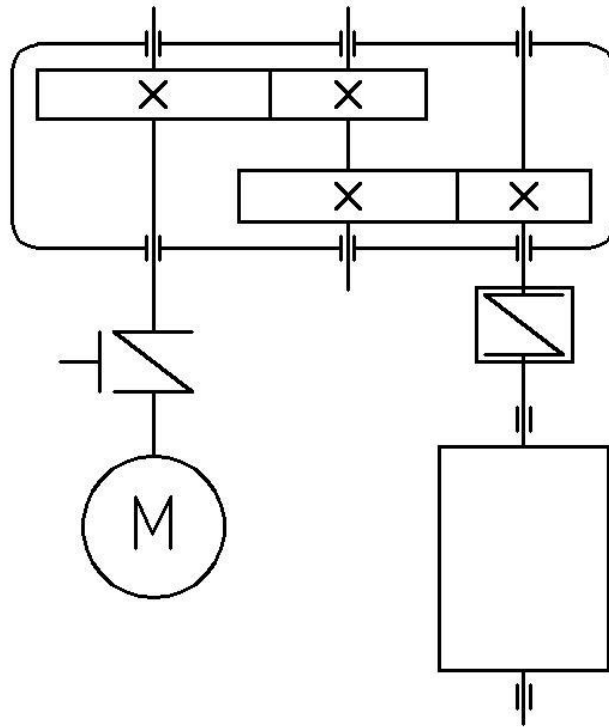


Рис. 8. Кінематична схема механізму підйому

Складаємо таблицю основних розмірів елементів приводу

Елемент приводу	Габарити (мм)			Висота валу, h, мм	Інші розміри (мм)
	Довжина	Ширина	Висота		
Електродвигун	L=586,5	b <sub>11</sub> =290	h <sub>31</sub> =342	132	
Гальмо	L=490	b=201	H=415	144	l <sub>T</sub> =147
Редуктор	L=690	B=250	H=425	212	a <sub>wБ</sub> =125 a <sub>wТ</sub> =200 l=243
Барaban	L=700				D <sub>H</sub> =205

За розмірами на міліметровці або на клітчастому папері в масштабі 1:10 рисуємо ескіз механізму в плані (рис. 9).

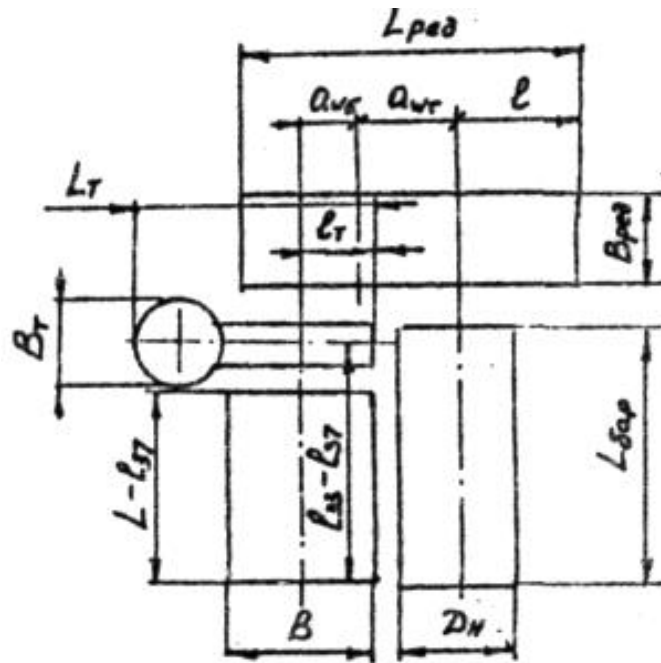


Рис. 9. Ескіз механізму в плані

Умови компактного компонування:  
за електродвигуном-

$$a_{wB} + a_{wT} > B/2 + D_H/2, \quad (3)$$

за гальмом

$$a_{wB} + a_{wT} > l_T + D_H/2. \quad (4)$$

Після підстановки в (3) отримуємо  $325 > 145 + 120 = 267$ ; а в (4) -  $325 > 147 + 120 = 265$ , тобто обидві умови виконуються. При іншому компонуванні гальмо можна встановити і на іншому кінці вала електродвигуна.

Габарити механізму (орієнтовно):

ширина

$$1) B = (l_{33} - l_{37}) + B_T/2 + B_{ред} = (673 - 86,5) + 201/2 + 250 = 937 \text{ мм};$$

$$2) B = L_{бар} + B_{ред} = 684 + 250 = 934 \text{ мм. Таким чином, } B = 1000 \text{ мм.}$$

довжина

$$1) L \approx L_T + D_H = 490 + 240 = 730 \text{ мм}$$

$$2) L \approx L_T - l_T + a_{wT} + a_{wB} + l = 490 + 125 + 200 + 243 - 147 = 911 \text{ мм. Таким чином, } L = 950 \text{ мм.}$$

Висота визначається максимальним значенням висоти елементів приводу -  $H_{ред} = 425 \text{ мм}$ . Таким чином,  $H = 450 \text{ мм}$ .

