

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

**МАШИНИ
БЕЗПЕРЕРВНОГО ТРАНСПОРТУ
В ТЕХНОЛОГІЯХ
НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН**

Навчальний посібник
для студентів спеціальності
«Хімічні технології та інженерія»

Мерікс
Publisher

Харків
2019

УДК 621.867
М 38

Затверджено
редакційно-видавничою радою університету,
протокол № 1 від 16.01.2019 р.

Рецензенти:

С. М. Логвінков, докт. техн. наук, професор ХНЕУ ім. С. Кузнеця
В. М. Фрумін, докт. техн. наук, завідувач лабораторії ДУ НІОХІМ

Кобзєв О. В.

М 38 **Машини безперервного транспорту в технологіях неорганічних речовин** : навч. посіб. / Кобзєв О. В., Панасенко В. О., Авіна С. І., Дейнека Д. М. — Харків: НТУ «ХПІ». Видавець О. А. Мірошніченко, 2019. — 136 с. Табл. 56. Іл. 22. Бібліогр. 16

ISBN 978-617-7618-11-8.

Викладено основні властивості насипних і штучних вантажів та основи розрахунку стрічкових, гвинтових, скребкових конвеєрів та ківшових елеваторів, що є найбільш поширеними у виробництвах неорганічних продуктів. Матеріал проілюстровано практичними прикладами, до всіх розділів наведено необхідні завдання для розрахунків.

Для студентів ВНЗ хіміко-технологічних спеціальностей, інженерно-технічних працівників.

УДК 621.867

ISBN 978-617-7618-11-8

© О. В. Кобзєв, В. О. Панасенко,
С. І. Авіна, Д. М. Дейнека, 2019

ЗМІСТ

Вступ	5
1. Характеристика вантажів, що транспортуються	6
1.1. Насипні вантажі	6
1.2. Штучні вантажі	8
2. Класифікація транспортерів	10
2.1. За галузю використання	10
2.2. За способом передачі рушійної сили	10
2.3. За характером прикладання рушійної сили	10
2.4. За видом вантажів, що переміщуються	10
2.5. За призначенням та розташуванням на виробничому майданчику	10
2.6. За напрямком і формою траси переміщення вантажів	11
2.7. За способом переміщення вантажів	11
3. Вибір типу транспортера	12
4. Стрічкові транспортери	15
4.1. Загальна характеристика стрічкових транспортерів	15
4.2. Порядок розрахунку стрічкового транспортера	17
4.3. Приклад розрахунку стрічкового транспортера	34
5. Гвинтові (шнекові) транспортери	46
5.1. Загальна характеристика гвинтових транспортерів	46
5.2. Порядок розрахунку гвинтового транспортера	49
5.3. Приклад розрахунку гвинтового (шнекового транспортера)	52
6. Скребокві конвеєри з високими суцільними скребками	57
6.1. Загальна характеристика скребоквих конвеєрів	57
6.2. Порядок розрахунку скребоквого конвеєра	62
6.3. Приклад розрахунку скребоквого транспортера	70
7. Ківшові елеватори	79
7.1. Загальна характеристика ківшових елеваторів	79
7.2. Порядок розрахунку ківшового елеватора	86
7.3. Приклад розрахунку ківшового елеватора	91

8. Варіанти для виконання розрахункового завдання	98
Список літератури	100
Додаток А. Довідкові дані з властивостей вантажів	103
Додаток Б. Довідкові дані для розрахунку стрічкових транспортерів	106
Додаток В. Довідкові данні для розрахунку гвинтових (шнекових транспортерів)	121
Додаток Г. Довідкові данні для вибору приводу транспортера	122
Додаток Д. Довідкові данні для розрахунку скребкових конвеєрів	125
Додаток Е. Довідкові данні для розрахунку ківшових елеваторів	128

ВСТУП

Високопродуктивна робота сучасного підприємства забезпечується в тому числі пристроями безперервного транспорту, які є складовою частиною технологічного процесу. В хімічній промисловості найбільш поширеними є такі типи транспортерів (конвеєрів):

1) стрічкові – призначені для переміщення в горизонтальному або пологонахиленому напрямках різних сипких матеріалів та штучних вантажів;

2) скребкові – призначені для транспортування пиловидних, зернистих і шматкових добре сипких малоабразивних вантажів горизонтальними, нахиленими і комбінованими трасами з можливістю проміжного завантаження і розвантаження;

3) гвинтові (шнекові) – призначені для горизонтального, нахилоного та вертикального переміщення пиловидних, зернистих, рідше дрібношматкових сипких матеріалів;

4) ківшові елеватори – призначені для вертикального або крутонахилоного транспортування пиловидних, зернистих та шматкових матеріалів від початкового до кінцевого пункту без проміжного завантаження або розвантаження.

Навчальний посібник містить основні відомості про призначення і галузі використання вказаних пристроїв безперервного транспорту, характеристики матеріалів, що транспортуються. Розглянуто основи розрахунків з визначенням характеристик приводу.

Матеріал, наведений в *навчальному посібнику*, буде корисним студентам спеціальності «Хімічні технології та інженерія» при виконанні індивідуальних розрахункових завдань дисципліни «Конструкційні матеріали та транспортне обладнання» та інженерно-технічним працівникам.

1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАНТАЖІВ, ЩО ТРАНСПОРТУЮТЬСЯ

1.1. Насипні вантажі

Насипні вантажі характеризуються такими властивостями, як крупність, щільність, рухливість, коефіцієнт зовнішнього тертя, абразивність, злежуваність, липкість, змерзаємість та іншими. Характеристика деяких властивостей насипних вантажів наведена в табл. А.1.

Гранулометричний склад характеризується кількісним розподіленням шматків за їх крупністю. Його визначають ситовим аналізом, при якому регламентований об'єм вантажу (проби) просіюють послідовно через набір сит з каліброваними отворами різних розмірів (номерів).

Якщо шматок у трьох вимірах має розміри a_1, a_2, a_3 , то усереднений розрахунковий розмір буде

$$a = \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3}.$$

Залежно від співвідношення окремих фракцій розрізняють рядовий та сортований вантаж. Якщо a_{\max} та a_{\min} розміри найбільшого та найменшого шматків, то для рядового вантажу $a_{\max} / a_{\min} > 2,5$, для сортованого $a_{\max} / a_{\min} < 2,5$.

Насипні вантажі характеризуються розміром a' типового шматка – для сортованих вантажів за розмір типового шматка приймають

$$a' = 0,5 \cdot (a_{\max} + a_{\min}).$$

Класифікація насипних вантажів за крупністю наведена в табл. А.2.

Насипна щільність – відношення маси вантажу до об'єму, який він займає. Розрізняють насипну щільність вільно насипаного вантажу ρ та динамічно ущільненого вантажу ρ_y . Ущільненість вантажу характеризується коефіцієнтом ущільнення

$$k_y = \rho_y / \rho.$$

Для більшості насипних вантажів $k_y = 1,1-1,3$.

За насипною щільністю насипні вантажі поділяються на легкі – $\rho < 0,6$ т/м³; середні – $0,6 < \rho \leq 1,1$ т/м³; важкі – $1,2 < \rho \leq 2,0$ т/м³; надважкі – $\rho > 2,0$ т/м³. Насипна щільність вантажів наведена в табл. А.1.

Коефіцієнт зовнішнього тертя f характеризує опір переміщенню насипних вантажів відносно поверхонь твердих тіл, що спричиняється силою тертя. Розрізняють коефіцієнт тертя в стані спокою f та при відносному русі вантажу f_p . Їх співвідношення можна приймати $f_p \approx (0,7-0,9) \cdot f$.

Рухливість насипних вантажів визначається кутом природнього укосу в спокої φ , тобто кутом ухилу твірної конуса вільно насипаного вантажу до горизонтальної площини. За рухливістю насипні вантажі поділяються на легкорухливі (добресипкі), кут природнього укосу яких $\varphi \leq (20-30)^\circ$; середньої рухливості (середньої сипкості) $30 < \varphi \leq 40^\circ$; малорухливі (погано сипкі) $40 < \varphi \leq 45^\circ$. Для добре сипких вантажів кут природнього укосу дорівнює куту внутрішнього тертя, а

$$\operatorname{tg}\varphi = f_v,$$

де f_v – коефіцієнт внутрішнього тертя.

Якщо вантаж насипається при падінні з деякої висоти, кут природнього укосу буде кутом природнього укосу в русі φ_p , який менше ніж φ , так як потенціальна енергія вантажу, що падає перетворюється на кінетичну енергію додаткового руху вантажу. На підставі експериментальних даних вважають, що

$$\varphi_p = (0,45 \dots 0,5) \cdot \varphi.$$

Вологість насипного вантажу ω_v – відношення маси води, що міститься у вантажі до маси сухого вантажу. Визначається висушуванням проби масою m_1 до постійної маси m_2 після просушування

$$\omega_v = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_2.$$

Абразивність – властивість частинок насипного вантажу стирати (зношувати) робочі поверхні жолобів, стрічок та інших деталей, що з ними стикаються. Ступінь абразивності вантажу залежить від твердості, форми та розмірів частинок, що входять до його складу. За ступенем абразивності і шкідливим впливом на елементи транспортерів насипні вантажі можна поділити на чотири групи: А – неабразивні; В – малої абразивності; С – середньої абразивності; D – високої абразивності.

Липкістю називають властивість прилипати до стичних поверхонь. Її мають, в основному, вологі та мокрі вантажі – бетони, цементні розчини та інші. В цьому випадку необхідно забезпечити їх примусове вивантаження і очищення вантажонесучих елементів транспортеру.

Злежуванням, тобто здатністю втрачати рухливість частинок при тривалому зберіганні, володіють багато насипних вантажів – цемент, вапно, глина, солі, мінеральні добрива та інші. Злежування збільшується при дії тиску, вологості і трясінні.

Змерзання характерне для вологих вантажів або для вантажів, що зберігаються у вологому середовищі при негативних температурах. Транспортувати такі вантажі при низьких температурах слід утепленими трасами.

Вибухонебезпечність – властивість вибухових речовин (порох та інші), а також вантажів, пил яких здатен вибухати (крохмаль, борошно, деревинна тирса, зерно, вугілля та інші), і вантажів (селітри, бертолетова сіль та інші), що утворюють вибухові суміші з іншими матеріалами. При проектуванні ця властивість повинна бути обов'язково урахована спеціальними технічними умовами.

1.2. Штучні вантажі

Штучні вантажі умовно можна розділити на дві групи: тарно-запаковані і штучні без упаковки.

Вантажі першої групи переміщують в стандартній або уніфікованій тарі, параметри якої регламентуються певними нормативними документами.

Тара, в яку пакують вантажі, може бути жорсткою, напівжорсткою або м'якою. Для сипких та інших вантажів, які не піддаються деформації, використовують м'яку тару (мішки, сітки, тюки і таке інше з різних матеріалів). М'яка тара є найбільш дешевою і легкою. Напівжорсткою тарою вважають коробки, решітки, корзини і таке інше. Жорстка тара запобігає вантаж від тиску ззовні. До неї належать ящики, діжки, бідони та інші ємності, що здатні сприймати тиск на вантаж з усіх боків; відкриті ящики.

До вантажів другої групи можна віднести цеглу, зливки, продукцію в рулонах і таке інше.

Штучні вантажі характеризуються розмірами, формою і масою однієї одиниці, коефіцієнтом тертя о поверхню і особливими властивостями.

Штучні вантажі з масою до 15 кг називають легкими (Л); від 15 до 50 кг – середніми (С); від 50 до 200 кг – важкими (В); більше 200 кг – надважкими (НВ).

Коефіцієнти зовнішнього тертя деяких штучних вантажів наведені в табл. А.3.

2. КЛАСИФІКАЦІЯ ТРАНСПОРТЕРІВ

2.1. За галузю використання

Залежно від галузі використання розрізняють транспортери загального призначення та спеціальні.

Транспортери загального призначення використовують в багатьох галузях народного господарства (наприклад, стрічкові транспортери загального використання).

Спеціальні транспортери використовують в будь-якій одній галузі (наприклад, підземні скребкові транспортери в гірській промисловості).

2.2. За способом передачі рушійної сили

За способом передачі рушійної сили вантажу, що транспортується, розрізняють транспортери, що діють за допомогою механічного приводу; самопливні (гравітаційні) пристрої, в яких вантаж переміщується за рахунок власної сили тяжіння; пристрої пневматичного і гідравлічного транспорту, в яких рушійну силу створює потік повітря або струмінь води.

2.3. За характером прикладання рушійної сили

Транспортери бувають як з тяговим елементом (стрічкою, ланцюгом, канатом та іншим), так і без нього (гвинтові (шнекові), інерційні, роликові та інші).

2.4. За видом вантажів, що переміщуються

Розрізняють транспортери для переміщення насипних матеріалів (стрічкові, пластинчасті, ківшові, скребкові, гвинтові; ківшові елеватори, транспортуючі труби та інші) і штучних вантажів (стрічкові, пластинчасті, візкові, люлечні, підвісні, роликові транспортери; люлечні і поличні елеватори та інші).

2.5. За призначенням та розташуванням на виробничому майданчику

Транспортери можуть бути стаціонарними; зі змінним положенням (переставні, переносні, пересувні) в разі зміни розташування об'єктів транспортування та рухомі розподільні з власним змінно поворотним фіксованим рухом (човникові).

2.6. За напрямком і формою траси переміщення вантажів

Транспортери можуть бути вертикально замкненими, траса яких розташовується у вертикальній площині і складається з одного або декількох прямолінійних відрізків.

У горизонтально замкнених транспортерів траса розташована в одній горизонтальній площині на одному горизонтальному рівні.

Просторові транспортери переміщують вантажі складними просторовими трасами, які складаються з горизонтальних, нахилених та вертикальних ділянок.

2.7. За способом переміщення вантажів

Існують наступні способи переміщення вантажів:

1) на безперервному несучому елементі, що рухається, у вигляді суцільної стрічки або настилу (стрічкові, пластинчасті та інші);

2) в безперервно рухомих робочих елементах у вигляді ківшів, коробів, підвісів, візків і такого іншого (ківшові, підвісні, візкові, люлечні конвеєри, ескалатори, елеватори);

3) волочінням нерухомим жолобом або трубою скребками, що безперервно рухаються (скребкові);

4) волочінням (проштовхуванням) нерухомим жолобом гвинтовими лопатями, що обертаються (гвинтові (шнекові) конвеєри);

5) пересипанням і позовжнім переміщенням обертовою трубою – гладкою або з гвинтовими лопатями (обертові, транспортуючі труби);

6) ковзанням під дією сил інерції або переміщенням мікрокидками жолобом або трубою, що коливаються (хитні інерційні і вібраційні конвеєри);

7) на колесах або на візках шляхами, що укладені на підлозі приміщення поза конструкцією конвеєра (вантажопровідні конвеєри);

8) поступальний переніс на окремі фіксовані ділянки за довжиною (крокуючі конвеєри).

3 ВИБІР ТИПУ ТРАНСПОРТЕРА

Для вирішення визначеної технологічної задачі можна використовувати різні типи транспортерів. Тому, вибір типу транспортеру, який найбільш повно задовольняє вимоги і умови даного конкретного завдання – важливий етап проектування засобів транспорту на підприємстві, який потребує не тільки спеціальних знань конструктивних і експлуатаційних властивостей транспортерів, але й детального вивчення виробничого процесу на підприємстві та умов експлуатації.

