

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних робіт з дисципліни
«Машини неперервного транспорту»

Розглянуто і схвалено
на засіданні кафедри підйомно-
транспортних машин
Протокол № 2 від 08 вересня 2020 р.

Краматорськ 2020

Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Машини непереривного транспорту» Укл.: М.Ю. Дорохов. – Краматорськ: ДДМА, 2020.

Виконання практичних робіт передбачає виконання розрахунку стрічкового конвеєру згідно індивідуального завдання. Метою є надання студентам знань щодо призначення, застосування, конструкції, принципу дії, методики розрахунку стрічкового та його раціонального використання для пересування різного типу вантажів.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри підйомно-транспортних машин
Протокол № 2 від 08 вересня 2020 р.

Електронне навчальне видання

Укладач: М.Ю. Дорохов, доцент

Вступ

Мета дисципліни «Машини неперервного транспорту» (МНТ) – розширення світогляду студентів, отримання комплексу знань для впровадження машин неперервного переміщення насипних, тарних та штучних вантажів при проектуванні обладнання машинобудівних підприємств.

Основні завдання вивчення дисципліни – дати студентам знання по основах конвеєрів без гнучкого тягового елемента, з тяговим елементом, основам гідравлічного та пневматичного транспорту, привити вміння оцінювати рівень сучасних машин, що використовуються в обладнанні переробних та харчових виробництв, а також в допоміжному транспорті.

Дисципліна «Машини неперервного транспорту» забезпечує набуття здобувачами освіти компетентностей:

Інтегральні компетентності.

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі машинобудування, що передбачає застосування певних знань та вмінь, визначених теорій та методів відповідної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності.

- Здатність використовувати знання у практичних ситуаціях.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності.

- Здатність застосовувати базові знання з фундаментальних та інженерних наук (фізики, математики, хімії, механіки, опору матеріалів, теплотехніки, електротехніки і електроніки, гідравліки) наук в обсязі, необхідному для освоєння загально-професійних дисциплін.

- Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування.

- Здатність застосовувати базові знання основних галузевих нормативно-правових актів, довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів.

- Здатність комплектувати оптимальні технологічні лінії та комплекси машин у виробництві.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач освіти повинен знати:

- Підвищувати ефективність роботи шляхом поєднання самостійної та командної роботи.

вміти:

- Критично осмислити основні теорії, принципи, методи та поняття у навчанні та професійній діяльності.

- Мати базові навички аналізу та синтезу інженерних об'єктів, процесів та методів.

- Розробляти деталі та вузли машин на базі систем автоматизованого проектування.

- Поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерних задач, що

належать до сфери професійної діяльності.

- Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам.

- Розв'язувати типові спеціалізовані задачі, що пов'язані з проектуванням, конструюванням, технологією виробництва, ремонтом, експлуатацією, обслуговуванням та утилізацією машин та обладнання різних типів, енергетичних, електротехнічних установок, систем, пристроїв та інших об'єктів галузі, їх основних конструктивних елементів.

- Використовувати методики розрахунку, експлуатації та обслуговування технологічного обладнання; засоби і методи діагностування вузлів і агрегатів машин; оптимізацію виробничих процесів із застосуванням обчислювальної техніки.

- Знати стан і перспективи розвитку автоматизації виробничих процесів; основні поняття, визначення та термінологію систем управління; основні принципи побудови систем управління; аналітичні методи опису властивостей систем управління і їх елементів; елементи аналізу і синтезу систем керування, оцінювання їх надійності; основні технічні засоби систем управління та їх характеристики.

Виконання практичних робіт передбачає виконання розрахунку стрічкового конвеєру згідно індивідуального завдання. Метою є надання студентам знань щодо призначення, застосування, конструкції, принципу дії, методики розрахунку стрічкового та його раціонального використання для пересування різного типу вантажів.

Розділ I

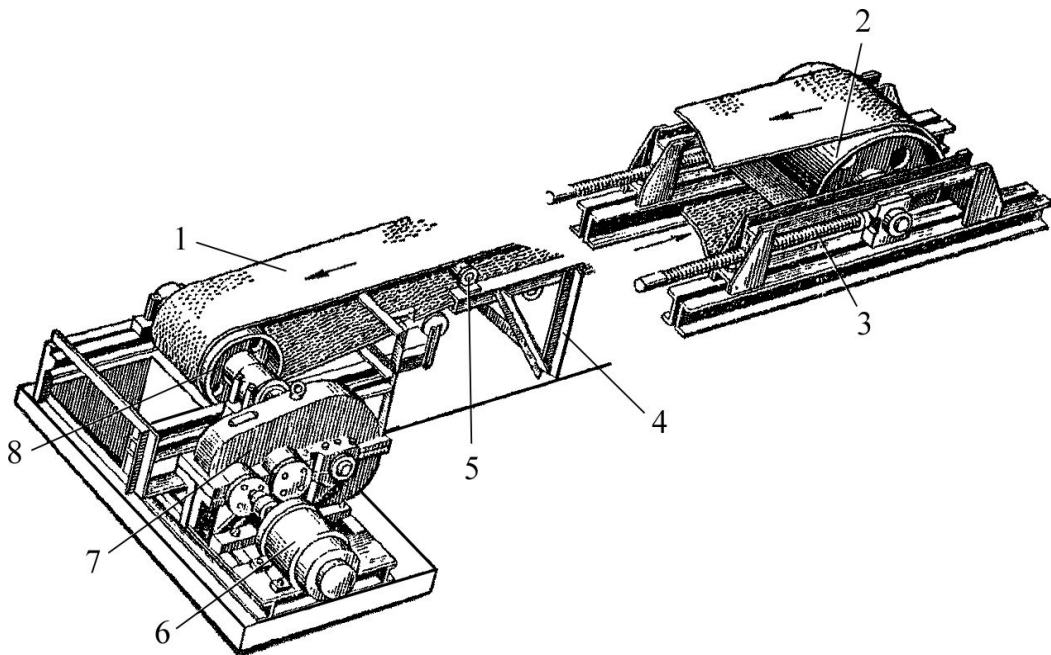
Практична робота 1. Розрахунок стрічкового конвеєру

1. Мета роботи

- 1.1. Вивчити призначення та галузі застосування стрічкових конвеєрів.
- 1.2. Ознайомитись з будовою, принципом дії та засвоїти методику розрахунку стрічкових конвеєрів.
- 1.3. Виконати розрахунок стрічкового конвеєра.