З'єднання вала електродвигуна з вхідним валом редуктора рекомендується виконувати за допомогою зубчастих або пружних втулково-пальцевих муфт з гальмівним шківом (див. Додаток 8).

Для з'єднання барабана з вихідним валом редуктора існує кілька варіантів, найбільшого поширення набула конструкція, в якій установка однієї з опор барабана виконана всередині консолі вихідного вала редуктора. Конструктивне виконання цього вузла показано на вкладці,

лист 3. Кінець вихідного вала редуктора виконують порожнистим, у вигляді половини зубчастої муфти, друга половина муфти укріплена на барабані. Розміри вихідного кінця вала наведені в додатку 9.

Всі механізми монтується на єдиній зварної рамі. Різновисотність усувається підбором опорних швелерів або двотаврів.

## Рекомендована література

### *Основна*

1. Григоров О. В., Петренко Н. О. Вантажопідйомні машини: Навч. посібник. - Харків НТУ «ХП», 2005. - 304 с.
2. Козуб Ю.Г., Маслійов С.В. Підйомно-транспортні машини: Підручник. - Старобільськ: ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2018. - 277 с.
3. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини. К., Вища школа, 1993, 413 с.
4. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідйомальних кранів: НПАОП 0.00-1.01-07.- К.: Основа, 2007.- 312 с.
5. Бондарев В.С., Дубинець О.І., Колісник М.П., Бондарев С.В., Горбатенко Ю.П. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підйомальних і транспортувальних машин. Підручник: – К.:Вища шк., 2009. – 734с.
6. Хмара Л.А., Колісник М.П., Голубченко О.І. Будівельні крани. Конструкція та експлуатація.- К.: Техніка, 2001.- 294 с.
7. Зуев Ф.Г., Лотков Н.А. Подъемно-транспортные установки. КолосС, 2007, 472с.
8. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины.-М.:Высшая школа, 1985.

### *Додаткова*

1. Григоров О.В., Петренко Н.О. Будівельна механіка вантажопідйомних машин: Навчальний посібник. - Харків : НТУ "ХП", 2008. - 128 с.
2. ГОСТ 1451-77. Краны грузоподъемные. Нагрузка ветровая. Нормы и метод определения.
3. ГОСТ 25835-83. Краны грузоподъемные. Классификация механизмов по режимам работы.
4. ГОСТ 25546-82. Краны грузоподъемные. Режимы работы.
5. Чернега В. И., Мазуренко И. Я. Краткий справочник по грузоподъемным машинам. – К.: Техніка, 1981. – 360 с.
6. Александров М.П. Грузоподъемные машины.- М.: Высшая школа, 2000.
7. Александров М.П., Решетов Д.Н. Подъемно-транспортные машины. Атлас конструкций.- М.: Машиностроение, 1987.
8. Хальфин М.Н., Кирнев А.Д., Несветаев Г.В. и др. Грузоподъемные машины для монтажных и погрузочно-разгрузочных работ. Феникс, 2006, 608с.

9. Хальфин М.Н., Короткий А.А., Иванов Б.Ф. и др. Грузозахватные приспособления и тара. Феникс, 2006, 144с.

10. Ромакин Н.Е. Машины непрерывного транспорта. Академия, 2008, 432с.

11. Черненко В.Д. Расчет средств непрерывного транспорта. Политехника, 2008, 392с



# ДОДАТКИ

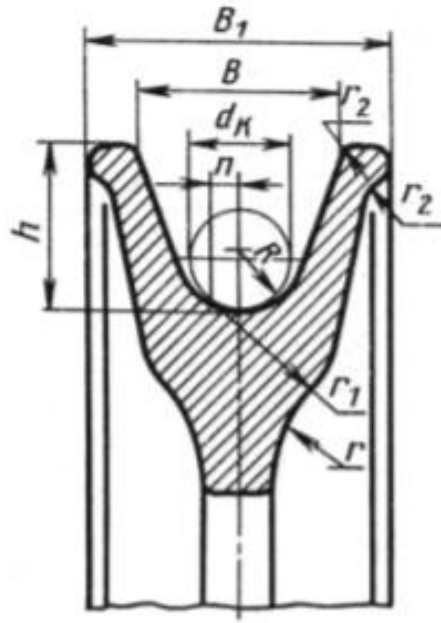
Додаток 1. Канат подвійного звивання тип ЛК-Р конструкції 6x9(1+6+6/6)+1 о.с. ГОСТ 2688-80