Основними критеріями вибору типу транспортера є задовільнення комплексу заданих технічних вимог і техніко-економічна ефективність його використання. Найважливішими умовами вибору транспортера є забезпечення надійності його роботи в заданих умовах і виконання вимог охорони праці. Раціональним вважається транспортер, який задовольняє заданим технічним вимогам виробництва і техніки безпеки, є надійним в експлуатації, забезпечує високий ступінь механізації і найбільш сприятливі умови праці, є найбільш економічно ефективним.

На вибір транспортера впливають:

- 1) характеристика вантажу, що транспортується;
- 2) необхідна продуктивність;
- 3) довжина і конфігурація траси;
- 4) способи завантаження і розвантаження вантажів;
- 5) суміщення транспортних і технологічних операцій в заданих умовах;
- 6) виробничі і кліматичні умови оточуючого середовища.

Задовольняти встановлені вимоги можуть декілька типів транспортерів або їх систем, але остаточне рішення приймається після проведення техніко-економічного аналізу обраних варіантів.

Залежно від галузі використання, виду вантажу, що переміщується, і транспортно-технологічних функцій можна використовувати наступні основні типи транспортерів:

- 1) *стрічкові транспортери* використовують у машино- та приладобуду-

ванні, металургійній, хімічній та інших галузях промисловості, будівництві, сільському господарстві; на відкритих гірничих розробках, в шахтах, на збагачувальних підприємствах для транспортування природних копалин; для транспортування масових вантажів (вугілля, руди) на відстані в десятки кілометрів; для транспортування сировини на металургійних комбінатах і палива на теплових електричних станціях та для вирішення інших задач, пов'язаних з транспортуванням різноманітних насипних і штучних вантажів;

2) *пластинчасті транспортери* використовують у різних галузях промисловості для транспортування насипних і штучних вантажів, у тому числі гострокінцевих, після процесів термічної обробки, охолодження, промивки, сушіння, сортування; в поточних лініях складання;

3) *скребкові транспортери* використовують у різних галузях промисловості для транспортування сипких вантажів;

4) *візкові транспортери* використовують у машино-, приладобудуванні, виробництві будівельних матеріалів в технологічних лініях тривалих процесів сушіння, охолодження, складання, розливу та інших;

5) *підвісні транспортери* використовують у машино- та приладобудуванні, хімічній, легкій, харчовій галузях промисловості з масовим та крупносерійним виробництвом для транспортування легких, середніх та важких вантажів, що потребують переміщення просторовими трасами; у автоматизованих складах і технологічних лініях завантажувально-розвантажувальних робіт;

6) *ківшові транспортери* використовують для транспортування добре сипких вантажів в хімічній, енергетичній промисловостях, у виробництві будівельних матеріалів;

7) *елеватори* використовують в різних галузях промисловості для вертикального або круто нахилоного транспортування насипних або штучних вантажів; для організації завантажувально-розвантажувальних, фасувальних та складських операцій;

8) *гвинтові (шнекові) транспортери* використовують в хімічній, харчовій та інших промисловостях для транспортування добре сипких сухих пиловидних,

дрібнозернистих і дрібношматкових вантажів;

9) *роликові транспортери* використовують у машино- та приладобудуванні, металургійній, деревопереробній, харчовій та інших галузях промисловості для переважно горизонтального переміщення штучних вантажів, що мають стійку опорну поверхню (металопрокат, зливки, труби, колоди, дошки, піддони, ящики, контейнери і таке інше).

4. СТРІЧКОВІ ТРАНСПОРТЕРИ

4.1. Загальна характеристика стрічкових транспортерів

Стрічкові транспортери призначені для переміщення в горизонтальному та пологонахиленому напрямках різноманітних сипких і штучних вантажів на малі, середні і великі відстані в усіх галузях сучасного промислового, сільськогосподарського виробництва, при видобуванні корисних копалин, в металургії, на складах, в портах, а також в якості елементів завантажувальних і перевантажувальних пристроїв і машин, що виконують технологічні функції.

Схеми трас стрічкових транспортерів наведені на рис. 4.1.

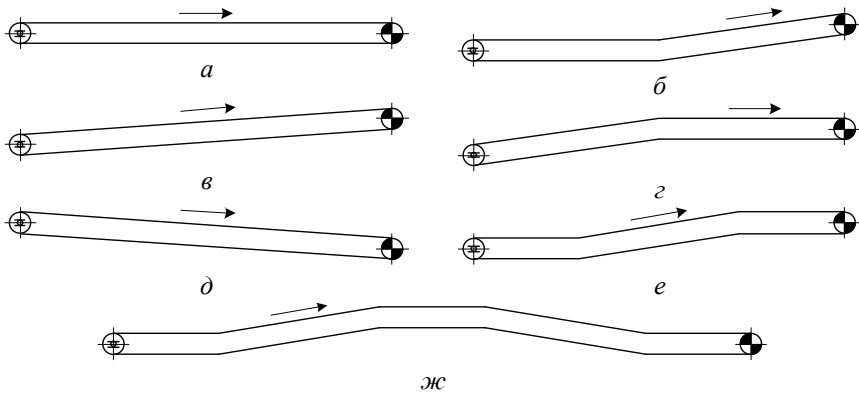


Рис. 4.1. Схеми трас стрічкових транспортерів: *a* – горизонтальна; *б* – горизонтально-нахилена; *в* – нахилена з ухилом догори; *г* – нахилено-горизонтальна; *д* – нахилена з ухилом униз; *е* – горизонтально-нахилено-горизонтальна; *ж* – складна з різноіменними пергінами

Переваги стрічкових транспортерів:

- 1) велика продуктивність, яка при швидкості руху стрічки 6–8 м/с і ширині стрічки 2400–3000 мм може складати 20000–30000 т/год;
- 2) велика довжина транспортування, яка для горизонтальних транспортерів може складати 3–5 км;
- 3) можливість переміщення вантажів різних типів;
- 4) висока надійність роботи.

Недоліки стрічкових транспортерів:

- 1) висока вартість стрічки і роликів, 50 і 30 % відповідно;
- 2) складність використання при низьких температурах; при транспортуванні пиловидних, гарячих і важких штучних вантажів, а також при куті нахилу траси, що перевищує 20 градусів.

На рис. 4.2 наведена схема стрічкового транспортера загального призначення.

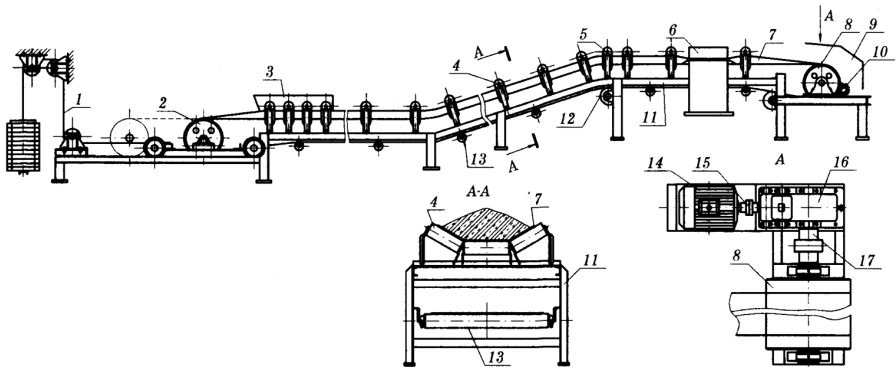


Рис. 4.2. Схема стрічкового транспортера: 1 – натяжний пристрій; 2, 8, 12 – натяжний, привідний, відхильний барабани; 3 – завантажувальний пристрій; 4, 13 – роликіві опори; 5 – роликівіа батарея; 6 – лемеховий скидач; 7 – стрічка; 9 – розвантажувальна коробка; 10 – щітка; 11 – металоконструкція; 14 – електродвигун; 15, 17 – муфти; 16 – редуктор

Несучим і тяговим елементом стрічкового транспортера є нескінченна гнучка стрічка 7, яка спирається верхньою (робочою) і нижньою (холостою) гілками на роликіві опори 4, 13 та огинає на кінцях транспортеру привідний 8 і натяжний 2 барабани. Необхідний натяг стрічки створюється натяжним барабаном за допомогою натяжного пристрою 1, який може бути вантажного або гвинтового типу. Сипкий вантаж подається на стрічку через завантажувальну воронку 3, яка зазвичай встановлюється на початку транспортера у кінцевого барабану 2.

Розвантажування стрічки може бути кінцевим або проміжним, для чого використовують пересувний розвантажувальний візок або стаціонарний лемеховий скидач 6.

Напрям потоку вантажу, що скидається зі стрічки, забезпечує розвантажувальна коробка 9, яка має одну або дві воронки.

Для очищення робочої сторони стрічки від залишків сипкого вантажу встановлюють обертову щітку 10, виконану з капрону або гуми.

Для центрування ходу обох гілок стрічки і виключення їх надмірного поперечного зміщення використовують різні центрувальні роликові опори.

Привід стрічкового транспортера складається з барабану 8, електродвигуна 14, редуктора 16 і з'єднувальних муфт 15, 17. На поворотних ділянках гілок траси встановлюють роликові батареї 5, які створюють плавний перегин стрічки, або відхильні барабани 12.

Всі елементи транспортера монтують на металоконструкції 11, яка кріпиться до фундаменту або до опорних частин будівлі.

Характеристики стрічкових транспортерів наведені в табл. Б.1.

Номінальна продуктивність горизонтальних стрічкових транспортерів при швидкості руху 1 м/с залежно від ширини стрічки повинна бути не менше вказаної в табл. Б.2.

4.2. Порядок розрахунку стрічкового транспортера

4.2.1. Загальні відомості

Вихідними даними для розрахунку стрічкового транспортера є: характеристика вантажу, що транспортується, необхідна продуктивність транспортера (об'ємна або масова), режим і умови роботи, схема траси з необхідними розмірами (довжина ділянок, кут нахилу кожної ділянки до лінії горизонту).

4.2.2. Вибір типу і матеріалу стрічки

Для транспортування сипких, шматкових і штучних вантажів частіше використовують стрічки з тканинним тяговим каркасом і зовнішніми гумовими обкладками з плоскими поверхнями. Характеристики стрічок загального призначення і матеріалів, що використовуються для їх виготовлення, наведені в табл. Б.3.

Вибір типу стрічки проводиться залежно від виду і характеристик вантажу, що транспортується (див. табл. А.1).

4.2.3. Визначення ширини стрічки

Ширина стрічки визначається з урахуванням продуктивності транспортера, виду вантажу і умов роботи.

При транспортуванні штучних вантажів ширина стрічки дорівнює

$$B = L + 2 \cdot (75 \dots 100), \quad (4.1)$$

де B – ширина стрічки, мм;

L – найбільший габаритний розмір вантажу, мм.

При транспортуванні насипних вантажів ширина стрічки B визначається профілем поперечного перерізу робочої гілки стрічки, покладеної на роликкоопори. На стрічці, розташованій на прямих роликах (рис. 4.3), поперечний переріз вантажу являє собою рівнобедрений трикутник з основою b і висотою h , яку визначають залежно від кута природнього укосу вантажу φ_p при його русі

$$h = \frac{1}{2} \cdot b \cdot \operatorname{tg} \varphi_p. \quad (4.2)$$

При розташуванні стрічки на опорах у вигляді жолобу, поверхня поперечного перерізу вантажу складається з суми площ рівнобедреного трикутника і трапеції, сторони якої визначаються шириною стрічки B , довжиною роликів і кутом їх нахилу α_p (рис. 4.4).

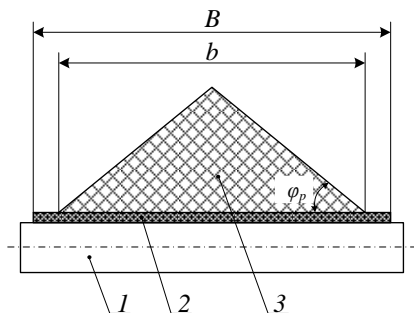


Рис. 4.3. Розташування вантажу на стрічці з прямими роликкоопорами:
1 – ролик опорний; 2 – стрічка; 3 – насипний вантаж

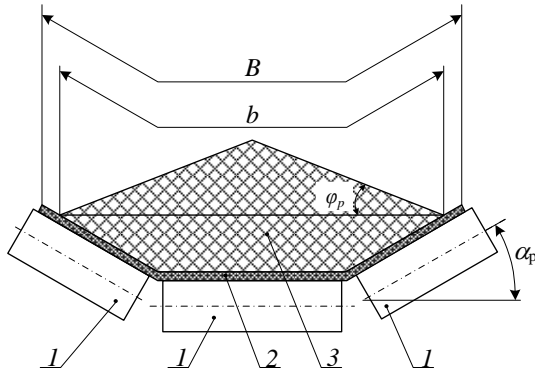


Рис. 4.4. Профіль поперечного перерізу вантажу на стрічці з жолобчастими роликкооперами: 1 – ролик опорний; 2 – стрічка; 3 – насипний вантаж

Ширина поперечного перерізу b насипного вантажу на стрічці приймається менше її ширини B , щоб виключити зсипання вантажу

$$b = 0,9 \cdot B - 0,05, \quad (4.3)$$

де b – ширина поперечного перерізу насипного вантажу на стрічці, м;
 B – ширина стрічки, м.

З використанням формули для визначення продуктивності транспортера

$$Q = 3600 \cdot S_b \cdot V \cdot \rho \cdot K_\beta, \quad (4.4)$$

де Q – номінальна продуктивність транспортеру, т/год;
 S_b – площа поперечного перерізу вантажу на стрічці, м²;
 V – швидкість руху стрічки, м/с;
 ρ – насипна щільність вантажу, т/м³;
 K_β – коефіцієнт, що ураховує кут нахилу транспортера.

Якщо позначити $\frac{3600 \cdot S_b}{b^2}$, як K_Π – коефіцієнт, що пов’язує площу поперечного перерізу вантажу на стрічці з його шириною b , формою стрічки і властивостями вантажу, одержимо вираз для розрахунку необхідної ширини стрічки

$$B = 1,1 \cdot \left(\sqrt{\frac{Q_p}{V \cdot \rho \cdot K_\Pi \cdot K_\beta}} + 0,05 \right), \quad (4.5)$$

де B – ширина стрічки, м;

Q_p – розрахункова продуктивність транспортера, т/год;

V – швидкість руху стрічки, м/с;

ρ – насипна щільність вантажу, т/м³;

K_{Π} – коефіцієнт, що пов’язує площу поперечного перерізу вантажу на стрічці S_B з його шириною b , формою стрічки і властивостями вантажу,

$$K_{\Pi} = \frac{3600 \cdot S_B}{b^2};$$

K_{β} – коефіцієнт, що ураховує кут нахилу транспортера.

Розрахункова продуктивність конвеєра визначається за формулою

$$Q_p = \frac{Q \cdot K_{\Pi}}{K_B \cdot K_{\Gamma}}, \quad (4.6)$$

де Q_p – розрахункова продуктивність конвеєра, т/год;

Q – номінальна продуктивність, т/год;

K_{Π} – коефіцієнт нерівномірності завантаження, дорівнює від 1,25 до 2,0;

K_B – коефіцієнт використання в часі, дорівнює від 0,8 до 0,95;

K_{Γ} – коефіцієнт готовності, дорівнює 0,96.