2. Основні теоретичні положення

Стрічкові конвеєри призначені для транспортування сипких, штучних вантажів та застосовуються у будівництві, сільському господарстві, харчових виробництвах та інших галузях. Їх основними конструктивними елементами є робочий орган у вигляді замкнутої конвеєрної стрічки, яка є вантажонесучим та тягловим елементом, привідний та натяжний барабани, натяжний та завантажувальний пристрої, і рами. За необхідності передбачаються направляючі рамки та відхиляючі барабани для стрічки, розвантажувальні пристрої та пристрої для очищення стрічки. Загальний вигляд стрічкового конвеєра наведено на рисунку 1.



- 1 – стрічка; 2, 8 – натяжний та привідний барабан, відповідно;
3 – натяжні гвинти; 4 – металоконструкція; 5 – роликоопори;
6 – електродвигун; 7 – редуктор

Рисунок 1 – Загальний вигляд стрічкового конвеєра:

Привод стрічкового конвеєра здійснюється від електродвигуна через редуктор. За необхідності передбачаються гальма або зупинник для попередження самовільного руху робочого органу в зворотному напрямку.

Методика розрахунку стрічкового конвеєра

Перед початком розрахунку будують розрахункову схему конвеєра як на рис. 2. Траса конвеєра розбивається на прямолінійні та криволінійні ділянки, починаючи з точки збігання стрічки з приводного барабана.

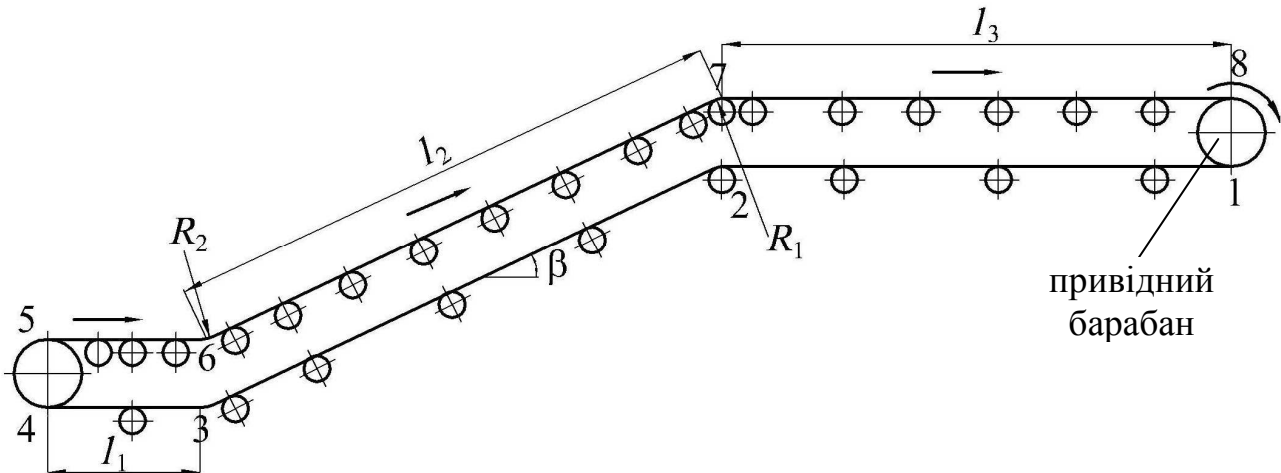


Рисунок 2 – Розрахункова схема стрічкового конвеєра

Для розрахунку слід прийняти швидкість руху стрічки конвеєра v , задану згідно індивідуального завдання (див. ч. II даних методичних вказівок). У загальному ж випадку швидкість обирають залежно від типу вантажу, що транспортується за табл. 1.

Таблиця 1.

Максимально допустима швидкість стрічки конвеєра за умов розвантаження через головний барабан

Вантаж, що транспортується	Допустима швидкість v , м/с
1	2
Пилоподібний та сухий порошкоподібний вантаж	1,0; 1,25; 1,6; 2,0
Крихкий вантаж	1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0
Зернистий та порошкоподібний вантаж	1,6; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0
Дрібношматовий вантаж ($a' < 60$ мм)	1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0
Середньошматовий вантаж ($a' < 160$ мм):	
- легкий	1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0
- важкий	1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0
Великошматовий вантаж ($a' = 170...350$ мм):	
- легкий	1,6; 2,0; 2,5; 3,15
- важкий	1,25; 1,6; 2,0; 2,5
Особливо крупношматовий вантаж ($a' \geq 350$ мм)	2,0; 2,5; 3,15

1	2
Зернистий вантаж	1,6; 2,5; 3,15; 4,0
Овочі, фрукти, коренеплоди	0,8; 1,0
Тканеві мішки з борошном, зерном, паперові мішки з цементом, крейдою	0,5...1,0
Поштові посилки у м'якому пакуванні, пачки газет	0,8...1,0
Рулони паперу масою до 200 кг	0,3...0,5
Ящики, бочки з масою більше 50 кг	0,3...0,5

(a' – середній розмір шматків).

Ширина стрічки B для конвеєрів, що транспортують штучні вантажі обирається залежно від габаритних розмірів вантажу. При цьому необхідно, щоб на стрічці з обох боків залишались вільні від вантажу поля не менше 50...100 мм. Для конвеєрів, що транспортують насипні вантажі, ширина стрічки визначається за формулою

$$B = 1,1 \left(\sqrt{\frac{Q}{v C \rho k_y}} + 0,05 \right), \text{ м}, \quad (1)$$

де Q – продуктивність, т/год (див. індивідуальне завдання);

C – коефіцієнт продуктивності конвеєра;

ρ – густина, т/м³ (див. додаток 1);

k_y – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу конвеєра та рухливості вантажу.

Для визначення коефіцієнту продуктивності C спочатку за додатком 1 встановлюють кут природного відкосу вантажу φ . Згідно заданого кута нахилу бічних роликів α та форми стрічки (див. індивідуальне завдання та рис. 3) за додатком 2 визначають коефіцієнт C .