Ескіз	Діаметр каната, мм <sup>2</sup>	Розрахункова площа перерізу всіх дротів	Орієнтовна маса 1000 м змащеного каната, кг	Розривне зусилля, кН, не менш					
				Маркувальна група, МПа(кгс/мм <sup>2</sup> )					
				1470 (130)	1568 (160)	1666 (170)	1764 (180)	1862 (190)	1960 (200)
	3,8	5,63	55,1	-	-	-	8	9	9
	4,1	6,55	64,1	-	-	-	10	10	11
	4,5	7,55	79,3	-	-	-	11	12	12
	4,8	8,62	84,4	-	-	-	13	13	14
	5,1	9,76	95,5	-	-	-	15	15	16
	5,6	11,90	116,5	-	16	17	18	19	19
	6,2	14,47	141,6	-	20	21	21	22	23
	6,9	18,05	176,6	-	24	25	26	27	29
	8,3	26,15	256,0	-	35	37	38	40	41
	9,1	31,18	305,0	-	42	44	45	47	50
	9,9	36,66	358,6	-	49	52	53	56	58
	11,0	47,19	461,6	-	63	67	69	72	75
	12,0	53,87	527,0	-	72	76	78	82	85
	13,0	61,00	596,6	76	81	86	89	93	97
	14,0	74,40	728,0	92	100	105	108	112	118
	15,0	86,28	844,0	107	115	122	125	131	137
	16,5	104,61	1025,0	130	139	147	152	159	166
	18,0	124,73	1220,0	155	156	176	181	189	198
	19,5	143,61	1405,0	180	191	203	209	218	228
	21,0	167,03	1635,0	208	222	236	243	254	265

Додаток 2. Ескіз крюка (див. рис.1)

№ гака	Ручний привід $Q_m$	Машинний привід, режим роботи		Розмір, мм												
				Н		В	D	b	h	$d_1$	$d_2$	L		l	$l_2$	$r_5$
		Л, С	Т, ВТ	тип А	тип Б							тип А	тип Б			
1	1	0,32	0.25	94	109	53	20	12	18	12	M12	65	80	10	20	25
2	2	0.40	0,32	102	122	61	22	13	21	12	M12	70	90	10	20	28
3	3	0,50	0,40	112	137	67	25	15	24	15	M14	75	100	12	20	32
4	4	0.63	0,50	123	148	78	30	18	26	17	M16	85	110	15	25	37
5	5	0,80	0.63	136	166	84	32	20	28	17	M16	90	120	16	25	40
6	6	1,00	0.80	157	182	95	36	22	32	20	M20	105	130	18	30	45
7	7	1,28	1,00	178	198	105	40	24	36	20	M20	120	140	20	30	50
8	8	1.60	1,25	195	225	118	45	26	40	25	M24	130	160	22	35	56
9	9	2,00	1,60	216	251	128	50	30	45	30	M27	145	180	25	40	62
10	10	2,50	2.00	245	300	147	55	34	52	30	M30	165	220	30	45	70
11	11	3,2	2.5	270	330	164	60	38	55	35	M33	180	300	34	50	78
12	12	4,0	3.2	298	478	189	65	40	65	40	M36	195	375	36	55	90
13	13	5,0	4,0	365	525	210	75	48	75	45	M42	250	410	38	60	100
14	14	6,3	5.0	405	600	231	85	64	82	50	M48	280	475	42	70	110
15	15	8.0	6,3	455	665	263	95	60	90	55	M52	310	520	46	75	125
16	16	10,0	8,0	500	740	294	110	65	110	60	M56	340	580	55	80	140

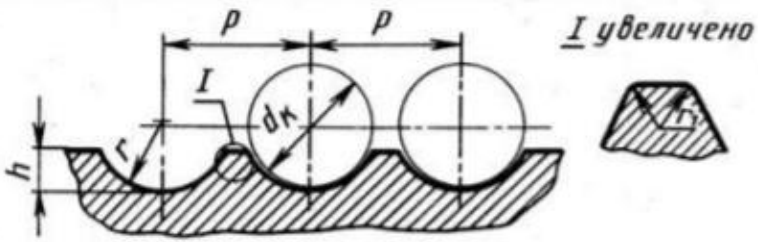
Додаток 3. Блоки кранові. Профіль рівчака.



$d_K$ , мм	Розміри, мм							
	$R$	$B$	$B_1$	$h$	$r$	$r_1$	$r_2$	$n$
Від 3,8 до 5,1	3,5	16	24	10	7	8	2	1,5
» 5,1 » 6,3	4	20	28	12,5	8	10	2	2
» 6,3 » 8,1	5	24	36	16	12	14	2,5	2,5
» 8,1 » 10	6	30	42	20	15	17	2,5	3
» 10 » 12	7	36	50	25	20	22	3	4
» 12 » 16,5	9,5	44	60	30	23	26	3	5

Примітка. Допускається кут робочого відхилення осі каната відносно площини блока  $6^\circ$