Швидкість руху стрічки V приймається залежно від властивостей вантажу за табл. Б.4; коефіцієнти K_{β} і K_{Π} приймаються за табл. Б.5 та Б.6 відповідно.

Одержане розрахункове значення ширини стрічки округлюють до стандартного значення з ряду, наведеного в табл. Б.1.

4.2.4. Попереднє визначення товщини стрічки

Після вибору типу і матеріалу стрічки (п. 4.2.2) можна розрахувати товщину стрічки (див. рис. 4.5) за формулою

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3, \quad (4.7)$$

де δ_1 , δ_2 – товщина гумових обкладок робочої і неробочої поверхонь стрічки відповідно, мм (табл. Б.3);

δ_3 – товщина гумотканинного каркасу, мм (табл. Б.7)

$$\delta_3 = t \cdot i,$$

де t – товщина однієї тканинної прокладки стрічки, мм;

i – кількість тканинних прокладок стрічки.

Характеристики стрічок різних типів наведені в табл. Б.8-Б.11.

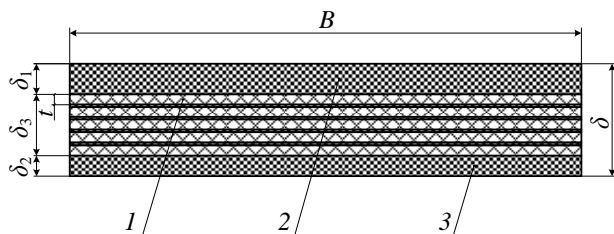


Рис. 4.5. Складові товщини конвеєрної стрічки: 1 – прокладка; 2 – гумова обкладка робочої поверхні; 3 – гумова обкладка неробочої поверхні

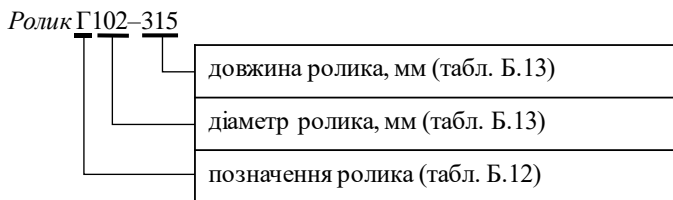
4.2.5. Вибір опорних пристроїв

В якості опор стрічки за довжиною транспортера використовують ролики, настил або їх сполучення. При транспортуванні штучних вантажів в основному використовують прямі роликоопори, рідше – настил або комбіновані роликоопори. Для транспортування насипних вантажів на робочій гілці, як правило, використовують жолобчасті роликоопори, три- або п'ятироликові залежно від ширини стрічки (для вузьких стрічок шириною $B = 300\text{--}400$ мм – двороликові опори). Прямі роликоопори використовують на холостій гілці, на робочій гілці при розвантаженні лемеховими скидачами, а також при малій продуктивності транспортера (до 25 м³/год). Центрувальні роликоопори встановлюють на довгих транспортерах ($L > 40\text{--}50$ м). Вони необхідні для автоматичного вирівнювання ходу стрічки при випадкових відхиленнях її від центрального положення відносно роликів.

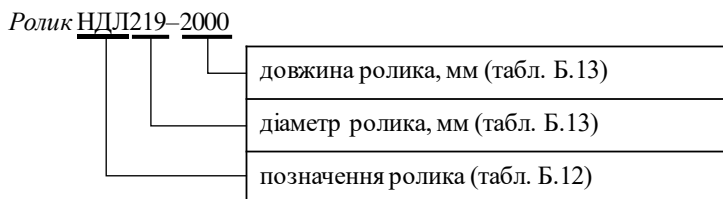
Основні типи роликів наведені на рис. Б.1; позначення і виконання – в табл. Б.12 розміри – в табл. Б.13.

Приклад умовного позначення:

1) верхній гладкий ролик з наскрізною лискою діаметром $D = 102$ мм, довжиною $L = 315$ мм:



2) нижній дисковий ролик з глухою лискою діаметром $D = 219$ мм, довжиною $L = 2000$ мм:



Основні типи роликкоопор наведені на рис. Б.2, а їх призначення в табл. Б.14.

Для амортизації ударів вантажу при падінні на стрічку транспортера під завантажувальними пристроями встановлюють спеціальні амортизаційні роликкоопори.

Відстані між роликкооперами l_p вибирають залежно від виду вантажу (рис. 4.6).

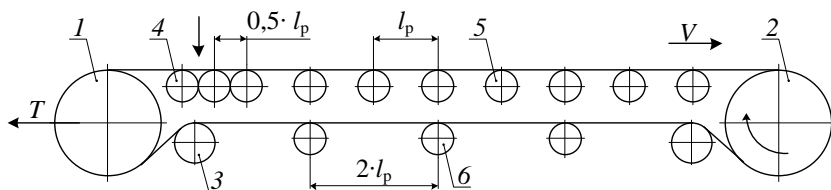


Рис. 4.6. Схема траси горизонтального стрічкового транспортера: 1, 2, 3 – натяжний, привідний, відхиляючий барабани, відповідно; 4 – роликка батарея в місці завантаження транспортера; 5, 6 – роликкоопори робочої та холостої гілки, відповідно

Відстань між роликкооперами в зоні завантаження стрічки приймають $l_3 = 0,5 \cdot l_p$. На холостій гілці відстань між роликкооперами зазвичай дорівнює $l_x = 2 \cdot l_p$, рекомендовано приймати $l_x = 2,5-3,0$ м.

Відстань між центрувальними роликоопорами рекомендовано приймати 20–25 м, а від привідного барабану до першої центрувальної роликоопори – 3–4 м.

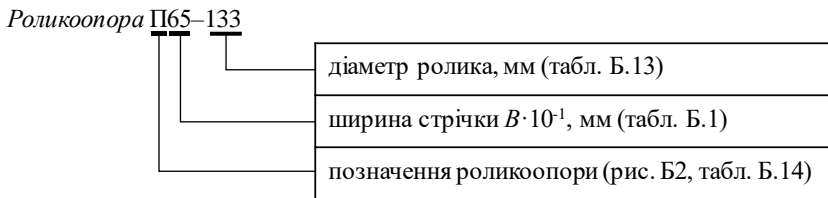
При переміщенні штучних вантажів відстань між роликоопорами повинна складати:

- 1) для легких вантажів ($m < 10$ кг): $l_p = 1$ м;
- 2) для вантажів середньої маси ($m = 10\text{--}25$ кг): $l_p = 1,2\text{--}1,4$ м;
- 3) для вантажів масою $m = 25\text{--}80$ кг відстань між роликоопорами вибирають так, щоб вантаж був розташований не менш ніж на двох опорах.

При транспортуванні насипного вантажу відстань між роликоопорами приймають за табл. Б.15.

Визначення розмірів роликоопор (рис. Б.2) проводять відповідно до рекомендацій з вибору діаметра роликів, наведених в табл. Б.16, а основні розміри роликоопор наведені в табл. Б.17.

Приклад умовного позначення верхньої прямої роликової опори для стрічкового транспортера зі стрічкою шириною $B = 650$ мм з роликом Г діаметром $D = 133$ мм:



4.2.6. *Визначення питомої ваги елементів транспортера, що рухаються*

Розподілене навантаження від вантажу, що транспортується, яке приходить на один погонний метр довжини траси транспортера, розраховується за формулами:

- 1) для насипних вантажів

$$q_B = \frac{Q \cdot g}{3,6 \cdot V}; \quad (4.8)$$

2) для штучних вантажів

$$q_B = \frac{m \cdot g}{a_B}, \quad (4.9)$$

де q_B – розподілене навантаження від вантажу, Н/м;

g – прискорення вільного падіння, дорівнює 9,81 м/с²;

m – маса одиниці вантажу, кг;

V – швидкість руху стрічки, м/с;

a_B – відстань між сусідніми вантажами, м.

Відстань між сусідніми вантажами a_B рекомендовано приймати більшою ніж габаритні розміри штучного вантажу.

Розподілене навантаження від стрічки

$$q_c = 0,011 \cdot B \cdot \delta, \quad (4.10)$$

де q_c – розподілене навантаження від стрічки, Н/м;

B – ширина стрічки, мм;

δ – товщина стрічки, мм.

Розподілене навантаження від роликкоопор, що обертаються, на робочій та холостій гілках транспортера

$$q_{pp} = \frac{m_{pp} \cdot g}{l_p}; \quad q_{px} = \frac{m_{px} \cdot g}{l_x}, \quad (4.11)$$

де q_{pp} , q_{px} – розподілене навантаження від роликкоопор, що обертаються, на робочій та холостій гілках транспортера відповідно, Н/м;

m_{pp} , m_{px} – маса роликкоопори робочої та холостої гілки, відповідно, кг;

g – прискорення вільного падіння, дорівнює 9,81 м/с²;

l_p , l_x – відстань між роликкооперами на робочій та холостій гілці конвеєра, відповідно, м.

4.2.7. Тяговий розрахунок транспортера

Тяговий розрахунок транспортера виконують шляхом послідовного сумування сил опору руху стрічки за всією трасою конвеєра. Контур траси поділяють на окремі ділянки за видом опорів: прямолінійні (горизонтальні, нахилені), повороти – відхилення стрічки на роликах або барабанах, вузли завантаження або

«мінус» – руху вниз, для холостої гілки $q_b = 0$.

Визначення сил опору руху стрічки на криволінійних ділянках (на барабанах і батареях роликоопор) проводиться за емпіричними формулами.

Опір руху стрічки натяжним барабаном – ділянка 4-5 (рис. 4.7)

$$W_{\text{нб}} = S_{\text{нб}} \cdot K_{\text{нб}}, \quad (4.14)$$

де $W_{\text{нб}}$ – опір руху стрічки натяжним барабаном, Н;

$S_{\text{нб}}$ – натяг стрічки в точці набігання на натяжний барабан (S_4 , див рис. 4.7),

Н;

$K_{\text{нб}}$ – коефіцієнт, що залежить від кута обхвату барабану α (див. рис. 4.7), дорівнює 0,05–0,06 при куті обхвату $\alpha > 180^\circ$; 0,03–0,04 при куті обхвату $\alpha = 180^\circ$; 0,02–0,03 при куті обхвату $\alpha < 180^\circ$.

Опір руху стрічки привідним барабаном, ділянка 8-1 (див. рис. 4.7)

$$W_{\text{пб}} = (0,5 \dots 0,6) \cdot (S_{\text{нб}} + S_{\text{зб}}), \quad (4.15)$$

де $W_{\text{пб}}$ – опір руху стрічки привідним барабаном, Н;

$S_{\text{нб}}, S_{\text{зб}}$ – натяг стрічки в точках набігання на привідний барабан і збігу з нього, відповідно, S_8 і S_1 на рис. 4.7, Н;

Опір руху стрічки при огинанні батареї роликоопор, розташованих опуклістю доверху (ділянки 2-3 і 6-7, див. рис. 4.7)

$$W_{\text{бат}} = (e^{\mu\alpha} - 1) \cdot S_{\text{нб}}, \quad (4.16)$$

де $W_{\text{бат}}$ – опір руху стрічки при огинанні батареї роликоопор, Н;

$e^{\mu\alpha}$ – коефіцієнт опору, визначається за табл. Б.19;

$S_{\text{нб}}$ – натяг в точці набігання стрічки на роликову батарею: на ділянці 2-3 дорівнює S_2 , на ділянці 6-7 дорівнює S_6 (див. рис. 4.7), Н.

Якщо стрічка огинає роликоопори, що розташовані за кривою опуклістю вниз, то опір дорівнює 0.

Опір руху стрічки від лемехового скидача

$$W_{\text{лс}} = K_{\text{лс}} \cdot q_b \cdot B, \quad (4.17)$$

де $W_{\text{лс}}$ – опір руху стрічки від лемехового скидача, Н;

$K_{\text{лс}}$ – коефіцієнт, одержаний дослідним шляхом, дорівнює 2,7–3,6;

q_b – розподілене навантаження від вантажу, Н/м;

B – ширина стрічки, м.

4.2.8. Визначення натягу стрічки в характерних точках траси транспортера

У барабанному приводі натяг гілки стрічки, що збігає з привідного барабану $S_{зб}$, залежить від необхідного тягового зусилля, яке дорівнює сумі всіх опорів руху стрічки трасою конвеєра і тягового фактору приводу, що визначається кутом обхвату і коефіцієнтом тертя стрічки об поверхню барабану. Опори руху стрічки на відхиляючих та поворотних барабанах і роликівих батареях залежать від натягу стрічки в місцях їх встановлення. Отже, в процесі виконання тягового розрахунку взаємозв'язані натяги збіжної $S_{зб}$ і набігаючої $S_{нб}$ на привідний барабан гілок стрічки є невідомими величинами, які можна визначити шляхом вирішення двох рівнянь.

Перше рівняння, яке визначає необхідний натяг стрічки, одержуємо в результаті тягового розрахунку транспортера

$$S_{нб} = \sum \xi_i \cdot S_i + \sum \lambda_i \cdot S_i + \sum W_i = K_M \cdot S_{зб} + \sum W_i, \quad (4.18)$$

де $S_{нб}$ – зусилля натягу стрічки при набіганні на натяжний барабан, Н;

ξ_i та λ_i – коефіцієнти опорів руху стрічки на барабанах та роликкоопорах;

S_i – натяг стрічки на окремій ділянці траси, Н;

W_i – опори руху стрічки на прямолінійних, горизонтальних і похилих ділянках, що не залежать від натягу стрічки, Н;

K_M – загальний коефіцієнт місцевих опорів

$$K_M = \xi_i \cdot \lambda_i = 1,08 \dots 1,10;$$

$S_{зб}$ – зусилля натягу стрічки при збіганні з натяжного барабану, Н.

Друге рівняння одержуємо з теорії фрикційного барабанного приводу

$$S_{нб} \leq S_{зб} \cdot e^{\mu\alpha}, \quad (4.19)$$

де μ – коефіцієнт тертя стрічки по поверхні барабану;

α – кут обхвату стрічкою барабану, град.

З рівнянь (4.18) та (4.19) можна визначити натяг збігу стрічки $S_{зб}$ з урахуванням коефіцієнту запасу K_s

$$S_{зб} = \frac{K_3 \cdot \sum W_i}{e^{\mu \cdot \alpha} - K_M \cdot K_3}, \quad (4.20)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, дорівнює 1,1–1,2.

Чисельне значення величини $e^{\mu \cdot \alpha}$ визначають за табл. Б.19 залежно від конструктивних особливостей і умов експлуатації транспортера з урахуванням кута обхвату барабану.

Після розрахунку $S_{зб}$ (точка 1, рис. 4.7) розраховують натяги стрічки S_i в характерних точках траси транспортера з використанням формул, що наведені в табл. Б.20.

Виконаний тяговий розрахунок необхідно перевірити за мінімальним натягом стрічки на трасі транспортера. Стрічка на всьому контурі траси повинна бути натягнута, і мінімальний натяг не повинен бути менше визначеного значення.