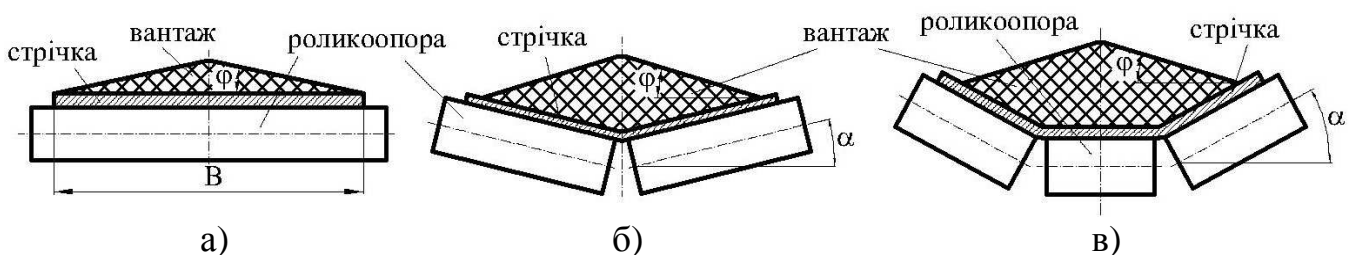


Рисунок 3 – Плоска стрічка (а), жолобчата двороликова стрічка (б) та жолобчата стрічка на трироликовій опорі (в)

Для визначення коефіцієнту k_y за додатком 1 визначають рухливість вантажу та приймають значення кута нахилу вантажу β (має бути менший за зазначений у додатку 1). Залежно від цього за додатком 3 обирають значення k_y .

Одержане за виразом (1) значення ширини стрічки округлюється до найближчого більшого розміру передбаченого ГОСТ 20-85: 400; 500; 650; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000; 3000.

Для виконання тягового розрахунку стрічкового конвеєра, необхідно визначити погонні (лінійні) навантаження:

- від транспортуючого вантажу:

$$q_g = \frac{Q \cdot g}{3,6v}, \text{ Н/м}^2, \quad (2)$$

де $g = 9,8$ – прискорення вільного падіння, м/с²;

- від стрічки:

$$q_c = 1,1B(\delta \cdot i + \delta' + \delta'')g, \text{ Н/м}, \quad (3)$$

де 1,1 – питома маса гумотканинної стрічки, т/м³;

B – ширина стрічки, м;

δ – товщина прокладки, мм ($\delta = 1,5 \dots 2,0$ мм);

i – кількість прокладок (для попереднього розрахунку слід прийняти $i = 3$);

δ' – товщина робочої обкладки, що залежить від абразивності вантажу, мм (коливається в межах 2...6 мм);

δ'' – товщина неробочої обкладки, мм ($\delta'' = 0 \dots 3$ мм);

- від ваги обертових частин роликів:

а) робочої гілки:

$$q'_p = \frac{G'_p}{l_{p2}} g, \text{ Н/м}, \quad (4)$$

б) порожньої гілки:

$$q''_p = \frac{G''_p}{l_{nop}} g, \text{ Н/м}, \quad (5)$$

де G'_p та G''_p – маса обертових частин роликкоопор, відповідно для підтримання робочої та порожньої гілок стрічки, кг (див. додаток 4). При цьому порожня гілка завжди рухається по плоскій роликкоопорі;

l_{p2} – відстань між роликкооперами на робочій гілці, що залежить від густини транспортуючого вантажу та ширини стрічки (додаток 5 або додаток 6), м;

$l_{nop} = (2 \dots 3) \cdot l_{p2}$ – відстань між роликами на порожній гілці, м.

Діаметр ролика d_p визначають за додатком 4.

Далі розраховують опори на ділянках конвеєра та натягу стрічки у характерних точках тягового контуру (т. 1 – т. 8 на рис. 2). Розрахунок проводиться методом обходу по контуру, починаючи з точки збігання стрічки з привідного барабана.

Приймаємо натяг у т. 1 рівним натягу збігання: $S_1 = S_{зб}$.

Натяг у точці 2:

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = S_1 + (q_c + q''_p) \omega' \cdot l_3 = S_1 + y_1, \quad (6)$$

де W – опір переміщенню стрічки та вантажу на відповідних ділянках;

ω' – коефіцієнт опору руху стрічки, що залежить від запиленості навколишнього середовища та інших умов експлуатації (відповідно до вихідних даних обирається за додатком 7);

l_3 – довжина ділянки конвеєра, м;

y_1 – коефіцієнт, що отримується в результаті рішення лівої частини рівняння.

Натяг у т. 3:

$$S_3 = S_2 + W_{2-3} = S_1 + y_1 + (q_c + q_p'')\omega' \cdot \cos \beta \cdot l_2 - q_c \cdot \sin \beta \cdot l_2 = S_1 - y_2, \quad (7)$$

де y_2 – коефіцієнт, що отримується в результаті рішення лівої частини рівняння.

Натяг у т. 4

$$S_4 = S_3 + W_{3-4} = S_1 - y_2 + (q_c + q_p'')\omega' \cdot l_1 = S_1 - y_3, \quad (8)$$

де y_3 – коефіцієнт, що отримується в результаті рішення лівої частини рівняння.

Натяг у т. 5:

$$S_5 = \kappa \cdot S_4 = \kappa(S_1 - y_3) = \kappa S_1 - y_4, \quad (9)$$

де κ – коефіцієнт, що враховує опір у стрічці та опорах барабана при обіганні його стрічкою (за умов обігання стрічкою на $140 \dots 180^\circ$ $\kappa = 1,03 \dots 1,05$);

y_4 – коефіцієнт, що отримується в результаті рішення лівої частини рівняння.

Натяг у т. 6:

$$S_6 = S_5 + W_{5-6} = \kappa S_1 - y_4 + (q_e + q_c + q_p')\omega' \cdot l_3 = \kappa S_1 - y_5, \quad (10)$$

де y_5 – коефіцієнт, що отримується в результаті рішення лівої частини рівняння.

Натяг у т. 7:

$$S_7 = S_6 + W_{6-7} = \kappa S_1 - y_5 + (q_e + q_c + q_p'')\omega' \cdot \cos \beta \cdot l_2 + (q_e + q_c)\sin \beta \cdot l_2 = \kappa S_1 + y_6, \quad (11)$$

де y_6 – коефіцієнт, що отримується в результаті рішення лівої частини рівняння.

Натяг у т. 8 (привідний барабан):

$$S_8 = S_7 + W_{7-8} = \kappa S_1 + y_6 + (q_e + q_c + q_p')\omega' \cdot l_3 = \kappa S_1 + y_7, \quad (12)$$

де y_7 – коефіцієнт, що отримується в результаті рішення лівої частини рівняння.