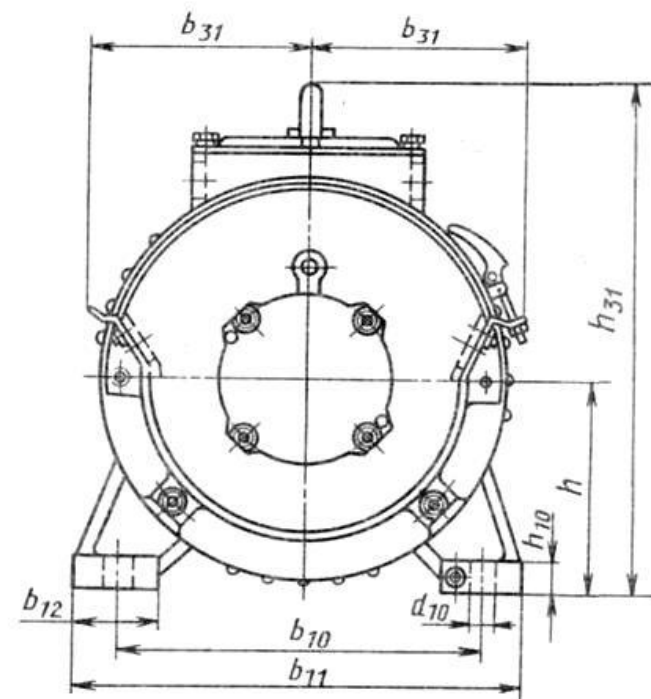
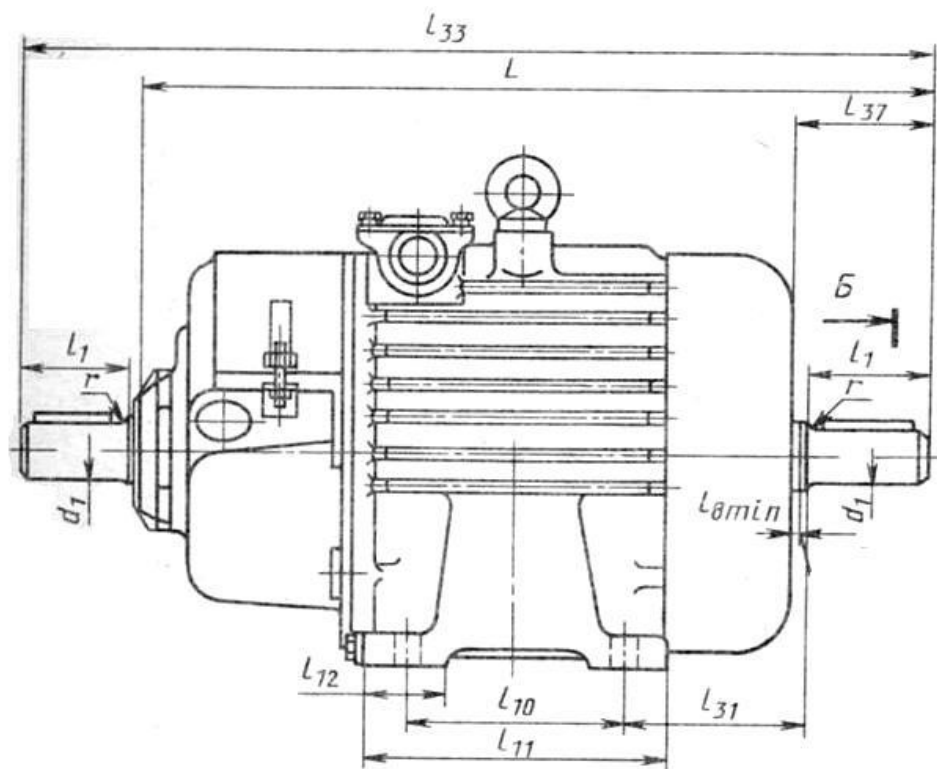
Додаток 4. Профіль канавок для каната.



$d_k$ , мм	Розміри, мм			
	$r$	$r_1$	$h$	$p$
Від 3,8 до 4,5	3	0,5	1,5	5
Понад 4,5 » 5,6	3,5		2	6
» 5,6 » 6,9	4		7,5	
» 6,9 » 8,3	4,5		2,5	9
» 8,3 » 9,1	5			10
Понад 9,1 до 10	5,5	1	3	11
» 10 » 11	6		3,5	12,5 13,5
Пон. 12 до 13	7	1,5	4	15
» 13 » 14	7,5		4,5	16
» 14 » 15	8,5		17	
» 15 » 16,5	9		5	18
» 16,5 » 17	9,5		5,5	19
» 17 » 18	10		20	
» 18 » 19,5	10,5		22	
Понад 19,5 до 20	11	2,5	6	23
» 20 » 21	12		6,5	24
» 21 » 23,5	12,5		7	26
» 23,5 » 25	13,5		7,5	28
» 25 » 27	14		8	29
	15	8,5	32	

Примітка. Допустимий кут робочого відхилення осі відносно дотичної до гвинтової канавки барабана  $3^\circ$ .

Додаток 5. Електродвигуни серії МТФ.



Додаток 5 (продовження).