Мінімальний натяг стрічки S_{\min} зумовлений допустимим провисанням її між роликкооперами h . Для верхньої робочої гілки транспортера при транспортуванні насипного вантажу $S_{p,\min}$ визначається:

$$S_{p,\min} \geq K_c \cdot (q_b + q_c) \cdot l_p \cdot \cos \beta, \quad (4.21)$$

де $S_{p,\min}$ – мінімальний натяг стрічки на робочій гілці транспортера, Н;

K_c – коефіцієнт, дорівнює 5 для транспортерів довжиною до 100 м з простою конфігурацією або 8–10 для транспортерів довжиною більше 100 м та зі складною конфігурацією;

q_b, q_c – питома вага вантажу і стрічки, відповідно, Н/м;

l_p – відстань між роликкооперами робочої гілки транспортера, м;

β – кут нахилу траси транспортера, град.

Для нижньої (холостої) гілки

$$S_{x,\min} \geq 8 \cdot q_c \cdot l_x \cdot \cos \beta, \quad (4.22)$$

де $S_{x,\min}$ – мінімальний натяг стрічки на холостій гілці транспортера, Н;

q_c – питома вага стрічки, Н/м;

l_x – відстань між роликкооперами холостої гілки транспортера, м;

β – кут нахилу траси транспортера, град.

Якщо одержані в тяговому розрахунку значення мінімальних натягів менше значень, розрахованих за залежностями (4.21) та (4.22), то необхідно в точках мінімальних натягів на трасі транспортера за натяг стрічки прийняти значення $S_{p.min}$ та значення $S_{x.min}$ збільшені на 5–8 % і виконати перерахунок натягу стрічки за всім контуром траси.

Після визначення величини найменшого натягу на робочій гілці $S_{p.min}$ та холостій гілці $S_{x.min}$ слід знайти найбільшу стрілу провисання стрічки h і порівняти її з допустимою величиною провисання

$$[h] = (0,025 \dots 0,030) \cdot l, \quad (4.23)$$

де $[h]$ – допустима величина провисання стрічки, м;

l – відстань між роликкоопорами на робочій l_p і холостій l_x гілках транспортера, м.

Визначення найбільшого провисання стрічки h на робочій гілці проводять за формулою

$$h = \frac{(q_B + q_C) \cdot l_p^2}{8 \cdot S_{p.min}} \leq [h], \quad (4.24)$$

де h – найбільше провисання стрічки на робочій гілці, м;

q_B, q_C – питома вага вантажу і стрічки, відповідно, Н/м;

l_p – відстань між роликкоопорами на робочій гілці транспортера, м;

$S_{p.min}$ – мінімальний натяг стрічки на робочій гілці транспортера, Н;

$[h]$ – допустима величина провисання стрічки, м,

а найбільшого провисання стрічки h на холостій гілці за наступною формулою

$$h = \frac{q_C \cdot l_x^2}{8 \cdot S_{x.min}} \leq [h], \quad (4.25)$$

де h – найбільше провисання стрічки на холостій гілці, м;

q_C – питома вага стрічки, Н/м;

l_x – відстань між роликкоопорами на холостій гілці транспортера, м;

$S_{x.min}$ – мінімальний натяг стрічки на холостій гілці транспортера, Н;

$[h]$ – допустима величина провисання стрічки, м.

При невиконанні умов нерівностей (4.24), (4.25) необхідно збільшити значення $S_{p.min}$ та $S_{x.min}$, як вказано вище та зробити перерахунок.

Якщо умова нерівностей (4.24), (4.25) виконуються, тобто $h \leq [h]$, то остаточно знаходимо натяг в усіх точках траси.

Визначення тягового зусилля на привідному барабані виконують за формулою

$$F = S_{\text{нб}} - S_{\text{зб}} = S_8 - S_1 = \sum W_i, \quad (4.26)$$

де F – тягове зусилля на привідному барабані, Н;

$S_{\text{нб}}$ – зусилля натягу стрічки при набіганні на натяжний барабан, дорівнює зусиллю в точці 8, S_8 (рис. 4.7), Н;

$S_{\text{зб}}$ – зусилля натягу стрічки при збіганні з натяжного барабану, дорівнює зусиллю в точці 1, S_1 (рис. 4.7), Н;

W_i – опір руху стрічки на прямолінійних, горизонтальних та нахилених ділянках траси (табл. Б.20), Н.

4.2.9. Остаточний вибір стрічки

Правильність вибору стрічки перевіряють за нерівністю

$$S_{\text{max}} \leq S_{\text{гр}} \cdot B \cdot i, \quad (4.27)$$

де S_{max} – найбільший розрахунковий натяг стрічки для траси транспортера, Н;

$S_{\text{гр}}$ – гранично допустиме (розрахункове) навантаження тягової прокладки (див. табл. Б.21) залежно від номінальної міцності матеріалу прокладки, Н/мм;

B – ширина стрічки, мм;

i – кількість тягових прокладок, яка попередньо обирається за табл. Б.9.

4.2.10. Вибір розмірів барабанів

Діаметр привідного барабану визначають з урахуванням кількості і матеріалу тягових прокладок стрічки

$$D_6 \geq K_6 \cdot i, \quad (4.28)$$

де D_6 – діаметр привідного барабану, мм;

K_6 – коефіцієнт, що залежить від типу тканини прокладок стрічки, дорівнює від 140 до 160 для прокладок з комбінованих тканин; від 160 до 200 для прокладок з синтетичних тканин;

i – кількість тягових прокладок (див. табл. Б.9).

Діаметри натяжних і відхильних барабанів за необхідності можна прийняти декілька меншими ніж діаметр привідного барабану

$$D_{\text{нат}} = (0,8...1) \cdot D_{\text{б}}, \quad (4.29)$$

$$D_{\text{відх}} = 0,65 \cdot D_{\text{б}}, \quad (4.30)$$

де $D_{\text{нат}}$ – діаметр натяжного барабану, мм;

$D_{\text{відх}}$ – діаметр відхильного барабану, мм.

Далі одержані дані округлюють до найближчих значень зі стандартного ряду (табл. Б.1).

При цьому для стрічок шириною $B = 650\text{--}1000$ мм рекомендовано використовувати барабани діаметром $D_{\text{б}} = 200\text{--}1000$ мм.

Довжину барабану приймають залежно від ширини стрічки:

$$L_{\text{б}} = B + 100 \quad (\text{при } B = 300\text{--}650 \text{ мм}), \quad (4.31)$$

$$L_{\text{б}} = B + 150 \quad (\text{при } B = 800\text{--}1000 \text{ мм}), \quad (4.32)$$

де $L_{\text{б}}$ – довжина барабану, мм;

B – ширина стрічки, мм.

Перевірка питомого тиску стрічки на барабан проводиться з умови

$$p = \frac{360 \cdot F}{\pi \cdot \alpha \cdot B \cdot D_{\text{б}}} \leq [p], \quad (4.33)$$

де p – питомий тиск стрічки на барабан, МПа;

F – зусилля на привідному барабані, наприклад $F = S_1 + S_8$ (для схем траси 1, 2, 4, 5 рис. Б.20); $F = S_1 + S_4$ (для схеми траси 3 рис. Б.20);

α – кут обхвату барабану (див. рис. 4.7), град;

B – ширина стрічки, мм;

$D_{\text{б}}$ – діаметр барабану, мм;

$[p]$ – допустима величина тиску стрічки на поверхню барабану, дорівнює 0,010–0,016 МПа.

Якщо умова (4.33) не виконується, то необхідно збільшити діаметр барабану.

4.2.11. Вибір натяжного пристрою

В стрічкових транспортерах з гумотканинною стрічкою зазвичай використовують вантажні натяжні пристрої, а лише для коротких ($L < 50$ м) горизонтальних транспортерів використовують гвинтові натяжні пристрої.

Зусилля натягу, яке необхідне для переміщення натяжного барабану, визначається за формулою

$$S_{\text{нат}} = (S_{\text{нб}} + S_{\text{зб}} + W_{\text{нат}}) \cdot k_2, \quad (4.34)$$

де $S_{\text{нат}}$ – зусилля натягу, яке необхідне для переміщення натяжного барабану, Н;

$S_{\text{нб}}$, $S_{\text{зб}}$ – зусилля натягу стрічки при набіганні на натяжний барабан та збіганні з нього, відповідно, $S_{\text{нб}} = S_4$; $S_{\text{зб}} = S_5$ (для схем траси 1, 2, 4, 5 табл. Б.20); $S_{\text{нб}} = S_2$; $S_{\text{зб}} = S_3$ (для схеми траси 3 табл. Б.20); визначають з тягового розрахунку, Н;

$W_{\text{нат}}$ – втрати на пересування натяжного барабану, дорівнює 150–200 Н;

k_2 – коефіцієнт, що ураховує втрати в блоках для канатів вантажного натяжного пристрою, дорівнює 1,1.

Хід натяжного пристрою розраховують наступним чином

$$l_{\text{нат}} = k_{\text{н}} \cdot \varepsilon \cdot L, \quad (4.35)$$

де $l_{\text{нат}}$ – хід натяжного пристрою, м;

$k_{\text{н}}$ – коефіцієнт, що ураховує кут нахилу транспортера β , дорівнює 0,85 при $\beta \leq 10^\circ$; 0,65 при $\beta > 10^\circ$;

ε – нормований показник подовження стрічки на тканинній основі для матеріалів тканини каркасу (див. табл. Б.11), $\varepsilon \leq 0,035$;

L – довжина горизонтальної проекції траси транспортера, м.

При розробці конструкції натяжних пристроїв необхідно використовувати рекомендації довідкової та нормативно-технічної документації.

4.2.12. Вибір привідного пристрою

Для приводу транспортера невеликої та середньої потужності зазвичай використовують асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором. Визначення необхідної статичної потужності приводу здійснюють за формулою

$$N_{\text{ед}} = \frac{K_3 \cdot \sum W_i \cdot V}{1000 \cdot \eta_M}, \quad (4.36)$$

де $N_{\text{ед}}$ – необхідна статична потужність приводу, кВт;

K_3 – коефіцієнт запасу зчеплення стрічки з барабаном, дорівнює 1,1–1,2;

$\sum W_i$ – тягове зусилля, що дорівнює загальному опору руху стрічки, визначають тяговим розрахунком транспортера, Н;

V – швидкість руху стрічки транспортера, м/с;

η_M – коефіцієнт корисної дії привідного механізму транспортера, дорівнює 0,8–0,95.

Після цього з довідкової літератури вибирають найближчий за потужністю асинхронний двигун з короткозамкненим або фазним ротором (Додаток Г), при цьому допускається його перевантаження до 10 %.

З довідника вибирають наступні дані електродвигуна:

1) номінальну потужність, $N_{\text{ном}}$;

2) частоту обертання валу під навантаженням, $n_{\text{ед}}$.

Частоту обертання привідного барабану визначають за формулою

$$n_6 = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot V}{\pi \cdot D_6}, \quad (4.37)$$

де n_6 – частота обертання привідного барабану, хв⁻¹;

V – швидкість руху стрічки транспортера, м/с;

D_6 – діаметр привідного барабану, мм.

Далі визначають загальне передаточне число привідної станції

$$U_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{ед}}}{n_6}, \quad (4.38)$$

де $U_{\text{пр}}$ – загальне передаточне число привідної станції;

$n_{\text{ед}}$ – частота обертання електродвигуна, хв⁻¹;

n_6 – частота обертання привідного барабану, хв⁻¹.

Для привідних станцій стрічкових транспортерів широко використовують одноредукторні приводи зі стандартними редукторами типу Ц2, Ц2У або конічно-циліндричними редукторами типу КЦ (одержуємо більш компактну компоновку

привідної станції) (Додаток Г). При потужності до 30 кВт привід може бути вбудованим до барабану (мотор-барабан).

Після остаточного вибору передаточного числа редуктора підраховують дійсну швидкість переміщення вантажу. Відхилення дійсної швидкості стрічки від рекомендованої (табл. Б.1) дозволяється в межах до 10 %.

4.3. Приклад розрахунку стрічкового транспортера

4.3.1. Вихідні дані для розрахунку

Вантаж – сіль поварена зерниста.

Умови роботи – середні.

Температура середовища – від мінус 10 до плюс 50 °С.

Характеристики вантажу з табл. А.1:

- 1) насипна щільність $\rho = 1,2 \text{ т/м}^3$;
- 2) кут природнього укусу у спокої $\varphi = 50^\circ$;
- 3) кут природнього укусу в русі $\varphi_p = 0,5 \cdot 50^\circ = 25^\circ$;
- 4) група абразивності С (середньої абразивності).

Продуктивність транспортера $Q = 30 \text{ т/год}$.

Довжина горизонтальної ділянки $l_1 = 40 \text{ м}$.

Довжина горизонтальної проекції нахиленої ділянки $l_2 = 15 \text{ м}$.

Кут підйому нахиленої ділянки транспортера $\beta = 12^\circ$.

Вертикальна проекція нахиленої ділянки транспортера

$$H = l_2 \cdot \text{tg}\beta = 15 \cdot \text{tg}12^\circ = 15 \cdot 0,21 = 3,2 \text{ м}$$

4.3.2. Задача розрахунку

Накреслити ескіз транспортера відповідно до варіанту завдання з позначенням характерних точок траси і основних розмірів (рис. 4.7).

Розрахувати розміри стрічки, опір руху і натяг стрічки, потужність приводу стрічкового транспортера для виконання задачі транспортування за вихідними даними (див. п. 4.3.1).

4.3.3. Вибір типу і матеріалу стрічки

За табл. Б.3 з урахуванням умов роботи (табл. Б.22, Б.23) і виду вантажу, що транспортується (табл. А.1) вибираємо тип і вид стрічки, тип тканини тягової

прокладки каркасу, міцність прокладки за основою, товщину і клас гуми зовнішніх обкладок:

- 1) тип стрічки – 2;
- 2) вид стрічки – теплостійка;
- 3) умови експлуатації – середні;
- 4) вид стрічки – теплостійка;
- 5) позначення стрічки – 2Т1;
- 6) тип тканини тягової прокладки каркасу з міцністю за основою – синтетичні (поліамідні) 100–200 Н/мм ширини;
- 7) клас гуми зовнішніх обкладок – Т-1;
- 8) товщина зовнішніх обкладок робочої/неробочої поверхні – 6/2 мм;
- 9) залежно від обраного типу тканини тягового каркасу та міцності попередньо обираємо конкретну тканину для стрічки транспортера (табл. Б.11) – основа і уток з поліаміду ТК-200-2 (міцність 200 Н/мм) з чотирма прокладками (табл. Б.9); товщина тягового каркасу 6,4 мм (табл. Б.7). Товщина стрічки за формулою (4.7)

$\delta = 6 + 2 + 6,4 = 14,4$ мм, для подальших розрахунків приймаємо $\delta = 15$ мм.

4.3.4. Визначення ширини стрічки і форми роликоопору

Для насипного вантажу приймаємо жолобчасту трироликову роликоопору з кутом нахилу бокових роликів $\alpha_1 = 20$ градусів на робочій гілці і пряму на холостій гілці.

За формулою (4.6) розраховуємо розрахункову продуктивність транспортера

$$Q_p = \frac{Q \cdot K_n}{K_b \cdot K_r} = \frac{30 \cdot 1,25}{0,8 \cdot 0,96} = 49 \text{ т/год},$$

де Q_p – розрахункова продуктивність транспортера, т/год;

Q – номінальна продуктивність, дорівнює 30 т/год (вихідні дані);

K_n – коефіцієнт нерівномірності завантаження, приймаємо 1,25;

K_b – коефіцієнт використання в часі, приймаємо 0,8;

K_r – коефіцієнт готовності, приймаємо 0,96.