За додатком 8 обирають привід конвеєра та відповідну формулу для визначення тягового зусилля. Наприклад, для однобарабанного приводу з відхиляючим роликком тягове зусилля $S_8 = S_{36}(e^{fa} - 1)$. Так як $S_1 = S_{36}$, то $S_8 = S_1(e^{fa} - 1)$. Отже, отримано таку систему рівнянь:

$$\begin{cases} S_8 = S_1 \cdot (e^{fa} - 1) \\ S_8 = \kappa S_1 + y_7 \end{cases}, \quad (13)$$

де e – основа натурального логарифму ($e \approx 2,72$);

f – коефіцієнт тертя стрічки по барабану;

a – кут охоплювання барабану, рад.

Підставивши до першого рівняння значення e , f та a отримаємо, що $S_8 = y_8 \cdot S_1$ (y_8 – коефіцієнт, що отримується в результаті рішення різниці $e^{fa} - 1$). Підставивши до другого рівняння замість S_8 вираз $y_8 \cdot S_1$, отримаємо рівняння $y_8 \cdot S_1 = \kappa S_1 + y_7$. Його рішення надасть можливість визначити натяг у точці S_1 . Підставивши це значення до правої частини рівнянь (6) – (12) можна визначити натяги у відповідних точках.

За обчисленим значенням натягів стрічки будують діаграму натягів стрічки (рис. 4).

Мінімальний натяг стрічки на навантаженій гілці має бути більшим за мінімально допустимий натяг, тобто $S_{\min} \geq [S_{\min}]$. При цьому мінімально допустимий натяг визначається, як $[S_{\min}] = 5(q_e + q_c)l_{pz}$. У випадку недотримання цієї умови, необхідно збільшити мінімальний натяг та різницю натягу додати в кожен характерну точку.



Рисунок 4 – Діаграма натягів стрічки

Радіуси перегину стрічки на перехідних кривих обчислюються, як

$$R_1 \geq 12B, \text{ м.} \quad (14)$$

Для цього радіусу довжина дуги:

$$l_{\text{дуги}} = 0,044\pi \cdot R_1, \text{ м.} \quad (15)$$

Мінімальний радіус перегину стрічки на увігнутій кривій:

$$R_{2\text{min}} \geq \frac{S_6}{q_c}, \text{ м,} \quad (16)$$

для якого довжина дуги:

$$l_{\text{дуги}} = 0,044\pi \cdot R_{2\text{min}}, \text{ м.} \quad (17)$$

Тягове зусилля:

$$W_o = S_8 - S_1, \text{ Н.} \quad (18)$$

Потужність електродвигуна:

$$N = k_3 \frac{W_o \cdot v}{102 \cdot g \cdot \eta}, \text{ кВт,} \quad (19)$$

де $k_3 = 1,1 \dots 1,2$ – коефіцієнт запасу потужності;

$\eta \approx 0,95$ – ККД приводу.

Відповідно до отриманої потужності електродвигун обирають за додатком 9 або додатком 10 й остаточно приймають його параметри: потужність N ; частоту

обертання $n_{\text{ел.дв.}}$; співвідношення обертових моментів $\frac{M_n}{M_H}$, $\frac{M_{\text{max}}}{M_n}$ та маховий момент GD^2 .

Тип тканини каркасу стрічки обирають за додатком 11. При цьому перевіряють кількість основних прокладок стрічки i , що має бути у межах 3...8 (для стрічок типу ГА-400, ТК-400, МК-400/120, МЛК-400/120 кількість прокладок може досягати 10):

$$i = \frac{0,01 \cdot S_{\text{max}} \cdot m}{\delta_p \cdot B}, \quad (20)$$

де S_{max} – максимальний натяг стрічки (визначається за рис. 4);

m – запас міцності (для стрічок загального призначення $m = 8 \dots 10$, для теплостійких стрічок $m = 10 \dots 20$);

δ_p – розривна міцність 1 см ширини прокладки, Н/см (див. додаток 11).

Якщо отримана кількість прокладок менше або дорівнює допустимій, то залишаємо обраний тип тканини каркасу стрічки.

Діаметр привідного барабана визначається:

$$D_{\delta} = (80 \dots 200) \cdot i, \text{ мм.} \quad (21)$$

Для даної ширини стрічки згідно ГОСТ 22644-77 обирають діаметр барабана D_{δ} зі стандартного ряду та довжину обичайки L_{δ} (див. додаток 12).

Прийнятий діаметр привідного барабану перевіряють за допустимим тиском між стрічкою та барабаном:

$$p = \frac{0,2S_{\max}}{D_{\delta} \cdot B} \leq [p] = 40 \dots 60 \text{ Н/см}^2. \quad (22)$$

Діаметр натяжного барабана приймають рівним привідному, тобто $D_H = D_{\delta}$.

Діаметр відхиляючого барабана:

$$D_{\text{відх}} = 0,65 D_{\delta}, \text{ мм.} \quad (23)$$

Значення $D_{\text{відх}}$ округлюють до цілого.

Частота обертання привідного барабана:

$$n_{\delta} = \frac{60000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\delta}}, \text{ хв}^{-1}. \quad (24)$$

Передаточне число редуктора приводу конвеєра:

$$u_p = \frac{n_{\text{ел.дв.}}}{n_{\delta}}. \quad (25)$$

Величина обертового моменту на тихохідному валу редуктора:

$$M_T = \frac{9740 \cdot N \cdot \eta \cdot u_p}{n_{\text{ел.дв.}}}, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (26)$$

де η – коефіцієнт корисної дії редуктора ($\eta \approx 0,97$).

За додатком 13 обирають редуктор, зважаючи на отриманий обертовий момент на тихохідному валу M_T та передаточне число u_p .

Подовження стрічки визначають:

- для навантаженої гілки:

$$\Delta L_n = \frac{\varepsilon}{S_p \cdot 100} \cdot \frac{S_5 + S_8}{2} L_k, \text{ м}; \quad (27)$$

- для порожньої гілки:

$$\Delta L_{\text{nop}} = \frac{\varepsilon}{S_p \cdot 100} \cdot \frac{S_1 + S_4}{2} L_k, \text{ м}, \quad (28)$$

де ε – відносне подовження стрічки (див. додаток 11);

S_p – розривна міцність усієї стрічки, що дорівнює:

$$S_p = 100 \cdot \delta_p \cdot i \cdot B \cdot g, \text{ Н}; \quad (29)$$

S_5 та S_8 – натяги у крайніх точках на навантаженої гілці, Н (див. рис. 4);

S_1 та S_4 – натяги у крайніх точках на порожній гілці, Н (див. рис. 4).