Габаритні, установчі та посадочні розміри

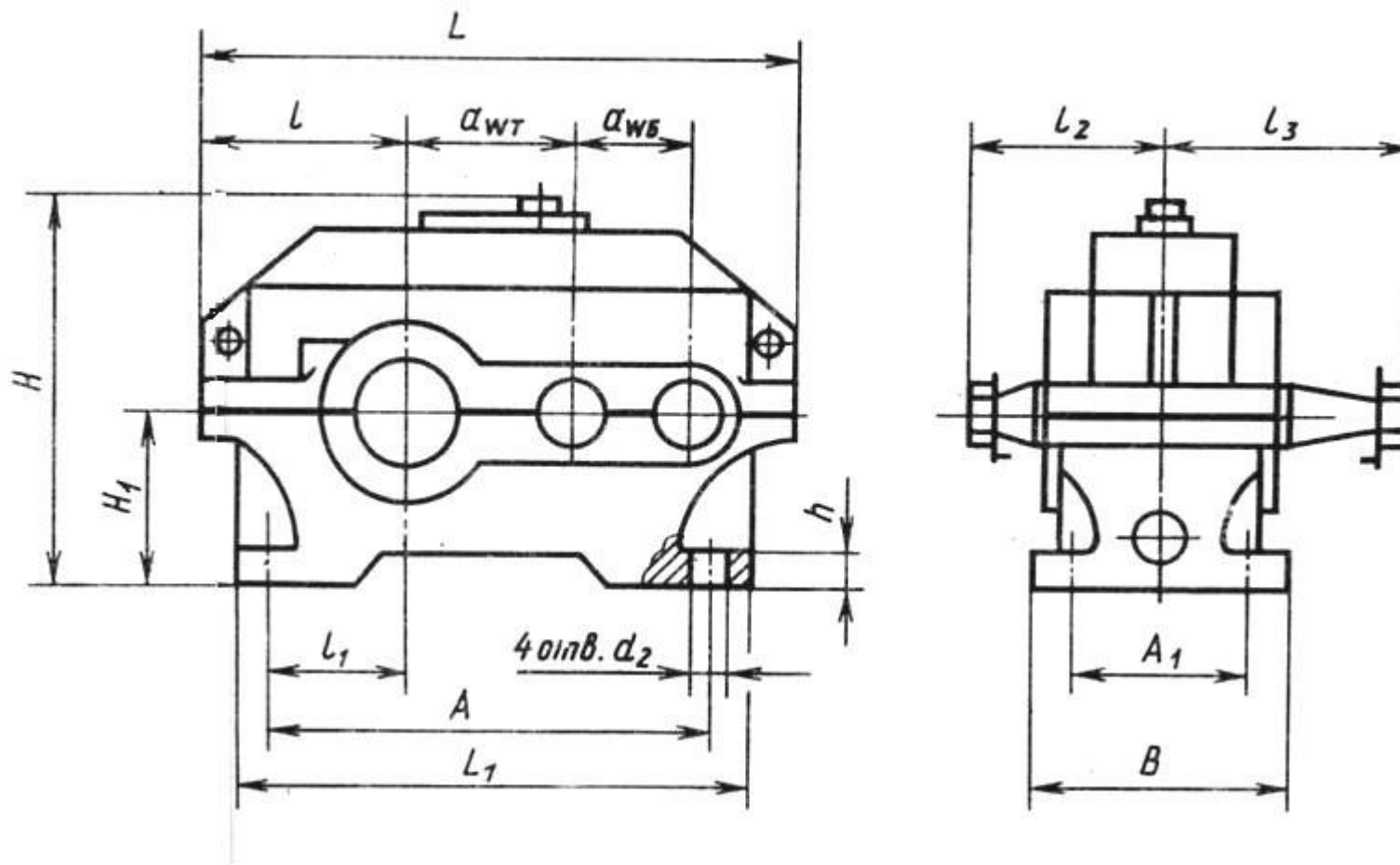
Типорозмір електродвигуна	$b_{10}$	$b_{11}$	$b_{31}$	$h$	$h_{31}$	$L$	$l_{31}$	$l_{37}$
MTF011-6	180	230	133	112	302	515,5	583	132
MTF012-6	180	230	133	112	302	550,5	620	127
MTF111-6	220	290	137	132	342	585,5	673	140
MTF112-6	220	290	137	132	342	623,5	713	135
MTF211-6	245	320	158	160	385	700,5	820	150
MTF311-6	280	350	176	180	444	748,5	859,5	155
MTF312-6	280	350	176	180	444	823	934,5	170

Додаток 5 (продовження).