Ширину стрічки розраховуємо за формулою (4.5)

$$B = 1,1 \cdot \left(\sqrt{\frac{Q_p}{V \cdot \rho \cdot K_{\Pi} \cdot K_{\beta}}} + 0,05 \right) = 1,1 \cdot \left(\sqrt{\frac{49}{1,25 \cdot 1,2 \cdot 470 \cdot 0,97}} + 0,05 \right) = 0,349 \text{ м,}$$

де B – ширина стрічки, м;

Q_p – розрахункова продуктивність транспортера, дорівнює 49 т/год (розрахована величина);

V – швидкість руху стрічки, дорівнює 1,25 м/с (табл. Б.4);

ρ – насипна щільність вантажу, дорівнює 1,2 т/м³ (вихідні дані);

K_{Π} – коефіцієнт, що пов'язує площу поперечного перерізу вантажу на стрічці з його шириною b , формою стрічки і властивостями вантажу, дорівнює 470 (табл. Б.6);

K_{β} – коефіцієнт, що ураховує кут нахилу транспортера, дорівнює 0,97 (табл. Б.5).

Приймаємо ширину стрічки 400 мм (табл. Б.1).

4.3.5. Вибір роликоопор

Для робочої гілки приймаємо жолобчасті роликоопори (Ж) з трьома гладкими роликами (Г) (табл. Б.12, Б.14).

Для зворотної гілки – прямі роликоопори (Н).

Відстань між роликооперами (рис. 4.6, табл. Б.15):

1) для робочої гілки в разі транспортування вантажу з насипною щільністю 1,2 т/м³ при ширині стрічки 400 мм

$$l_p = 1500 \text{ мм;}$$

2) для холостої гілки

$$l_x = 2 \cdot 1500 = 3000 \text{ мм;}$$

3) для робочої гілки в зоні завантаження

$$l_3 = 0,5 \cdot l_p = 0,5 \cdot 1500 = 750 \text{ мм.}$$

Діаметр роликів в разі транспортування вантажу з насипною щільністю 1,2 т/м³ при ширині стрічки 400 мм і швидкості руху стрічки 1,25 м/с приймаємо $D = 89$ мм (табл. Б.16). Довжина ролика жолобчастої опори на робочій гілці $L_1 = 160$ мм, кут нахилу бокових роликів жолобчастої опори робочої гілки

$\alpha_p = 20$ градусів, довжина ролика прямої опори холостої гілки $L = 500$ мм; орієнтовні маси ролюкоопор робочої та холостої гілок транспортера дорівнюють, відповідно $m_{pp} = 20$ кг, $m_{px} = 12$ кг (табл. Б.17).

4.3.6. Тяговий розрахунок стрічкового транспортера

Розрахунок виконуємо методом послідовного сумування сил опору руху стрічки за всією трасою транспортера. Трасу поділяємо на ділянки, які нумеруємо, починаючи з точки збігу стрічки з привідного барабану і продовжуємо за контуром траси до точки набігання на привідний барабан (рис. 4.7).

Розраховуємо розподілене навантаження за формулами (4.8), (4.10), (4.11)

$$q_B = \frac{Q_p \cdot g}{3,6 \cdot V} = \frac{49 \cdot 9,8}{3,6 \cdot 1,25} = 106,7 \text{ Н/м},$$

$$q_c = 0,011 \cdot B \cdot \delta = 0,011 \cdot 400 \cdot 15 = 66 \text{ Н/м},$$

$$q_{pp} = \frac{m_{pp} \cdot g}{l_p} = \frac{20 \cdot 9,8}{1500 \cdot 10^{-3}} = 130,7 \text{ Н/м},$$

$$q_{px} = \frac{m_{px} \cdot g}{l_x} = \frac{12 \cdot 9,8}{3000 \cdot 10^{-3}} = 39,2 \text{ Н/м},$$

Залежно від схеми траси транспортера за допомогою табл. Б.20 визначаємо сили опору руху стрічки на прямолінійних ділянках 1-2, 3-4, 5-6, 7-8

$$W_{1-2} = (q_{px} + q_c) \cdot l_{1-2} \cdot w_x = (39,2 + 66) \cdot 40 \cdot 0,022 = 92,6 \text{ Н},$$

$$W_{3-4} = (q_{px} + q_c) \cdot l_{3-4} \cdot w_x - q_c \cdot H = (39,2 + 66) \cdot 15 \cdot 0,022 - 66 \cdot 3,2 = -176,5 \text{ Н},$$

$$W_{5-6} = (q_{pp} + q_c + q_B) \cdot l_{5-6} \cdot w_p + (q_c + q_B) \cdot H = (130,7 + 66 + 106,7) \cdot 15 \cdot 0,025 + (66 + 106,7) \cdot 3,2 = 666,4 \text{ Н},$$

$$W_{7-8} = (q_{pp} + q_c + q_B) \cdot l_{7-8} \cdot w_p = (130,7 + 66 + 106,7) \cdot 40 \cdot 0,025 = 303,4 \text{ Н},$$

де W_{1-2} , W_{3-4} , W_{5-6} , W_{7-8} – сили опору руху стрічки на відповідних прямолінійних ділянках, Н;

q_B , q_c , q_{pp} , q_{px} – питома вага елементів, що рухаються: вантажу, стрічки, роликів робочої і холостої гілок транспортера, $q_B = 106,7$ Н/м, $q_c = 66$ Н/м, $q_{pp} = 130,7$ Н/м, $q_{px} = 39,2$ Н/м (розраховані величини);

l_{1-2} , l_{3-4} ; l_{5-6} ; l_{7-8} – довжини горизонтальних проекцій ділянок транспортера, $l_1 = l_{1-2} = l_{7-8} = 40$ м; $l_2 = l_{3-4} = l_{5-6} = 15$ м (вихідні дані, рис. 4.7);

w_x, w_p – коефіцієнти опору роликкоопор холостої і робочої гілок транспортера, $w_x = 0,022$; $w_p = 0,025$ (табл. Б.18);

H – вертикальна проекція нахиленої ділянки транспортера, дорівнює 3,2 м (вихідні дані).

4.3.7. Натяг стрічки в характерних точках

Холоста гілка.

Розрахунок проводимо за формулами, які вибираємо з табл. Б.20 відповідно до конфігурації траси транспортера. Починаємо розрахунок від точки збігу стрічки з привідного барабану (точка 1, рис. 4.7) і продовжуємо за контуром траси.

Натяг стрічки в точці 1 визначаємо за формулою (4.20)

$$S_1 = S_{зб} = \frac{K_3 \cdot \sum W_i}{e^{\mu\alpha} - K_M \cdot K_3} = \frac{1,2 \cdot (92,6 - 176,5 + 666,4 + 303,4)}{1,87 - 1,10 \cdot 1,2} = 1932,9 \text{ Н},$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3 = 1,1-1,2$, приймаємо $K_3 = 1,2$;

W_i – сили опору руху стрічки на прямолінійних ділянках, Н/м (розраховані величини, див. п.п. 4.3.6);

$e^{\mu\alpha}$ – коефіцієнт опору, при куті обхвату барабану $\alpha = 180^\circ$ (рис. 4.7) для чавунного або сталюого барабану при середніх умовах роботи (можлива підвищена вологість атмосфери) дорівнює 1,87 (табл. Б.19);

K_M – загальний коефіцієнт місцевих опорів $K_M = 1,08-1,10$, приймаємо $K_M = 1,10$.

Далі за формулами табл. Б.20 виконуємо розрахунок натягу стрічки в характерних точках траси транспортера.

Ділянка 1-2

$$S_2 = S_1 + W_{1-2} = 1932,9 + 92,6 = 2025,5 \text{ Н}.$$

Ділянка 2-3 (опукла роликко батарея)

$$S_3 = S_2 \cdot \lambda = 2025,5 \cdot 1,03 = 2086,3 \text{ Н},$$

де λ – коефіцієнт опору руху стрічки на роликко батареї, для середніх умов роботи і кута обхвату 15° дорівнює 1,03 (табл. Б.24).

Ділянка 3-4

$$S_4 = S_3 + W_{3-4} = 2086,3 - 176,5 = 1909,8 \text{ Н.}$$

Робоча гілка.

Ділянка 4-5

$$S_5 = S_4 \cdot \zeta = 1909,8 \cdot 1,04 = 1986,2 \text{ Н,}$$

де ζ – коефіцієнт опору руху стрічки на натяжному барабані, для середніх умов роботи і кута охопту 180° дорівнює 1,04 (табл. Б.24).

Ділянка 5-6

$$S_6 = S_5 + W_{5-6} = 1986,2 + 666,4 = 2652,6 \text{ Н.}$$

Ділянка 6-7

$$S_7 = S_6 \cdot \lambda = 2652,6 \cdot 1,03 = 2732,2 \text{ Н.}$$

Ділянка 7-8

$$S_8 = S_7 + W_{7-8} = 2732,2 + 303,4 = 3035,6 \text{ Н.}$$

Одержані значення натягу стрічки зводимо у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Значення натягів стрічки в характерних точках транспортера

Номер точки на розрахунковій схемі (рис. 4.7)	Холоста гілка				Робоча гілка			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Розрахункове значення S_i , Н	1932,9	2025,5	2086,3	1909,8 <i>min</i>	1986,2 <i>min</i>	2652,6	2732,2	3035,6 <i>max</i>

Привідний барабан.

Для передачі тягового зусилля з привідного барабану на стрічку повинна виконуватися умова (4.19)

$$S_{\text{нб}} = S_8 = 3035,6 \text{ Н} \leq S_{36} \cdot e^{\mu\alpha} = 1932,9 \cdot 1,87 = 3614,5 \text{ Н,}$$

де $e^{\mu\alpha}$ – коефіцієнт опору, при куті охопту барабану $\alpha = 180^\circ$ (рис. 4.7) для чавунного або сталюого барабану при середніх умовах роботи (можлива підвищена вологість атмосфери) дорівнює 1,87 (табл. Б.19).

Умова (4.19) виконується.

4.3.8. Мінімально допустимий натяг стрічки S_{min}

Визначення величини допустимого провисання стрічки між роликкооперами робочої гілки стрічки при транспортуванні насипних вантажів проводимо за формулою (4.24)

$$h = \frac{(q_b + q_c) \cdot l_p^2}{8 \cdot S_{p.min}} \leq [h] = (0,025 \dots 0,030) \cdot l_p,$$
$$\frac{(106,7 + 66) \cdot (1500 \cdot 10^{-3})^2}{8 \cdot 1986,2} \leq 0,025 \cdot 1500 \cdot 10^{-3},$$

де q_b , q_c – питома вага вантажу і стрічки, відповідно, Н/м (розраховані величини п. 4.3.6);

l_p – відстань між роликкооперами на робочій гілці стрічки (п. 4.3.5), м;

$S_{p.min}$ – мінімальне значення натягу стрічки на робочій гілці (табл. 4.1), Н.

$$0,024 \text{ м} < 0,038 \text{ м}.$$

Умова (4.24) виконується.

Визначення величини допустимого провисання стрічки між роликкооперами холостої гілки стрічки проводимо за формулою (4.25)

$$h = \frac{q_c \cdot l_x^2}{8 \cdot S_{x.min}} \leq [h] = (0,025 \dots 0,030) \cdot l_x,$$
$$\frac{66 \cdot (3000 \cdot 10^{-3})^2}{8 \cdot 1909,8} \leq 0,025 \cdot 3000 \cdot 10^{-3},$$

де l_x – відстань між роликкооперами на робочій стрічці (п. 4.3.5), м;

$S_{x.min}$ – мінімальне значення натягу стрічки на робочій гілці (табл. 4.1), Н.

$$0,038 \text{ м} < 0,075 \text{ м},$$

Умова (4.25) виконується.

4.3.9. Перевірка правильності вибору стрічки

Правильність вибору стрічки перевіряємо за нерівністю

$$S_{max} \leq S_{гр} \cdot B \cdot i,$$

$$3035,6 \text{ Н} \leq 13 \cdot 400 \cdot 4 = 20800 \text{ Н},$$

де S_{max} – найбільший розрахунковий натяг стрічки для траси транспортера, дорівнює 3035,6 Н (табл. 4.1);

$S_{гр}$ – гранично допустиме (розрахункове) навантаження тягової прокладки

(табл. Б.21) залежно від номінальної міцності матеріалу прокладки, дорівнює 13 Н/мм для обраного виду стрічки 2Т1 з чотирма тяговими прокладками з номінальною міцністю 200 Н/мм (табл. Б.21);

B – ширина стрічки, дорівнює 400 мм (розрахована величина);

i – кількість тягових прокладок, яка попередньо обрана в п. 4.3.3, дорівнює 4.

Умова виконується, тобто стрічка вибрана правильно.

Остаточо вибираємо стрічку типу 2, теплостійку, для середніх умов експлуатації, ширина 400 мм, тяговий каркас із тканини ТК-200-2 з поліаміду, міцність на розрив однієї прокладки 200 Н/мм, товщина гумотканинного каркасу 6,4 мм, товщина зовнішніх обкладок робочої/неробочої поверхні – 6/2 мм з гуми класу Т-1, загальна товщина стрічки 15 мм, позначення:

Стрічка 2Т1-400-4-ТК-200-2-6-2-Т-1

Стрічка 2Т1-400-4-ТК-200-2-6-2-Т-1	клас гуми обкладок стрічки (табл. Б.3)
	товщина неробочої обкладки стрічки, мм (табл. Б.3)
	товщина робочої обкладки стрічки, мм (табл. Б.3)
	матеріал тягових прокладок стрічки (табл. Б.11)
	кількість тягових прокладок стрічки (табл. Б.9)
	ширина стрічки, мм (розрахунок + табл. Б.1)
	позначення стрічки (табл. Б.1)

4.3.10. Вибір розмірів барабанів

Діаметр привідного барабану визначаємо по (4.28) з урахуванням кількості тягових прокладок стрічки ($i = 4$)

$$D_6 \geq K_6 \cdot i = 180 \cdot 4 = 720 \text{ мм},$$

де K_6 – коефіцієнт, що залежить від типу тканини прокладок стрічки, дорівнює від 160 до 200 для прокладок з синтетичних тканин, приймаємо 180.

З урахуванням стандартного ряду розмірів нефутерованих барабанів стаціонарних транспортерів по табл Б.1, приймаємо $D_6 = 800$ мм.

Діаметр натяжного барабану по (4.29)

$$D_{\text{нат}} = (0,8 \dots 1,0) \cdot D_6 = 1,0 \cdot 800 = 800 \text{ мм}.$$

Так як ширина стрічки дорівнює 400 мм, довжина барабанів по (4.31) буде складати

$$L_6 = B + 100 = 400 + 100 = 500 \text{ мм.}$$

Перевірку питомого тиску стрічки на барабан проводимо з умови (4.33)

$$p = \frac{360 \cdot F}{\pi \cdot \alpha \cdot B \cdot D_6} = \frac{360 \cdot 5366,9}{3,14 \cdot 180 \cdot 400 \cdot 800} = 0,011 \leq [p],$$

де F – зусилля на привідному барабані для розрахункової схеми транспортера, $F = S_1 + S_8 = 1932,9 + 3035,6 = 4968,5$ Н (рис. 4.7, табл. 4.1);

α – кут обхвату барабану (рис. 4.7), дорівнює 180 градусів;

B – ширина стрічки, дорівнює 400 мм (розрахована величина);

D_6 – діаметр барабану, дорівнює 800 мм (розрахована величина);

$[p]$ – допустима величина тиску стрічки на поверхню барабану, дорівнює 0,010–0,016 МПа.