L_k – довжина конвеєра, м ($L_k = l_1 + l_2 + l_3$).

Хід натяжного пристрою:

$$\Delta L_{\text{nn}} = \frac{\Delta L_n + \Delta L_{\text{nop}}}{2} + l_m, \text{ м}, \quad (30)$$

де l_m – монтажний хід натяжного пристрою (довжина стикового з'єднання), зазвичай приймається в діапазоні 0,3...0,8 м.

3. Порядок виконання лабораторної роботи

3.1. Вивчити будову та принцип роботи стрічкового конвеєра, використовуючи теоретичні відомості наведені у п. 2, конспект лекцій та літературу [1-3].

3.2. Виконати розрахунок стрічкового конвеєра (згідно індивідуального завдання, що наведено у ч. II даних методичних вказівок) за наведеною у п. 2 методикою.

3.3. Дати відповіді на контрольні запитання.

4. Зміст звіту

- 4.1. Назва та мета роботи.
- 4.2. Короткий конспект основних відомостей про стрічкові конвеєри.
- 4.3. Розрахункова схема стрічкового конвеєра.
- 4.4. Розрахунок конвеєра згідно індивідуального завдання.
- 4.5. Діаграма натягу стрічки.
- 4.6. Висновки

5. Контрольні запитання

5.1. Яке призначення, основні конструктивні елементи та схема стрічкового конвеєра?

5.2. На чому базується принцип дії стрічкового конвеєра?

5.3. За яких умов можлива робота стрічкових конвеєрів?

5.4. Наведіть будову гумовотканинної стрічки.

5.5. Як визначається тягове зусилля на привідному барабані?

5.6. Перерахуйте типи завантажувальних пристроїв.

5.7. Які основні елементи розрахунку стрічкового конвеєра?

Розділ II
Завдання для самостійного вивчення
та виконання індивідуальної роботи

Завдання для самостійного вивчення. Самостійно вивчити:

1. Основні складальні одиниці стрічкового конвеєра. Технічні можливості стрічкових конвеєрів. Умови роботи стрічкових конвеєрів.
2. Будову гумовотканинної стрічки. Типи натяжних пристроїв.
3. Стрічкові конвеєри для насипних та штучних вантажів.
4. Типи завантажувальних пристроїв стрічкових конвеєрів. Типи опорних пристроїв для стрічок. Натяжні пристрої.
5. Гальма та зупинники стрічкових конвеєрів.

Завдання для індивідуальної роботи. Згідно з варіантом завдання (табл. 2) виконати розрахунок стрічкового конвеєру за методикою, наведеною у ч. I даних методичних вказівок.

Таблиця 2.

Вихідні дані для розрахунку стрічкового конвеєра

Ва- ріант	Показники								
	Вантаж	Про- дук- тив- ність, т/год	Швид- кість руху стрічк и v , м/с	Кут нахилу бічних роли- ків α , °	Форма стрічки (див. рис. 3)	Умови роботи (відпов. № у до- датку 7)	Довжина ділянок, м		
							l_1	l_2	l_3
1	зерно	75	1,6	36	в	4	40	50	60
2	борошно	100	1,0	36	в	4	30	70	35
3	кукурудза	90	0,8	30	в	4	45	80	30
4	картопля	55	1,0	15	б	1	50	100	40
5	буряк	80	1,6	15	б	1	50	80	45
6	цибуля	85	1,0	20	б	2	60	120	40
7	капуста	60	2,5	0	а	1	30	150	40
8	сіль повар.	150	2,5	20	б	3	50	150	60
9	сіль кал.	200	3,15	15	б	3	45	100	50
10	сіль шмат.	95	2,0	0	а	3	30	80	55

Додатки

Додаток 1.

Характеристика деяких насипних вантажів

Вантаж	Густина, ρ , т/м ³	Група рухли- вості	Найбільше значення кута відкосу, φ , °	Найбільший допустимий кут нахилу конвеєра, β , °
Зерно (пшениця та ін.)	0,7...0,8	легка	10	16
Картопля (бульба)	0,6...0,7	легка	10	12
Кукурудза у зернах	0,7...0,8	легка	10	15
Борошно житнє	0,5...0,6	легка	16	15
Буряки	0,5...0,6	легка	10	12
Цибуля ріпчаста	0,6...0,7	легка	10	12
Капуста	0,4...0,5	середня	18	14
Сіль:				
поварена, зерниста	1,0...1,2	легка	15	18
калійна	1,1	легка	15	18
кам'яна, шматова	0,8...1,8	середня	15	18

Додаток 2.

До визначення коефіцієнта продуктивності C

Показник	Форма стрічки														
	Плоска (рис. 3, а)			Жолобчата											
				на двороликовій опорі (рис. 3, б)						на трьохроликовій опорі (рис. 3, в)					
Кут нахилу бічних роликів α , °	0			15		20		30			36				
Кут відкосу, φ , °	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20
Коефіцієнт C	160	240	325	375	450	530	390	470	550	480	550	625	520	585	655

Додаток 3.

До визначення коефіцієнта k_v

Група рухливості частинок вантажу	Кут нахилу конвеєра, β , °				
	1...5	6...10	11...15	16...20	21...24
легка	0,95	0,9	0,85	0,8	-
середня	1,0	0,97	0,95	0,9	0,85
мала	1,0	0,98	0,97	0,95	0,9

Додаток 4.

Маса обертових частин конвеєрних роликкоопор

Ширина стрічки, мм	Жолобчата роликкоопора		Плоска роликкоопора	
	Діаметр ролика, мм	Маса, кг	Діаметр ролика, мм	Маса, кг
1	2	3	4	5
400	63	6	63	4
500	76	8	76	5

Продовження додатку 4

1	2	3	4	5
650	89(102)	10	89	6
800	89(102)	15	89	10
1000	127(133)	20	127	12
1200	159	29	159	20

Додаток 5.

Відстань між ролюкооперами на робочій частині гілки конвейера за умов транспортування одиничних вантажів

Ширина стрічки, мм	Найбільша маса окремих вантажів, кг	Відстань між ролюкооперами l_{p2} , м
400	12	1,4
500	15	1,2
650	20	1,0

Додаток 6.