Типорозмір електро- двигуна	Потужність на валу, кВт, при						Частота обертів, хв <sup>-1</sup>	Максимальний момент, Н·м	Момент інерції ротора кг·м <sup>2</sup>	Маса, кг
	ПВ=15%	ПВ=25%	ПВ=40%	ПВ=60%	тривалість роботи					
					30хв	60хв				
MTF011-6	2,0	-	-	-	-	-	800	40	0,021	51
	-	1,7	-	-	-	-	850			
	-	-	1,4	-	1,4	-	880			
	-	-	-	1,2	-	1,2	910			
MTF012-6	3,1	-	-	-	-	-	785	60	0,029	58
	-	2,7	-	-	-	-	840			
	-	-	2,2	-	2,2	-	890			
	-	-	-	1,7	-	1,7	920			
MTF0111-6	4,5	-	-	-	-	-	860	90	0,049	76
	-	4,1	-	-	-	-	880			
	-	-	3,5	-	3,5	-	900			
	-	-	-	2,8	-	2,8	920			
MTF0112-6	6,5	-	-	-	-	-	895	140	0,068	88
	-	5,8	-	-	-	-	915			
	-	-	5,0	-	5,0	-	925			
	-	-	-	4,0	-	4,0	950			
MTF0211-6	10,5	-	-	-	-	-	895	195	0,115	120
	-	9,0	-	-	-	-	915			
	-	-	7,5	-	7,5	-	930			
	-	-	-	6,0	-	6,0	945			
MTF0311-6	14	-	-	-	-	-	925	320	0,225	170
	-	13	-	-	-	-	935			
	-	-	11	-	11	-	945			
	-	-	-	9	-	9	960			
MTF0312-6	19,5	-	-	-	-	-	945	480	0,313	210
	-	17,5	-	-	-	-	950			
	-	-	15	-	15	-	955			
	-	-	-	12	-	12	960			



Додаток 6. Циліндричний двоступінчастий редуктор Ц2У.



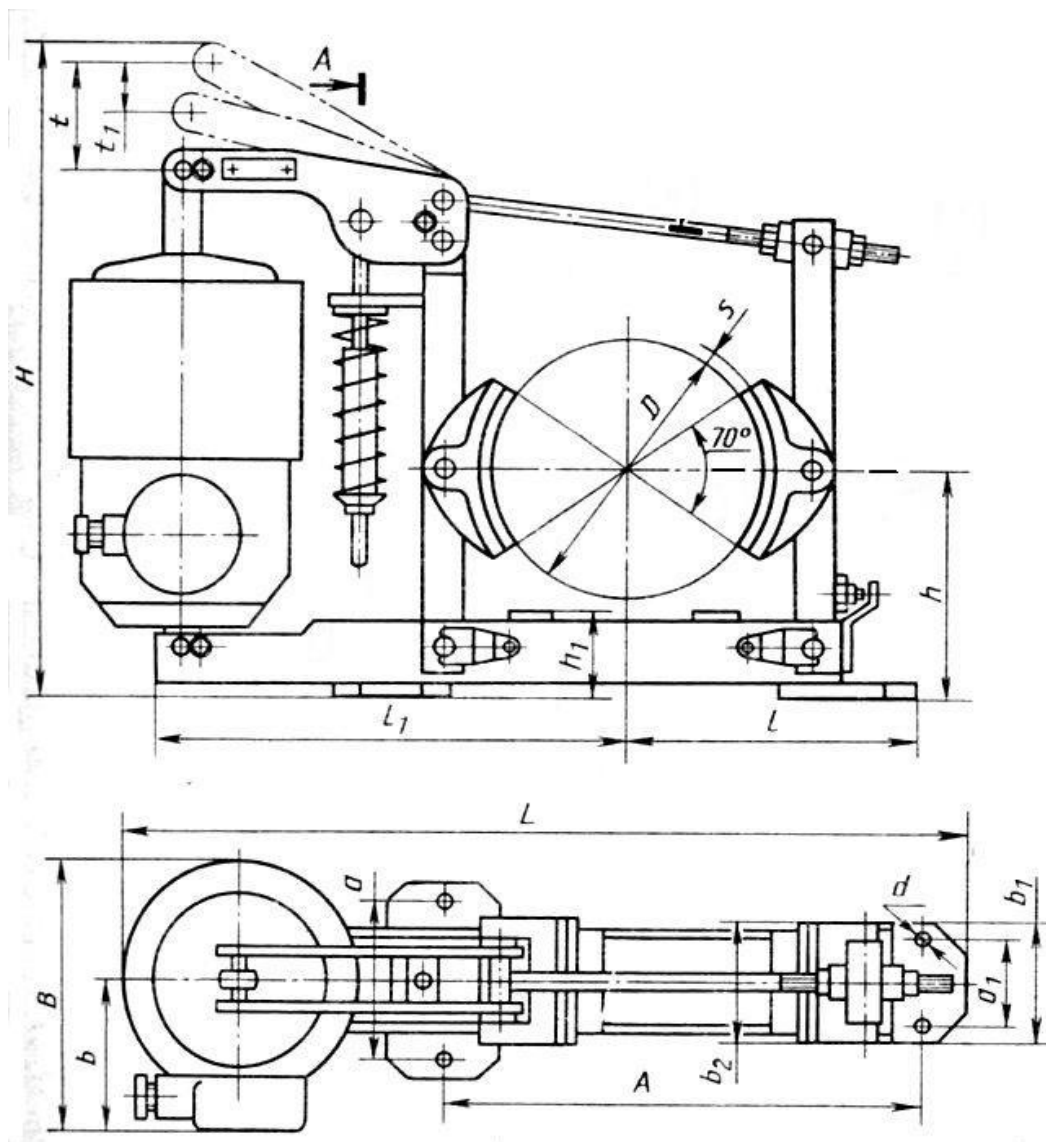
Додаток 6 ( продовження)