Умова $p \leq [p]$ виконується.

4.3.11. Вибір натяжного пристрою

Зусилля для переміщення натяжного барабану визначаємо за (4.34)

$$S_{\text{нат}} = (S_{\text{нб}} + S_{\text{зб}} + W_{\text{нат}}) \cdot k_2 = (1909,8 + 1986,2 + 180) \cdot 1,1 = 4483,6 \text{ Н,}$$

де $S_{\text{нат}}$ – зусилля натягу, яке необхідне для переміщення натяжного барабану, Н;

$S_{\text{нб}}$, $S_{\text{зб}}$ – зусилля натягу стрічки при набіганні на натяжний барабан та збіганні з нього, відповідно, $S_{\text{нб}} = S_4 = 1909,8$ Н; $S_{\text{зб}} = S_5 = 1986,2$ Н (рис.4.7, табл. 4.1);

$W_{\text{нат}}$ – втрати на пересування натяжного барабану, дорівнює 150–200 Н, приймаємо 180 Н;

k_2 – коефіцієнт, що ураховує втрати в блоках для канатів вантажного натяжного пристрою, дорівнює 1,1.

Хід натяжного пристрою розраховують за формулою (4.35)

$$l_{\text{нат}} = k_{\text{н}} \cdot \varepsilon \cdot L = 0,65 \cdot 0,035 \cdot 55 = 1,25 \text{ м,}$$

де $k_{\text{н}}$ – коефіцієнт, що ураховує кут нахилу транспортера β , дорівнює 0,65 при $\beta = 12^\circ$;

ε – нормований показник подовження стрічки на тканинній основі для матеріалів тканини каркасу, для тканин, що мають основу і уток з поліамідних ниток, дорівнює 3,5 %, тобто $\varepsilon = 0,035$;

L – довжина горизонтальної проєкції траси транспортера, $L = L_1 + L_2 = 40 + 15 = 55$ м (вихідні дані).

4.3.12. Вибір приводу транспортера

Починаємо з визначення статичної потужності приводу і вибору електродвигуна за формулою (4.36)

$$N_{ед} = \frac{K_3 \cdot \sum W_i \cdot V}{1000 \cdot \eta_M} =$$

$$= \frac{1,2 \cdot (92,6 + 101,3 - 176,5 + 66,8 + 666,4 + 132,6 + 303,4 + 248,4) \cdot 1,25}{1000 \cdot 0,85} =$$

$$= 2,53 \text{ кВт},$$

де K_3 – коефіцієнт запасу зчеплення стрічки з барабаном, дорівнює 1,1–1,2, приймаємо 1,2;

$\sum W_i$ – тягове зусилля, що дорівнює загальному опору руху стрічки, визначають тяговим розрахунком транспортера (п. 4.3.6), $W_{1-2} = 92,6$ Н; $W_{3-4} = -176,5$ Н; $W_{5-6} = 666,4$ Н; $W_{7-8} = 303,4$ Н

$$W_{4-5} = W_{нб} = S_{нб} \cdot K_{нб} = S_4 \cdot K_{нб} = 1909,8 \cdot 0,035 = 66,8 \text{ Н},$$

де $W_{нб}$ – опір руху стрічки натяжним барабаном, Н;

$S_{нб}$ – натяг стрічки в точці набігання на натяжний барабан (S_4 , табл. 4.1), дорівнює 1909,8 Н;

$K_{нб}$ – коефіцієнт, що залежить від кута обхвату барабану α (див. рис. 4.7), дорівнює 0,03–0,04 при куті обхвату $\alpha = 180$ градусів, приймаємо 0,035;

$$W_{нб} = W_{8-1} = (0,05 \dots 0,06) \cdot (S_{нб} + S_{3б}) = 0,05 \cdot (3035,6 + 1932,9) = 248,4 \text{ Н},$$

де $W_{нб}$ – опір руху стрічки привідним барабаном ділянка 8-1 (див. рис. 4.7), Н;

$S_{нб}$, $S_{3б}$ – натяг стрічки в точках набігання на привідний барабан і збігу з нього, відповідно, $S_{нб} = S_8 = 3035,6$ Н і $S_{3б} = S_1 = 1932,9$ Н (табл. 4.1), Н;

$$W_{бат} = (e^{\mu\alpha} - 1) \cdot S_{нб},$$

$$W_{2-3} = (e^{\mu\alpha} - 1) \cdot S_2 = (1,05 - 1) \cdot 2025,5 = 101,3 \text{ Н},$$

$$W_{6-7} = (e^{\mu\alpha} - 1) \cdot S_6 = (1,05 - 1) \cdot 2652,6 = 132,6 \text{ Н},$$

де $W_{\text{бат}}$ – опір руху стрічки при огинанні батареї роликкопор (W_{2-3} та W_{6-7}), ділянки 2-3 і 6-7, рис. 4.7, Н;

$e^{\mu\alpha}$ – коефіцієнт опору, визначається за табл. Б.19, для вологої атмосфери і кута обхвату роликкової батареї 15° ($0,262$ рад), дорівнює $e^{0,2 \cdot 0,262} = 1,05$;

$S_{\text{нат}}$ – натяг в точці набігання стрічки на роликкову батарею: на ділянці 2-3 дорівнює $S_2 = 2025,5$ Н, на ділянці 6-7 дорівнює $S_6 = 2652,6$ Н (рис. 4.7, табл. 4.1).

V – швидкість руху стрічки транспортера, дорівнює $1,25$ м/с (п. 4.3.4);

η_m – коефіцієнт корисної дії привідного механізму транспортера, дорівнює $0,8-0,95$, приймаємо $0,85$.

З табл. Г.1, Г.2 або довідкової літератури вибираємо найближчий за потужністю асинхронний електричний двигун з короткозамкненим (до 100 кВт) або фазним ротором, з мінімальною частотою обертання.

Вибираємо асинхронний електричний двигун з короткозамкненим ротором АИР112МА6: $N_{\text{ном}} = 3$ кВт; $n_{\text{ед}} = 1000$ хв⁻¹.

Визначаємо частоту обертання привідного барабану

$$n_6 = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot V}{\pi \cdot D_6} = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot 1,25}{3,14 \cdot 800} = 29,9 \text{ хв}^{-1},$$

де V – швидкість руху стрічки транспортера, дорівнює $1,25$ м/с (п. 4.3.4);

D_6 – діаметр привідного барабану, дорівнює 800 мм (п. 4.3.10).

Визначаємо передаточне число привідної станції

$$U_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{ед}}}{n_6} = \frac{1000}{29,9} = 33,4,$$

де $n_{\text{ед}}$ – частота обертання електродвигуна, дорівнює 1000 хв⁻¹;

n_6 – частота обертання привідного барабану, дорівнює $29,9$ хв⁻¹ (розрахована величина).

За передаточним числом з табл. Г.3, Г.4 вибираємо редуктор типу 1Ц2У або КЦ.

Вибираємо редуктор типу 1Ц2У-100 з фактичним передаточним числом $U_{\text{ред}} = 32,55$.

З урахуванням фактичного передаточного числа редуктора уточнюємо дійсну швидкість руху стрічки транспортера. Відхилення дійсної швидкості стрічки від рекомендованої (табл. Б.1) дозволяється в межах до 10 %

$$V_{\text{ут}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{б}} \cdot n_{\text{ед}}}{1000 \cdot 60 \cdot U_{\text{ред}}} = \frac{3,14 \cdot 800 \cdot 1000}{1000 \cdot 60 \cdot 32,55} = 1,29 \text{ м/с},$$

де $D_{\text{б}}$ – діаметр привідного барабану, дорівнює 800 мм (п. 4.3.10);

$n_{\text{ед}}$ – частота обертів електродвигуна, дорівнює 1000 хв^{-1} (довідкові дані);

$U_{\text{ред}}$ – фактичне передаточне число редуктора, дорівнює 32,55 (довідкові дані).

5. ГВИНТОВІ (ШНЕКОВІ) ТРАНСПОРТЕРИ

5.1. Загальна характеристика гвинтових транспортерів

Гвинтові транспортери використовуються для горизонтального і вертикального переміщення пиловидних, порошкоподібних, зернистих, іноді дрібношматкових сипких вантажів на відстань до 60 м з продуктивністю до 100 т/год. За допомогою гнучких спіральних гвинтів можливе транспортування просторовими трасами. Гвинтові транспортери не рекомендовано використовувати при транспортуванні липких, сильно ущільнюваних та абразивних вантажів.

За способом взаємодії гвинта з вантажем вони бувають швидкохідними та тихохідними.

В тихохідному транспортері вантаж заповнює тільки нижню частину жолобу і переміщується вздовж нього аналогічно переміщенню гвинтом сектора гайки, що утримується від обертання силами тяжіння і тертя об жолоб. Тихохідні транспортери використовуються для горизонтального і пологонахиленого транспортування, коли кут нахилу конвеєра не перевищує кут природнього укосу вантажу, що транспортується.

Швидкохідні транспортери забезпечують не тільки горизонтальне, але й вертикальне транспортування сипких матеріалів. Це досягається тим, що при визначеній кутовій швидкості гвинта вантаж починає обертатися разом з ним. Під дією відцентрової сили вантаж притискається до поверхні нерухомого циліндричного жолобу. Між вантажем, що обертається, і стінками жолоба виникає сила тертя, яка пригальмовує вантаж, зменшує кутову швидкість його обертання, в результаті чого вантаж переміщується вздовж гвинта за рахунок різниці кутових швидкостей гвинта і вантажу, здійснюючи абсолютний рух гвинтовою траєкторією.

До переваг гвинтових транспортерів належать простота облаштування і технічного обслуговування, невеликі габаритні розміри, зручність проміжного завантаження і розвантаження, герметичність, що є особливо важливим при переміщенні пиловидних, гарячих вантажів і вантажів з сильним запахом. Недолі-

ками гвинтових транспортерів є пов'язані зі способом переміщення велика питома витрата енергії, значне стирання і подрібнення вантажу, підвищений знос гвинта і жолоба, а також чуттєвість до перевантажень, що веде до утворення всередині жолоба, особливо навколо проміжних підшипників, заторів.

Схема гвинтового тихохідного транспортера наведена на рис. 5.1.

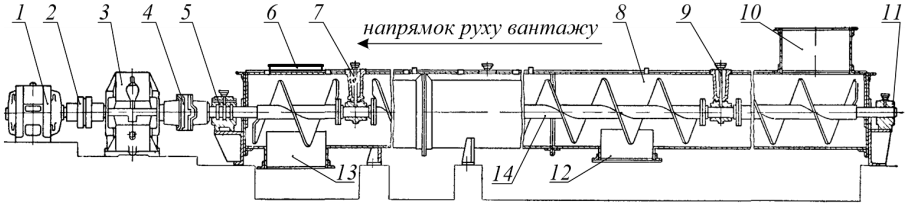


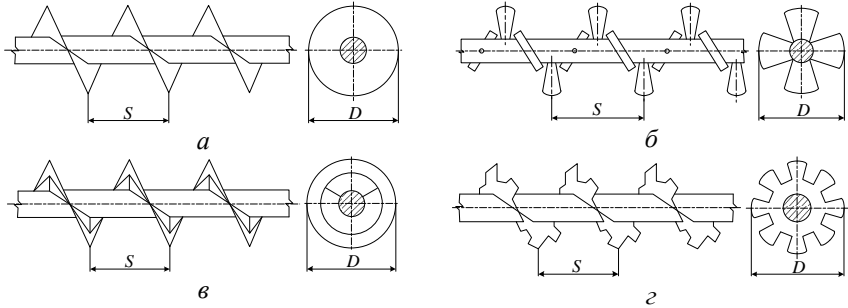
Рис. 5.1. Гвинтовий тихохідний транспортер: 1 – електричний двигун; 2, 4 – муфти; 3 – редуктор; 5, 7, 9, 11 – опори гвинта; 6 – оглядовий люк; 8 – жолоб; 10, 12, 13 – завантажувальний, проміжний, розвантажувальний патрубків, відповідно; 14 – гвинт

Він складається з жолоба 8, в якому на опорах 5, 7, 9, 11 встановлений гвинт 14. Привід гвинта складається з електричного двигуна 1, з'єднувальних муфт 2, 4 і редуктора 3. Вантаж подається через завантажувальний патрубок 10, а розвантажується через розвантажувальний 13 або проміжний 12 патрубків, обладнані затворами. Оглядовий люк 6 необхідний для технічного обслуговування.

Гвинтові конвеєри бувають: з горизонтальним (Г) або нахиленим (Н) жолобом; з постійним (П₁) або змінним (П₂) діаметром гвинта; з постійним (П₃) або змінним (П₄) шагом гвинта; з однозахідним (1) або двозахідним (2) гвинтом; з правим (П), лівим (Л) або комбінованим (К) напрямком спіралі гвинта.

Гвинти транспортера (рис. 5.2) бувають: суцільні – для транспортування незлежуваних насипних дрібнозернистих і порошкових вантажів (цементу, крейди, гіпсу, піску та інших); стрічкові – для транспортування насипних дрібношматкових вантажів (гравію, пісковіку, вапняку та інших); фасонні – для транспортування тістоподібних вантажів (глини, бетону, цементного розчину та ін-

ших; лопатеві – для транспортування тістоподібних вантажів з одночасним інтенсивним їх перемішуванням. Гвинти виготовляють зі сталюого листа товщиною 4–8 мм.



S – крок гвинта; D – діаметр гвинта

Рис. 5.2. Гвинти гвинтових транспортерів: *a* – суцільний; *б* – лопатевий; *в* – стрічковий; *г* – фасонний

Характеристики гвинтів наведені в табл. В.1.

Приклад умовного позначення горизонтального гвинтового транспортера з однозахідним гвинтом з постійним діаметром 250 мм, постійним шагом 320 мм, правим напрямком спіралі

Конвеєр гвинтовий Г1–25П,–32П,–П

Г1	правий напрямок спіралі гвинта
25П	постійний шаг гвинта
32П	шаг гвинта 320 мм (табл. В.1)
П	постійний діаметр гвинта
	діаметр гвинта 250 мм (табл. В.1)
	однозахідний гвинт
	горизонтальний

Вал гвинта, який для зручності складається з декількох секцій довжиною

2,5–3,5 м, може бути суцільним або трубчастим. Трубчасті вали мають меншу масу і їх зручніше з'єднувати між собою за допомогою з'єднувальних валиків. Вал спирається на проміжні і кінцеві опори. Проміжні опори підвішуються зверху (рис. 5.1) на закріплених на жолобі поперечних планках. Вони повинні мати якнайменші діаметр і довжину (через необхідність переривати гвинт на цю довжину), а також надійне ущільнення для запобігання забруднення частинками вантажу. Частіше це підшипники ковзання в яких обертаються з'єднувальні валики. Мастило до підшипників подається трубками від прес-маслянок, розташованих зверху на планках. Кінцеві опори укріплюють в торцевих стінках жолобу або на виносних опорах. Одну з них, що встановлена з боку, до якого переміщується вантаж, обладнують радіально-упорним підшипником для сприйняття діючої вздовж валу осьової розтяжної сили.

Вертикальні і крутонахилені гвинтові транспортери (рис. 5.3) складаються з гвинта 1 з суцільними витками, встановленого в трубі 2 на кінцевих опорах 3, привода 6, розташованого в нижній (рис. 5.3, а, б) або верхній (рис. 5.3, в) точці конвеєра, розвантажувального 4 і завантажувального 5 патрубків.