Відстань між ролюкооперами на робочій частині гілки конвейера за умов транспортування насипних вантажів

Ширина стрічки, мм	Відстань між ролюкооперами l_{p2} , м за насипної густини вантажу, т/м ³						
	0,5	0,5...0,8	0,81...1,2	1,2...1,6	1,61...2,0	2,1...2,5	За 2,5
400	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2
500	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2
650	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2
800	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1
1000	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1
1200	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
1400	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
1600	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1

Додаток 7.

Значення коефіцієнту ω'

Умови роботи конвеєра		Прямі ролюкоопори	Жолобчасті ролюкоопори
1.	У чистому сухому приміщенні без пилу	0,018	0,02
2.	В опалювальному приміщенні з нормальною вологістю повітря при наявності невеликої кількості абразивного пилу	0,22	0,025
3.	Пересування, переносні та інші конвеєри за нормальних умов роботи	0,03	0,03
4.	У неопалювальних приміщеннях з підвищеною вологістю; на відкритому повітрі; за великої кількості абразивного пилу	0,033	0,035

До визначення тягового зусилля на привідному барабані

Найменування типу приводу	Кут охоплення барабану, α	Формула для визначення тягового зусилля
Однобарабанний	$180^\circ = 3,142$ радіан	$S_{36}(e^{f\alpha} - 1)$,
Однобарабанний з відхиляючим роликом	$240^\circ = 4,189$ радіан	де S_{36} – зусилля в точці збігання; e – основа натурального логарифму ($e \approx 2,72$); f – коефіцієнт тертя стрічки по барабану (за сухих умов $f = 0,1 \dots 0,4$; за вологих умов $f = 0,07 \dots 0,15$)
Однобарабанний з виносним розвантажувальним барабаном		
Двобарабанний з відхиляючим роликом	$350^\circ = 6,109$ радіан	$S_{36} [e^{f(a_1+a_2)} - 1]$, де α_1 – кут обхвату першого барабану, рад.; α_2 – кут обхвату другого барабану, рад
Двобарабанний з однобічним огинанням стрічки та виносним розвантажувальним барабаном	$420^\circ = 7,33$ радіан	
Двобарабанний з однобічним огинанням стрічки		
Двобарабанний з виносним розвантажувальним барабаном	$480^\circ = 8,378$ радіан	
Двобарабанний з привідною стрічкою та виносним розвантажувальним барабаном	$320^\circ = 5,585$ радіан	$S_{36} [e^{f(a_1+a_2)} - 1] + S_{36} [e^{f(a_1+a_2)} - 1] e^{fa_1}$
Двобарабанний з відхиляючим роликом	$380^\circ = 6,632$ радіан	$S_{36} [e^{f(a_1+a_2)} - 1]$
Двобарабанний з установкою барабанів у головній та хвостовій частині конвеєра	$360^\circ = 6,283$ радіан	
Трибарабанний з виносним розвантажувальним барабаном	$520^\circ = 9,076$ радіан	$S_{36} [e^{f(a_1+a_2+a_3)} - 1]$, де α_3 – кут обхвату третього барабану, рад
Трибарабанний з установкою двох барабанів у головній частині конвеєра	$540^\circ = 9,425$ радіан	
Трибарабанний з установкою двох барабанів у головній частині конвеєра		

Технічні характеристики електродвигунів серії 4А

Марка електродвигуна	Потужність, кВт	Частота обертання, хв ⁻¹	ККД, %	cos φ	M_{II}/M_H	M_{max}/M_I	Маховий момент, кг/м ²
1	2	3	4	5	6	7	8
Синхронна частота обертання 3000 хв ⁻¹							
4A50B2Y3	0,12	2710	63,0	0,70	2,0	2,2	1,07·10 ⁻⁴
4A56A2Y3	0,18	2800	66,0	0,76	2,0	2,2	16,6·10 ⁻⁴
4A56B2Y3	0,25	2770	68,0	0,77	2,0	2,2	18,6·10 ⁻⁴
4A63A2Y3	0,37	2750	70,0	0,86	2,0	2,2	30,5·10 ⁻⁴
4A63B2Y3	0,55	2740	73,0	0,86	2,0	2,2	36·10 ⁻⁴
4A71A2Y3	0,75	2840	77,0	0,87	2,0	2,2	39·10 ⁻⁴
4A71B2Y3	1,10	2810	77,5	0,87	2,0	2,2	42·10 ⁻⁴
4A80A2Y3	1,50	2850	81,0	0,85	2,1	2,6	73·10 ⁻⁴
4A80B2Y3	2,20	2850	83,0	0,87	2,1	2,6	85·10 ⁻⁴
4A90L2Y3	3,00	2840	84,5	0,88	2,1	2,5	1,41·10 ⁻²
4A100S2Y3	4,00	2880	86,5	0,89	2,0	2,5	2,37·10 ⁻²
4A100L2Y3	5,50	2880	87,5	0,91	2,0	2,5	0,03
4A112M2Y3	7,50	2900	87,5	0,88	2,0	2,8	0,04
4A132M2Y3	11,0	2900	88,0	0,90	1,7	2,8	0,09
4A160S2Y3	15,0	2940	88,0	0,91	1,4	2,2	0,19
4A160M2Y3	18,5	2940	88,5	0,92	1,4	2,2	0,21
4A180S2Y3	22,0	2945	88,5	0,91	1,4	2,5	0,28
4A180M2Y3	30,0	2945	90,5	0,90	1,4	2,5	0,34
4A200M2Y3	37,0	2945	90,0	0,89	1,4	2,5	0,58
4A200L2Y3	45,0	2945	91,0	0,90	1,4	2,5	0,67
4A225M2Y3	55,0	2945	91,0	0,92	1,4	2,5	1,0
4A250S2Y3	75,0	2960	91,0	0,89	1,2	2,5	0,86
4A250M2Y3	90,0	2960	92,0	0,90	1,2	2,5	2,08
Синхронна частота обертання 1500 хв ⁻¹							
4A50B4Y3	0,09	1370	55,0	0,60	2,0	2,2	1,3·10 ⁻⁴
4A56A4Y3	0,12	1375	63,0	0,66	2,1	2,2	28·10 ⁻⁴
4A56B4Y3	0,18	1365	64,0	0,64	2,1	2,2	31,5·10 ⁻⁴
4A63A4Y3	0,25	1380	68,0	0,64	2,0	2,2	49,5·10 ⁻⁴
4A63B4Y3	0,37	1365	68,0	0,69	2,0	2,2	55·10 ⁻⁴
4A71A4Y3	0,55	1390	70,5	0,70	2,0	2,2	52·10 ⁻⁴
4A71B4Y3	0,75	1390	72,0	0,73	2,0	2,2	57·10 ⁻⁴
4A80A4Y3	1,10	1420	75,0	0,81	2,0	2,2	1,29·10 ⁻²
4A80B4Y3	1,50	1415	77,0	0,83	2,0	2,4	1,33·10 ⁻²
4A90L4Y3	2,20	1425	80,0	0,83	2,1	2,4	2,24·10 ⁻²
4A100S4Y3	3,00	1435	82,0	0,83	2,0	2,4	3,47·10 ⁻²
4A100L4Y3	4,00	1430	84,0	0,84	2,0	2,4	4,5·10 ⁻²
4A112M4Y3	5,50	1445	85,5	0,85	2,0	2,2	7·10 ⁻²
4A132S4Y3	7,50	1445	87,5	0,86	2,2	3,0	0,11
4A132M4Y3	11,0	1460	87,5	0,87	2,2	3,0	0,16