Основні параметри редуктора

Типорозмір редуктора	Номінальні передатні відношення	Номінальний крутний момент на тихохідному валу, Н м	Номінальне радіальне навантаження на вихідному валу, Н		ККД, не менш	Маса, кг, не більш
			швидкохідному	тихохідному		
Ц2У-100	8; 10; 12,5;	250	250	4000	0,97	35
Ц2У-125	6; 18; 20;	500	500	5600		53
Ц2У-160	22,4; 25;	1000	1000	8000		95
Ц2У-200	28; 31,5;	2000	2000	11200		170
Ц2У-250	35,5; 40;	4000	3000	16000		320

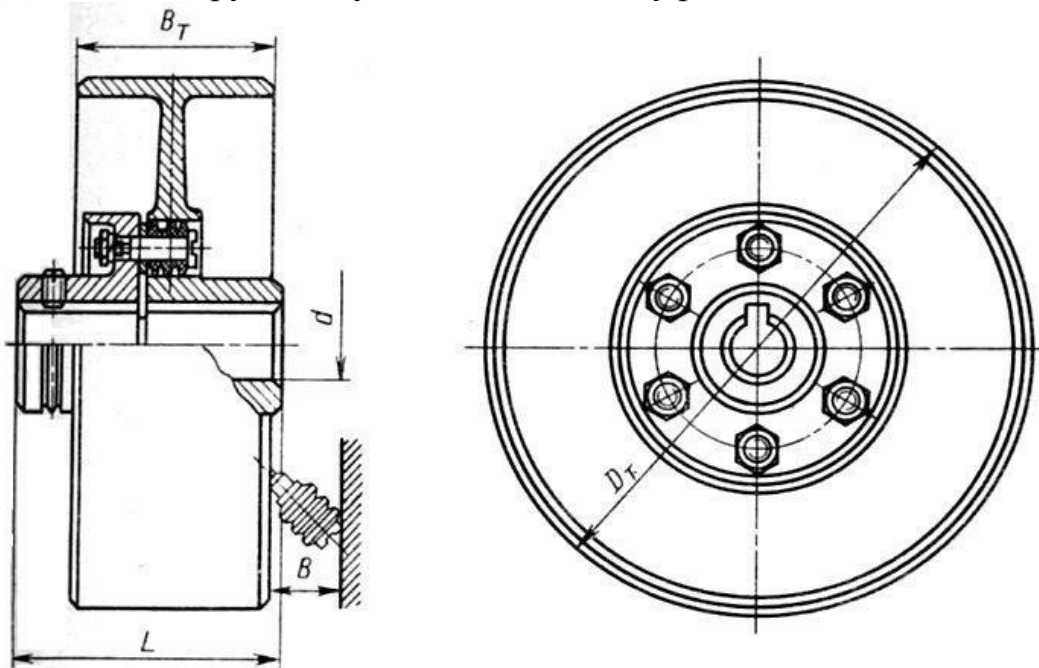
Габаритні і приєднувальні розміри

Типорозмір редуктора	Міжосьова відстань		$L$ , не більш	$L_1$	$L$ , не більш ш	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$H$ , не більш	$H_1$	$h$ , не більш	$A$	$A_1$	$B$ , не більш	$d_2$
	$a_{WT}$	$a_{WB}$													
Ц2У-100	100	80	387	325	136	85	136	165	230	112	22	290	109	160	15
Ц2У-125	125	80	450	375	160	106	145	206	272	132	25	335	125	180	19
Ц2У-160	160	100	560	475	200	136	170	224	345	170	28	425	140	212	24
Ц2У-200	200	125	690	580	243	165	212	280	425	212	36	515	165	250	24
Ц2У-250	250	160	825	730	290	212	265	335	530	265	40	670	218	300	28