Так як вертикальні конвеєри працюють при більшій швидкості обертання гвинта, що знижує його заповнення, а отже, і продуктивність, то завантаження конвеєра часто роблять примусовим за допомогою горизонтального гвинтового живильника, або нижню ділянку вертикального гвинта, до якої подається вантаж, роблять або змінного діаметра, що зменшується догори, або зі зменшеним кроком.

5.2. Порядок розрахунку гвинтового транспортера

Розрахункову об'ємну продуктивність транспортера необхідно вибирати з ряду, м³/год: 0,025; 0,032; 0,04; 0,05; 0,063; 0,08; 0,1; 0,125; 0,16; 0,25; 0,32; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 250; 400; 500.

Продуктивність гвинтового транспортера визначають за формулою

$$Q = 47 \cdot D^3 \cdot k_D \cdot n \cdot \psi \cdot \rho \cdot k_B, \quad (5.1)$$

а розрахунковий діаметр гвинта за формулою

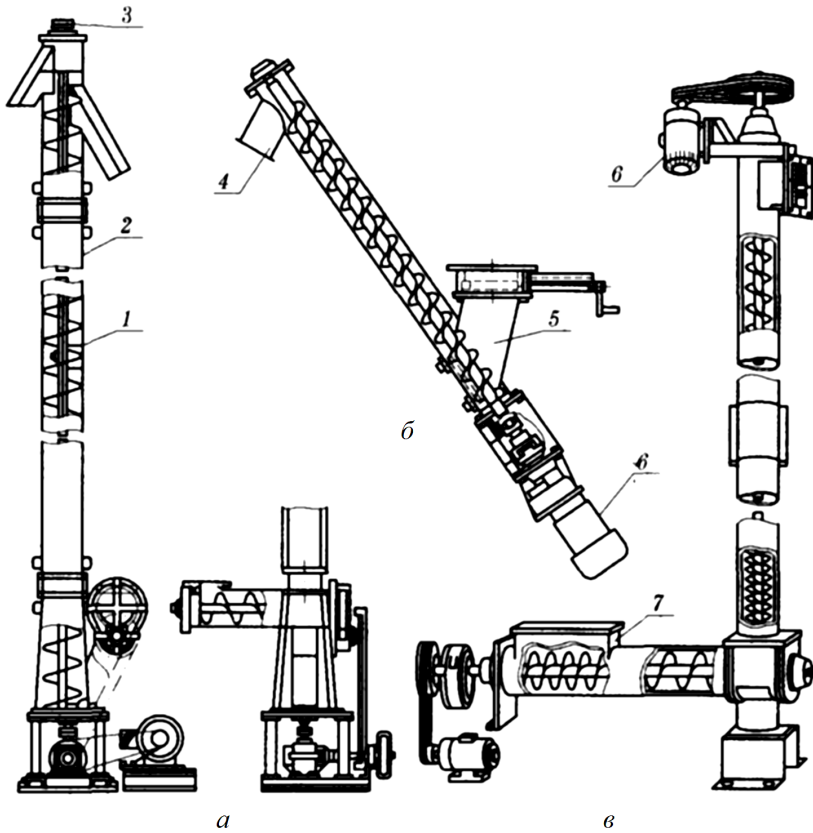


Рис. 5.3. Гвинтові швидкохідні транспортери: *а, в* – вертикальні; *б* – крутонахилений; *1* – гвинт; *2* – труба; *3* – опора; *4, 5* – розвантажувальний та завантажувальний патрубкі, відповідно; *б* – привід; *7* – гвинтовий живильник

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{47 \cdot k_D \cdot n \cdot \psi \cdot \rho \cdot k_B}}, \quad (5.2)$$

де Q – продуктивність транспортера, т/год;

k_D – відношення кроку гвинта до його діаметра, дорівнює 0,8 для абразивних матеріалів; 1,0 для неабразивних матеріалів;

n – частота обертання гвинта, хв^{-1} ;

ψ – коефіцієнт заповнення жолобу (табл. В.2);

ρ – насипна щільність вантажу, т/м³ (табл. А.1);

k_{β} – коефіцієнт зменшення продуктивності залежно від кута нахилу транспортера (табл. В.3).

Максимальна частота обертання гвинта тихохідного конвеєра залежить від діаметра гвинта та зменшується з його значенням, так як спостерігається пересипання частини вантажу через вал гвинта, в результаті чого зі збільшенням обертів гвинта продуктивність не збільшується, а споживана потужність зростає.

Частота обертання валу попередньо приймається за табл. В.4, а потім перевіряється за формулою

$$n \leq n_{\max}. \quad (5.3)$$

Найбільшу припустиму частоту обертання гвинта в тихохідному горизонтальному транспортері можна визначити за емпіричною формулою:

$$n_{\max} = \frac{A}{\sqrt{D}}, \quad (5.4)$$

де n_{\max} – найбільша припустима частота обертання гвинта, хв⁻¹;

A – емпіричний коефіцієнт (табл. В.2);

D – діаметр гвинта, м.

Рекомендації з вибору частоти обертання гвинта тихохідного транспортера наведені в табл. В.4.

Частоту обертання гвинта тихохідного конвеєра вибирають з ряду, хв⁻¹: 6,0; 7,5; 9,5; 11,8; 15,0; 19,0; 23,6; 30,0; 37,5; 47,5; 60,0; 75,0; 95,0; 118,0; 150,0; 190,0.

Число обертів гвинта в швидкохідному гвинтовому конвеєрі рекомендовано приймати за табл. В.5.

В разі транспортування шматкових вантажів одержаний діаметр перевіряють за умови розміщення шматків

$$D \geq a'_{\max} \cdot X, \quad (5.5)$$

де D – діаметр гвинта, мм;

a'_{\max} – найбільший розмір типових шматків вантажу, мм;

X – коефіцієнт, що залежить від типу вантажу, дорівнює 4–6 для рядового вантажу; 10–12 – для сортованого.

Діаметр і шаг гвинта обирають за табл. В.1.

Потужність двигуна для приводу горизонтального або пологонахилоного тихохідного гвинтового транспортера

$$N_{\text{дв}} = \frac{k_3 \cdot Q}{367 \cdot \eta} \cdot L \cdot (w \cdot \cos \beta \pm \sin \beta), \quad (5.6)$$

а для крутонахилоного і вертикального швидкохідного гвинтового конвеєра

$$N_{\text{дв}} = \frac{k_3 \cdot Q}{367 \cdot \eta} \cdot L \cdot (w_0 + 1), \quad (5.7)$$

де $N_{\text{дв}}$ – потужність двигуна, кВт;

k_3 – коефіцієнт запасу потужності (табл. В.2);

Q – продуктивність гвинтового транспортера, т/год;

L – довжина конвеєра, м;

w, w_0 – коефіцієнти опору переміщенню вантажу у тихохідному та швидкохідному конвеєрах, відповідно (табл. В.2);

β – кут нахилу конвеєра, град;

η – коефіцієнт корисної дії приводу.

5.3. Приклад розрахунку гвинтового (шнекового) транспортера

5.3.1. Вихідні дані для розрахунку

Вантаж – сіль поварена зерниста.

Розмір типових шматків $a' = 1$ мм.

Умови роботи – середні.

Температура середовища – від мінус 10 до плюс 50 °С.

Характеристики вантажу з табл. А.1:

1) насипна щільність $\rho = 1,2$ т/м³;

2) група абразивності С (середньої абразивності).

Продуктивність транспортера – $Q = 32$ м³/год (див. п. 5.2).

Розрахункова об'ємна продуктивність транспортера
 $Q = 32 \text{ м}^3/\text{год} = 32 \cdot 1,2 = 38,4$ т/год.

Довжина транспортера $L = 10$ м.

Кут нахилу транспортера $\beta =$ плюс 5 град.

5.3.2. Задача розрахунку

Розрахувати параметри гвинта і приводу гвинтового (шнекового) транспортера для виконання задачі транспортування за вихідними даними (див. п. 5.3.1).

5.3.3. Визначення діаметра гвинта

Вибираємо тихохідний гвинтовий конвеєр (рис. 5.1).

Необхідний діаметр гвинта розраховуємо за формулою (5.2)

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{47 \cdot k_D \cdot n \cdot \psi \cdot \rho \cdot k_\beta}} = \sqrt[3]{\frac{38,4}{47 \cdot 0,9 \cdot 75 \cdot 0,25 \cdot 1,2 \cdot 0,9}} = 0,355 \text{ м},$$

де D – діаметр гвинта транспортера, м;

Q – продуктивність транспортера, дорівнює 38,4 т/год (вихідні дані);

k_D – відношення кроку гвинта до його діаметра, дорівнює 0,8 для абразивних матеріалів; 1,0 для неабразивних матеріалів, приймаємо 0,9, як для вантажу середньої абразивності;

n – частота обертання гвинта; за табл. В.4 приймаємо частоту обертання гвинта 75 хв^{-1} ;

ψ – коефіцієнт заповнення жолобу, дорівнює 0,25 (табл. В.2);

ρ – насипна щільність вантажу, дорівнює $1,2 \text{ т/м}^3$ (вихідні дані);

k_β – коефіцієнт зменшення продуктивності залежно від кута нахилу транспортера, дорівнює 0,9 для кута нахилу транспортера $\beta = 5$ град (табл. В.3).

За умовою (5.3) перевіряємо частоту обертання гвинта

$$n_{\max} = \frac{A}{\sqrt{D}} = \frac{45}{\sqrt{0,355}} = 75,5 \text{ хв}^{-1},$$

де A – емпіричний коефіцієнт, дорівнює 45 (табл. В.2);

D – діаметр гвинта, дорівнює 0,355 м (розрахована величина).

$$n \leq n_{\max} \Rightarrow 75 < 75,5.$$

Умова виконується.

За (5.5) перевіряємо діаметра шнека за умовою розміщення шматків

$$D \geq a'_{\max} \cdot X = 1 \cdot (4\dots6) = (4\dots6) \text{ мм},$$

$$0,355 \cdot 10^3 \geq (4\dots6) \text{ мм},$$

де a'_{\max} – найбільший розмір типових шматків вантажу, дорівнює 1 мм (вихідні дані);

X – коефіцієнт, що залежить від типу вантажу, дорівнює 4–6 для рядового вантажу.

Умова виконується.

Остаточно за таблицею В.1 приймаємо діаметр гвинта $D = 400$ мм з кроком $S = 320$ мм.

Уточнюємо частоту обертів гвинта за формулою (5.1)

$$n = \frac{Q}{47 \cdot D^3 \cdot k_D \cdot \psi \cdot \rho \cdot k_\beta} = \frac{38,4}{47 \cdot 0,400^3 \cdot 0,9 \cdot 0,25 \cdot 1,2 \cdot 0,9} = 52,5 \text{ хв}^{-1},$$

де n – частота обертів гвинта, хв^{-1} ;

Q – продуктивність транспортера, дорівнює 38,4 т/год (вихідні дані);

D – діаметр гвинта транспортера, дорівнює 0,400 м (прийнята величина);

k_D – відношення кроку гвинта до його діаметра, дорівнює 0,8 для абразивних матеріалів; 1,0 для неабразивних матеріалів, приймаємо 0,9, як для вантажу середньої абразивності;

ψ – коефіцієнт заповнення жолобу, дорівнює 0,25 (табл. В.2);

ρ – насипна щільність вантажу, дорівнює 1,2 т/м³ (вихідні дані);

k_β – коефіцієнт зменшення продуктивності залежно від кута нахилу транспортера, дорівнює 0,9 для кута нахилу транспортера $\beta = 5$ град (табл. В.3).

$$n_{\max} = \frac{A}{\sqrt{D}} = \frac{45}{\sqrt{0,400}} = 71,2 \text{ хв}^{-1},$$

де A – емпіричний коефіцієнт, дорівнює 45 (табл. В.2);

D – діаметр гвинта, дорівнює 0,400 м (прийнята величина).

$$n \leq n_{\max} \Rightarrow 52,5 < 71,2.$$

Умова виконується.

З ряду рекомендованих (див. п. 5.2) вибираємо найближчу частоту обертання гвинта 60,0 хв^{-1} .

5.3.4. Визначення потужності на валу гвинта

Потужність двигуна для приводу конвеєра розраховуємо за формулою (5.6)

$$N_{\text{дв}} = \frac{k_3 \cdot Q}{367 \cdot \eta} \cdot L \cdot (w \cdot \cos\beta \pm \sin\beta) = \frac{1,4 \cdot 38,4}{367 \cdot 0,9} \cdot 10 \cdot (2,5 \cdot 0,996 + 0,087) = 4,2 \text{ кВт},$$

де $N_{\text{дв}}$ – потужність двигуна приводу конвеєра, кВт;

k_3 – коефіцієнт запасу потужності, дорівнює 1,4 (табл. В.2);

Q – продуктивність гвинтового транспортера, дорівнює 38,4 т/год (вихідні дані);

L – довжина конвеєра, дорівнює 10 м (вихідні дані);

w – коефіцієнти опору переміщенню вантажу у тихохідному конвеєрі, дорівнює 2,5 (табл. В.2);

β – кут нахилу конвеєра, дорівнює плюс 5 градусів (вихідні дані);

η – коефіцієнт корисної дії приводу, приймаємо 0,9.

З табл. Г.1, Г.2 або довідкової літератури вибираємо найближчий за потужністю асинхронний електричний двигун з короткозамкненим (до 100 кВт) або фазним ротором, з мінімальною частотою обертання.

Вибираємо асинхронний електричний двигун з короткозамкненим ротором АИР132М8: $N_{\text{ном}} = 5,5$ кВт; $n_{\text{ед}} = 750$ хв⁻¹.

Розраховуємо передаточне число приводу

$$U_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{ед}}}{n} = \frac{750}{60,0} = 12,5,$$

де $U_{\text{пр}}$ – передаточне число приводу;

$n_{\text{ед}}$ – частота обертання валу електродвигуна, дорівнює 750 хв⁻¹;

n – частота обертання валу гвинта транспортера, дорівнює 60,0 хв⁻¹ (прийнята величина).

За передаточним числом з табл. Г.3, Г.4 вибираємо редуктор типу 1Ц2У або КЦ.

Вибираємо редуктор типу 1Ц2У-100 (група 2) з фактичним передаточним числом $U_{\text{ред}} = 12,8$.

З урахуванням фактичного передаточного числа редуктора уточнюємо дій-

сну продуктивність транспортера. Відхилення уточненої продуктивності транспортера від рекомендованої (п. 5.2) дозволяється в межах до 10 %.

$$Q_{\text{ут}} = 47 \cdot D^3 \cdot k_D \cdot \frac{n_{\text{ед}}}{U_{\text{ред}}} \cdot \psi \cdot \rho \cdot k_{\beta} = 47 \cdot 0,4^3 \cdot 0,9 \cdot \frac{750}{12,8} \cdot 0,25 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 42,8 \text{ т/год,}$$

де $Q_{\text{ут}}$ – уточнена продуктивність транспортера, т/год;

D – діаметр гвинта, дорівнює 0,400 м (прийнята величина).

k_D – відношення кроку гвинта до його діаметра, дорівнює 0,8 для абразивних матеріалів; 1,0 для неабразивних матеріалів, приймаємо 0,9, як для вантажу середньої абразивності;

$n_{\text{ед}}$ – частота обертання валу електродвигуна, дорівнює 750 хв^{-1} (прийнята величина);

ψ – коефіцієнт заповнення жолобу, дорівнює 0,25 (табл. В.2);

ρ – насипна щільність вантажу, дорівнює $1,2 \text{ т/м}^3$ (вихідні дані);

k_{β} – коефіцієнт зменшення продуктивності залежно від кута нахилу транспортера, дорівнює 0,9 для кута нахилу транспортера $\beta = 5$ град (табл. В.3);

$U_{\text{ред}}$ – фактичне передаточне число редуктора, дорівнює 12,8 (прийнята величина).