Продовження додатку 9

1	2	3	4	5	6	7	8
4A160S4Y3	15,0	1465	88,5	0,88	1,4	2,3	0,41
4A160M4Y3	18,5	1465	89,5	0,88	1,4	2,3	0,51
4A180S4Y3	22,0	1470	90,0	0,90	1,4	2,3	0,76
4A180M4Y3	30,0	1470	91,0	0,89	1,4	2,3	0,93
4A200M4Y3	37,0	1475	91,0	0,90	1,4	2,5	1,47
4A200L4Y3	45,0	1475	92,0	0,90	1,4	2,5	0,78
4A225M4Y3	55,0	1480	92,5	0,90	1,3	2,5	0,56
4A250S4Y3	75,0	1480	93,0	0,90	1,2	2,3	4,08
4A250M4Y3	90,0	1480	93,0	0,91	1,2	2,3	4,67
Синхронна частота обертання 1000 хв ⁻¹							
4A63A6Y3	0,18	885	56,0	0,62	2,2	2,2	69,4·10 ⁻⁴
4A63B6Y3	0,25	890	59,0	0,62	2,2	2,2	86·10 ⁻⁴
4A71A6Y3	0,37	910	64,5	0,69	2,0	2,2	67·10 ⁻⁴
4A71B6Y3	0,55	900	67,5	0,71	2,0	2,2	81·10 ⁻⁴
4A80A6Y3	0,75	915	69,0	0,74	2,0	2,2	1,85·10 ⁻²
4A80B6Y3	1,10	920	74,0	0,74	2,0	2,2	1,84·10 ⁻²
4A90L6Y3	1,50	935	75,0	0,74	2,0	2,2	2,94·10 ⁻²
4A100L6Y3	2,20	950	81,0	0,73	2,0	2,2	5,24·10 ⁻²
4A112MA6Y3	3,00	955	81,0	0,76	2,0	2,5	7·10 ⁻²
4A112MB6Y3	4,00	950	82,0	0,81	2,0	2,5	8·10 ⁻²
4A132S6Y3	5,50	965	85,0	0,80	2,0	2,5	16·10 ⁻²
4A132M6Y3	7,50	970	85,5	0,81	2,0	2,5	23·10 ⁻²
4A180S6Y3	11,0	975	86,0	0,86	1,2	2,0	55·10 ⁻²
4A160M6Y3	15,0	975	87,5	0,87	1,2	2,0	73·10 ⁻²
4A180M6Y3	18,5	975	88,0	0,87	1,2	2,0	88·10 ⁻²
4A200M6Y3	22,0	975	90,0	0,90	1,3	2,4	1,6
4A200L6Y3	30,0	980	90,5	0,90	1,3	2,4	1,81
4A225M6Y3	37,0	980	91,0	0,89	1,2	2,3	2,95
4A250S6Y3	45,0	985	91,5	0,89	1,2	2,1	4,62
4A250M6Y3	55,0	985	91,5	0,89	1,2	2,1	5,04
4A280S6Y3	75,0	985	92,0	0,89	1,4	2,2	11,7
4A280M6Y3	90,0	985	92,5	0,89	1,4	2,2	13,5
Синхронна частота обертання 750 хв ⁻¹							
4A71B8Y3	0,25	680	56,0	0,65	1,6	1,7	74·10 ⁻⁴
4A80A8Y3	0,37	675	61,5	0,65	1,6	1,7	1,35·10 ⁻⁴
4A80B8Y3	0,55	700	64,0	0,65	1,6	1,7	1,62·10 ⁻⁴
4A90LA8Y3	0,75	700	68,0	0,62	1,6	1,9	2,7·10 ⁻⁴
4A100L8Y3	1,10	700	70,0	0,68	1,6	1,9	3,45·10 ⁻⁴
4A112MA8Y3	1,50	700	74,0	0,65	1,6	1,9	5,2·10 ⁻⁴
4A112MB8Y3	2,20	700	76,5	0,71	1,9	2,2	7,0·10 ⁻⁴
4A132S8Y3	3,00	700	79,0	0,74	1,9	2,2	10·10 ⁻²
4A160S8Y3	4,00	720	83,0	0,70	1,9	2,6	17·10 ⁻²
4A132M8Y3	5,50	720	83,0	0,74	1,9	2,6	23·10 ⁻²
4A180M8Y3	7,50	730	86,0	0,75	1,4	2,2	55·10 ⁻²

Продовження додатку 9

1	2	3	4	5	6	7	8
4A200M8Y3	11,0	730	87,0	0,75	1,4	2,2	$72 \cdot 10^{-2}$
4A200L8Y3	15,0	730	87,0	0,82	1,2	2,0	1,0
4A225M8Y3	18,5	735	88,5	0,84	1,2	2,2	1,6
4A250S8Y3	22,0	730	88,5	0,84	1,2	2,0	1,81
4A250M8Y3	30,0	735	90,0	0,81	1,3	2,1	2,95
4A280S8Y3	37,0	735	90,0	0,83	1,2	2,0	4,62
4A280M8Y3	45,0	740	91,0	0,84	1,2	2,0	5,45
4A250S6Y3	55,0	735	92,0	0,84	1,2	2,0	12,7
4A250M6Y3	75,0	735	92,5	0,85	1,2	2,0	16,5
4A280S6Y3	90,0	740	93,0	0,85	1,2	2,3	19,7

Додаток 10.