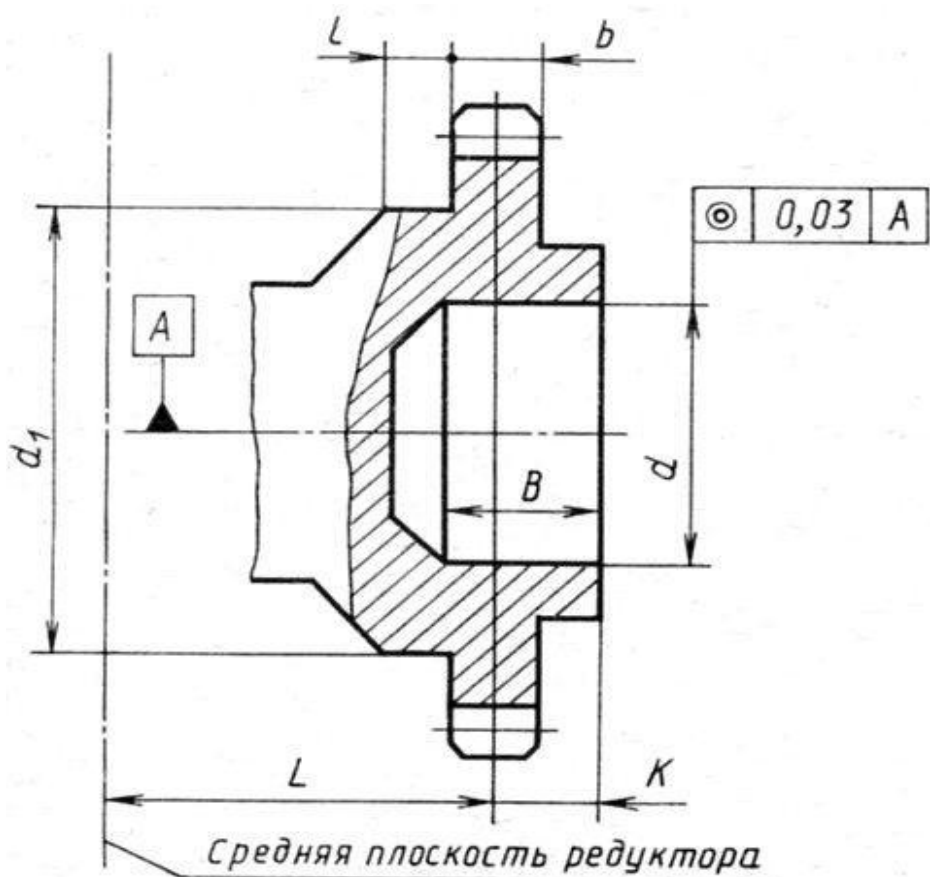
Тип гальма	Розміри, мм																		Гальмівний момент, Н·м
	$L$	$L$	$L_1$	$B$	$b$	$b_1$	$b_2$	$H$	$h$	$h_1$	$A$	$a$	$a_1$	$D$	$d$	$t$	$t_1$	$s$	
ГКГ-160	490	147	268	201	116	120	70	415	144	52	200	90	90	160	13	25	15	6	100
ГКГ-200	603	198	332	213	125	90	90	436	170	70	350	120	60	200	18	32	22	8	250
ГКГ-300	772	275	421	227	125	120	140	526	240	90	500	150	80	300	22	50	30	8	800
ГКГ-400	940	375	489	227	125	140	180	620	320	110	340	68	68	400	21	50	30	8	1500
ГКГ-500	1160	435	650	227	125	160	200	735	400	132	410	85	85	500	27	50	30	8	2500

Додаток 8. Пружна втулково-пальцева муфта з гальмівним шківом.



Размеры, мм						$M_{кр}$ Н·м	$M_T$ Н·м	п. мин <sup>-1</sup>	Масса, кг	Расчетный момент инерции муфты, кг·м <sup>2</sup>						
$D_T$	d		$B_T$	B	L											
	тормозного шкива	полу-муфты														
100	18	18	75	42	85	32	25	6300	3,0	0,009						
	22				94			5600		0,008						
	28				104			4750		0,01						
	30				102			4000		0,012						
							104	130								
160	22	22	75	42	104	100	100	5600	5,0	0,053						
	28	25			115			4750	7,0	0,062						
	30	28			123			4000		0,057						
								125	130	4750	9,0	0,135				
200	28	25	95	42	145	250	250	4000	11,0	0,152						
	30	32			165				240		12,0					
	32	25			145				130		10,0					
		32									11,0					
	38	35			165				240		3350	16,0	0,21			
	40				196							17,0	0,256			
	42	42							450			21,0	0,345			
	48	48							700		20,0					
	300	50			55				145		55	226	800	3000	28,0	0,707
					45							450			29,0	0,939
50			700	29,0	0,952											
55				39,0	1,105											
60		60	286	1100	2650	38,0	1,132									
65	65															
400	90	80	185	85	350	4000	1500	1700	111,0	5,614						

Додаток 9. Розміри кінців тихохідних валів редуктора з вінцем зубчастої муфти.



Типоразмер редуктора	Зубчатый венец			L	L	K	B	d	d <sub>1</sub>
	m	z	b						
Ц2У-160	4	40	20	151	20	19	38	72	95
Ц2У-200	5		25	177		22	50	80	105
Ц2У-250	6		30	211		25	60	110	140
Ц3У-160	4		20	151		19	38	72	95
Ц3У-200	5		25	177		22	50	80	105
Ц3У-250	6		30	211		25	60	110	140

Колосов Д.Л.

**«Машини та обладнання для вантажопідйомних  
операцій»**

Методичні рекомендації щодо виконання  
розрахунково-графічного завдання