Технічні характеристики електродвигунів серії 4А
з підвищеним пусковим моментом

Марка електродвигуна	Потужність, кВт	Частота обертання, хв ⁻¹	ККД, %	cos φ	Маховий момент, кг/м ²
Синхронна частота обертання 1500 хв ⁻¹					
4AP160S4Y3	15,0	1465	87,5	0,87	0,41
4AP160M4Y3	18,5	1465	88,5	0,87	0,51
4AP180S4Y3	22,0	1460	90,0	0,87	0,76
4AP180M4Y3	30,0	1460	90,0	0,87	0,93
4AP200M4Y3	37,0	1470	91,0	0,88	1,17
4AP200L4Y3	45,0	1470	92,0	0,88	1,86
4AP225M4Y3	55,0	1475	92,5	0,88	2,56
4AP250S4Y3	75,0	1475	93,0	0,87	4,08
4AP250M4Y3	90,0	1475	93,0	0,88	4,67
Синхронна частота обертання 1000 хв ⁻¹					
4AP160S6Y3	11,0	975	85,5	0,83	0,55
4AP160M6Y3	15,0	975	87,5	0,83	0,73
4AP180M6Y3	18,5	970	87,0	0,80	0,88
4AP200M6Y3	22,0	975	90,5	0,85	1,60
4AP20L6Y3	30,0	975	90,5	0,86	1,81
4AP225M6Y3	37,0	980	90,5	0,84	2,95
4AP250S6Y3	45,0	980	91,5	0,82	4,62
4AP250M6Y3	55,0	980	91,5	0,83	5,04
Синхронна частота обертання 750 хв ⁻¹					
4AP160S8Y3	7,50	730	86,0	0,75	0,55
4AP160M8Y3	11,0	730	87,0	0,75	0,72
4AP170M8Y3	15,0	730	86,5	0,77	1,00
4AP200M8Y3	18,5	730	88,0	0,78	1,60
4AP200L8Y3	22,0	730	88,5	0,80	1,81
4AP225M8Y3	30,0	730	90,0	0,80	2,95
4AP250S8Y3	37,0	735	90,0	0,72	4,62
4AP250M8Y3	45,0	735	90,5	0,75	5,45

Додаток 11.

Характеристики гумотканинних стрічок

Тип тканини каркасу стрічки	Розривна міцність, кН/см	Відносне подовження стрічки, %	Тип тканини каркасу стрічки	Розривна міцність, кН/см	Відносне подовження стрічки, %
БКНЛ-65	0,5	5,0	ТЛК-150	1,5	2,0
БКНЛ-100	1,0	3,5	ТЛК-200	2,0	2,0
БКНЛ-150	1,5	3,5	ТК-300	3,0	4,0
ЛХ-120	1,2	2,0	ТК-400	4,0	5,0
ТА-100	1,0	3,5	МЛ-200	2,0	1,5
ТА-150	1,5	3,5	МЛ-300	3,0	1,5
ТА-300	3,0	4,0	МК-300	3,0	3,0
ТЛ-150	1,5	2,0	МК-600	6,0	3,0

Додаток 12.

Розміри барабанів (мм) для конвеєрів загального призначення

Ширина стрічки	Довжина обичайки барабана	Нормальний ряд зовнішніх діаметрів барабану							
		160	200	250	315	400	500	630	-
400	500	160	200	250	315	400	500	630	-
500	600	160	200	250	315	400	500	630	800
650	750	200	250	315	400	500	630	800	1000
800	950	200	250	335	400	500	630	700	1000
1000	1150	250	315	400	500	630	800	1000	1250
1200	1400	400	500	630	800	1000	1250	1600	-
1400	1600	400	500	630	800	1000	1250	1600	1600
1600	1800	400	500	630	800	1000	1250	1600	-
1800	2000	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
2000	2200	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
2500	2800	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	-

Додаток 13.

До вибору редуктора

Марка редуктора	Номінальний обертовий момент на вихідному валу, Нм	Передаточні числа
1	2	3
Редуктори циліндричні двоступінчаті типу 1ЦУ		
1ЦУ-100	315	(2); (2,5); (3,15); 4; 5; 6,3
1ЦУ-160	1250	
1ЦУ-200	2500	
1ЦУ-250	5000	
Редуктори циліндричні двоступінчаті типу 1Ц2У		
1Ц2У-100	315	8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40
1Ц2У-125	630	

1	2	3
1Ц2У-160	1250	8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40
1Ц2У-200	2500	
1Ц2У-250	5000	
Редуктори циліндричні двоступінчаті типу 1Ц3У		
1Ц3У-160	1250	31,5; 40; 45; 50; 56; 63; 100; 125; 160; 200
1Ц3У-200	2500	
1Ц3У-250	5000	16; 20; 25; 31,5; 40; 45; 50; 56; 63; 80; 100; 125; 160; 200
Редуктори черв'ячні одноступінчасті, що обдуваються типу Ч		
Ч-80	200	80
	224	63
	230	40
	243	20; 25; 50
	250	10; 12,5
	280	8; 16
	300	31,5
Ч-100	355	80
	375	63
	475	25; 40; 50
	487	20
	500	10; 16
	515	8; 12,5; 31,5
Ч-125	650	80
	775	25
	750	63
	800	50
	825	10; 12,5; 20
	850	16; 40
	1000	31,5
Ч-160	1320	36; 80
	1400	25
	1450	50
	1500	10; 12,5; 20
	1600	8; 40
	1800	16
	2000	31,5

Рекомендована література

1. Александров М.П. и др. Грузоподъемные машины. – М.: Высшая школа, 2000. – 410 с.
2. Иванченко Ф.К. Конструкция и расчет подъемно-транспортных машин. – К.: Вища школа, 1988. – 424 с.
3. Шахмейстер Л.П., Дмитриев В.Г. Теория и расчёт ленточных конвейеров. – М.: Машиностроение, 1978 .- 392с.
4. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. 3-е изд. – М.:Машиностроение, 1983. – 487 с.
5. Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.
6. Иванченко Ф.К. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин. – К.: Вища школа, 1978. – 576 с.