6. СКРЕБКОВІ КОНВЕЄРИ З ВИСОКИМИ СУЦІЛЬНИМИ СКРЕБКАМИ

6.1. Загальна характеристика скребкових транспортерів

Скребкові конвеєри з високими суцільними скребками призначені для транспортування пиловидних, зернистих і шматкових добре сипких малоабразивних вантажів горизонтальними, нахиленими і комбінованими трасами. В таких конвеєрах вантаж за допомогою скребків переміщується окремими порціями жолобом або трубою прямокутного або круглого перерізу.

Скребкові транспортери мають наступні переваги:

- 1) простота конструкції і експлуатації;
- 2) можливість завантаження і розвантаження в будь-якому місці траси;
- 3) можливість герметичного транспортування вантажів, здатних до пилоутворення, газовиділення і гарячих вантажів;
- 4) можливість двобічного транспортування.

До недоліків скребкових транспортерів належать:

- 1) кришення і подрібнення вантажу;
- 2) зношення ходової частини конвеєра і жолоба особливо при транспортуванні абразивних вантажів;
- 3) висока енергоємність;
- 4) значні навантаження на тяговий елемент, які пов'язані з заклинюванням міцних, важко подрібнюваних шматків між скребками і жолобом.

Через значний опір транспортуванню вантажу і знос обмежують швидкість, довжину і продуктивність скребкових транспортерів. Зазвичай швидкість конвеєра лежить в межах 0,16–0,40 м/с, в окремих випадках (на вугільних транспортерах) 0,5–1,0 м/с. Довжина траси конвеєра може бути до 100 м, а продуктивність до 50–350 т/год (залежно від конструктивних особливостей), в окремих випадках до 700 т/год.

Кут нахилу скребкових транспортерів зазвичай не перевищує 30–40 град, так як його збільшення спричиняє значне зниження продуктивності.

Характеристики скребкових транспортерів з прямокутними скребками (рис. 6.1) надані в табл. Д.1.

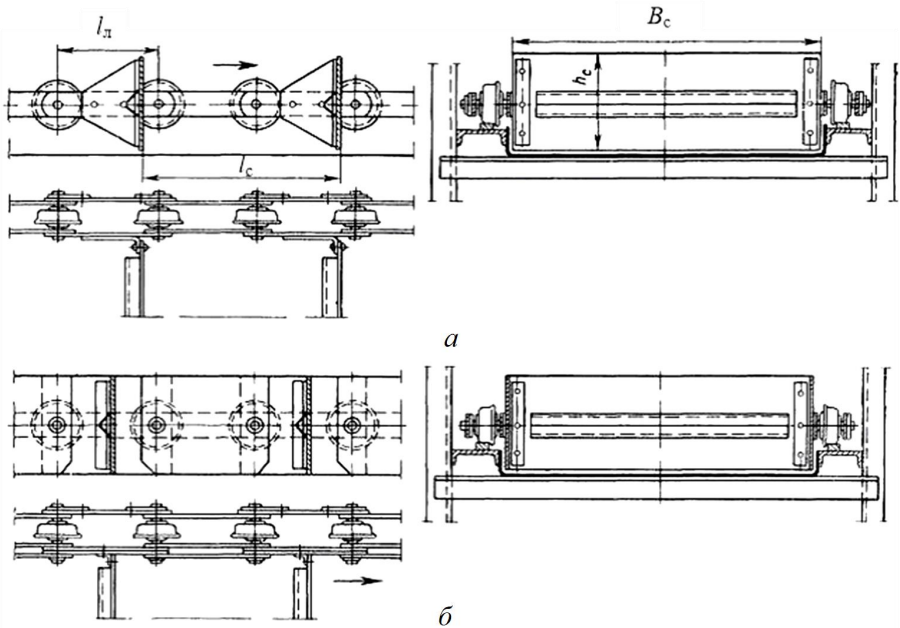


Рис. 6.1. Ходова частина скребоквих конвеєрів: *а* – з прямокутними високими скребками без бокових стінок; *б* – з боковими рухомими стінками

Схема скребкового конвеєра з суцільними високими скребками наведена на рис. 6.2.

Конвеєр складається з відкритого жолоба 7, закріпленого на рамі 6, вздовж якого рухається замкнений тяговий ланцюг 2 (або два ланцюга) з закріпленими на ньому скребками 3, що огинає привідну 4 і натяжну 1 зірочки. Вантаж, що транспортується, засипається до жолоба транспортера в будь-якому місці і переміщується скребками за довжиною жолоба. Розвантаження конвеєра може відбуватися в будь-якому місці за його довжиною через розвантажувальні отвори 5 в дніщі жолоба, що перекриваються шибєрними засувками 8. Вантаж може транспортуватися нижньою (рис. 6.2, а), верхньою гілкою або верхньою і нижньою гілками в різних напрямках (рис. 6.2, б).

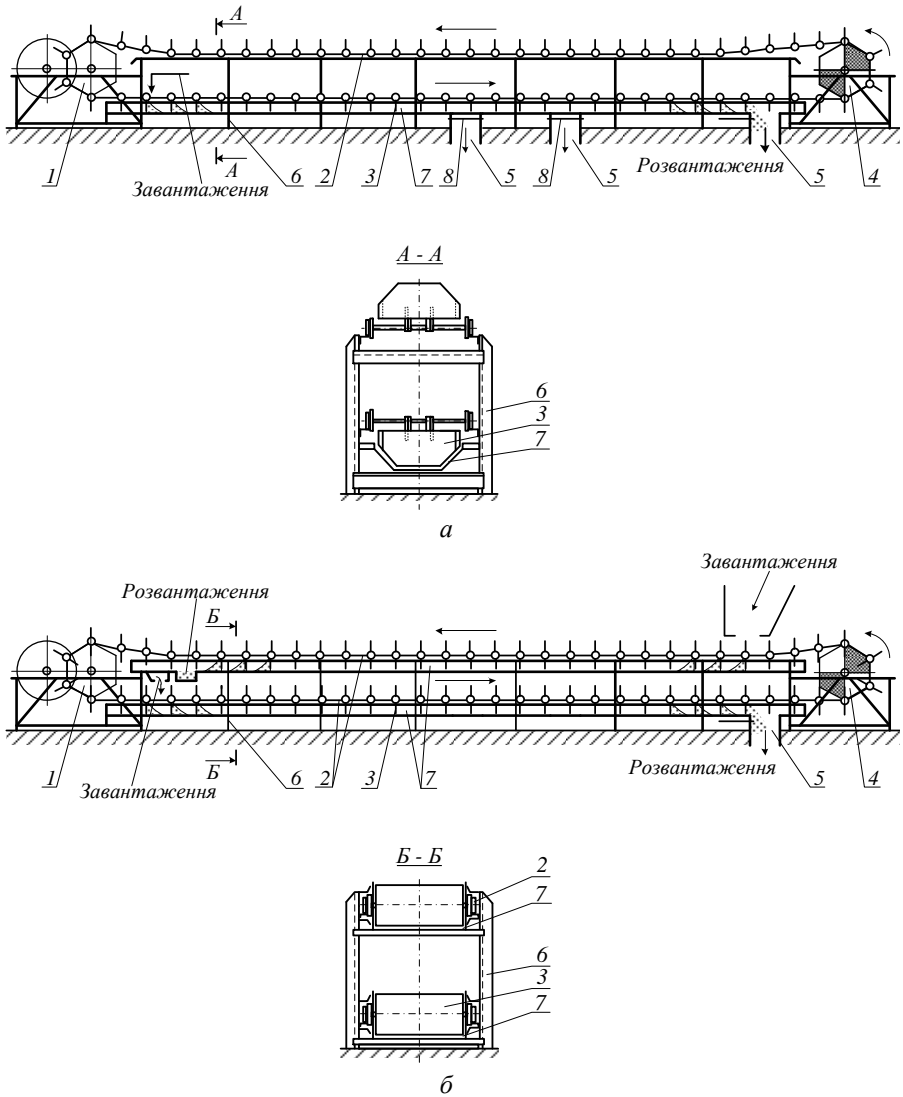


Рис. 6.2. Скребокний конвеєр з суцільними високими скребками:
a – скребокний конвеєр з однією робочою гілкою; *б* – з двома робочими
гілками: 1 – натяжний пристрій; 2 – тяговий ланцюг; 3 – скребок; 4 – привід;
5 – розвантажувальний отвір; 6 – рама; 7 – жолоб; 8 – шиберна засувка

Транспортери з високими скребками бувають у відкритому та закритому виконанні. В останньому випадку жолоб конвеєра закривається стальними листами.

Тяговим елементом конвеєра з високими скребками зазвичай слугує один або два пластинчасті ланцюга. Основним недоліком пластинчастих ланцюгів є забруднення втулок і котків. Це веде до збільшення натягу ланцюга та його прискореному зносу.

В одноланцюговому вертикально замкненому конвеєрі тяговий ланцюг розташований посередині ширини скребка над ним (рис. 6.2, а) або, рідше, під ним. Ходова частина конвеєра переміщується при ковзанні ланцюга зі скребками жолобом, ковзанні накладок-повзунів жолобом або бічними направляючими шляхам або при коченні котків ланцюга направляючими шляхами (рис. 6.2, а). У дволанцюгового конвеєра тягові ланцюги розташовані з боків скребок і рухаються, як правило, котками ланцюгів бічними направляючими шляхами (рис. 6.2, б). Рух ходової частини на котках є більш переважним. Він є важливою перевагою конвеєрів з високими скребками порівняно з конвеєрами інших типів, скребки яких ковзають жолобом або трубою конвеєра.

Вибір кількості тягових ланцюгів (одного або двох) зумовлений необхідним тяговим зусиллям, шириною скребка і довжиною конвеєра, а головне – стійкістю положення скребка. Тому для скребок шириною до 400 мм використовують один тяговий ланцюг, при більшій ширині – два ланцюга.

Скребки бувають двох типів – плоскі і з рухливими стінками (ящичні). Плоскі скребки бувають трапецеїдальної, напівкруглої або прямокутної форми. Ящичні – тільки прямокутні. У транспортерів з ящичними скребками внутрішні ланки тягових ланцюгів виготовляють з листів однакової висоти зі скребком. За рахунок цього утворюється послідовний набір відкритих ящиків без днища, що рухаються. Днищем ящика слугує дно нерухомого жолоба конвеєра. Вантаж в ящиках не третяся о бічні стінки нерухомого жолоба, не заклинюється між ним і скребком. Це зменшує опір переміщенню вантажу, дозволяє використовувати ящичні скребки для транспортування шматкових вантажів.

Скребки виготовляють з листової сталі товщиною 3–8 мм і для жорсткості укріплюють ребрами. Ширина плоских скребків складає включно до 650 мм, а ящичних – 500–1200 мм. Висота скребка зазвичай в 2–3 рази менше ширини. При значному збільшенні висоти скребка зростає розрахункова площа поверхні перерізу жолоба і консольне навантаження на скребки і ланцюг.

Шаг скребків визначається залежно від гранулометричного складу і кута природнього укусу вантажу, що транспортується, висоти скребка і кроку ланцюга. Для шматкових вантажів крок скребків повинен бути більше розміру найбільшого шматка вантажу. Для інших вантажів вибраний шаг скребків повинен забезпечувати найбільше заповнення простору між скребками.

Жолоб конвеєра виготовляють зварним або штампованим з листової сталі товщиною 4–6 мм прямокутного, трапецеїдального або напівкруглого (за формою скребка) перерізу. При транспортуванні абразивних вантажів для підвищення терміну служби дно жолоба футерують зносостійким покриттям, наприклад базальтовими плитами. Жолоб збирають з секцій довжиною 3–6 м. Зазор між скребком і жолобом с кожної сторони повинен складати 5–15 мм.

Скребкові транспортери обладнуються електричним приводом з передаточним механізмом редукторного типу. Для захисту від поломок (випадкове перевантаження, заклинювання шматків вантажу в зазорі між скребками і жолобом або ланцюгом і зірочкою), особливо для конвеєрів середнього і важкого типів, доцільно передбачати запобіжний пристрій (зрізний штифт або муфту).

При транспортуванні дрібношматкових вантажів використовують гвинтовий натяжний пристрій. Для великошматкових доцільнішим є використання пружинно-гвинтового натяжного пристрою для забезпечення відходу натяжної зірочки при заклинюванні шматків вантажу.

В конвеєрах з плоскими скребками натяжний пристрій повинен забезпечити стійке положення скребків (виключити можливість їх перекидання через консольне прикладання навантаження) за рахунок збільшеного початкового натягу.

Шиберні засувки в днищі жолоба для вивантаження відкривають і закривають вручну або обладнують електромеханічними, гідравлічними чи пневматичними приводами.

Рама конвеєра виготовляється з прокатних профілів секціями довжиною 3–6 м. При цьому необхідно передбачити кожух, що закриває ланцюг.

6.2. Порядок розрахунку скребкового конвеєра

6.2.1. Вихідні дані для розрахунку

Вихідним даними для розрахунку скребкового конвеєра з високими суцільними скребками є: тип скребоків; продуктивність, швидкість руху скребоків, властивості вантажу, що транспортується, конфігурація траси конвеєра.

6.2.2. Визначення розмірів жолобу

Легкосипкі, зернисті і пиловидні вантажі розташовуються перед високим скребком окремими порціями (рис. 6.3, *a*), які називають тілами волочіння, поздовжній переріз якого близький до нерівнобічної трапеції. Якщо порція вантажу велика, можливе пересипання його через скребок і зсипання з боків. Тому висота h тіла волочіння повинна бути менше висоти скребка h_c і жолоба $h_{ж}$. Поганосипкі шматкові вантажі менше піддаються перемішуванню і переміщуються більш рівномірним шаром, заповнюючи весь простір між скребками (рис. 6.3, *б*), але й в цьому випадку висота тіла волочіння h не повинна перевищувати висоту жолоба $h_{ж}$. Зі збільшенням кута нахилу транспортера β об'єм вантажу перед скребком зменшується (рис. 6.3, *в*), що веде до зменшення продуктивності.

Для встановлення форми тіла волочіння кожного вантажу необхідне додаткове дослідження, тому розрахунок конвеєра виконують за усередненими даними, що характеризуються експериментально встановленим узагальненим коефіцієнтом заповнення жолоба ψ , який являє собою відношення об'єму вантажу на ділянці між скребками до геометричного об'єму цієї ділянки. Для легкосипких вантажів приймають $\psi = 0,5–0,6$; для поганосипких вантажів – $\psi = 0,7–0,8$.

Зі збільшенням кута нахилу конвеєра β об'єм вантажу перед скребком зменшується, що ураховують шляхом введення до розрахунку експериментального коефіцієнта $k_{\beta} \leq 1$ (табл. Д.2).

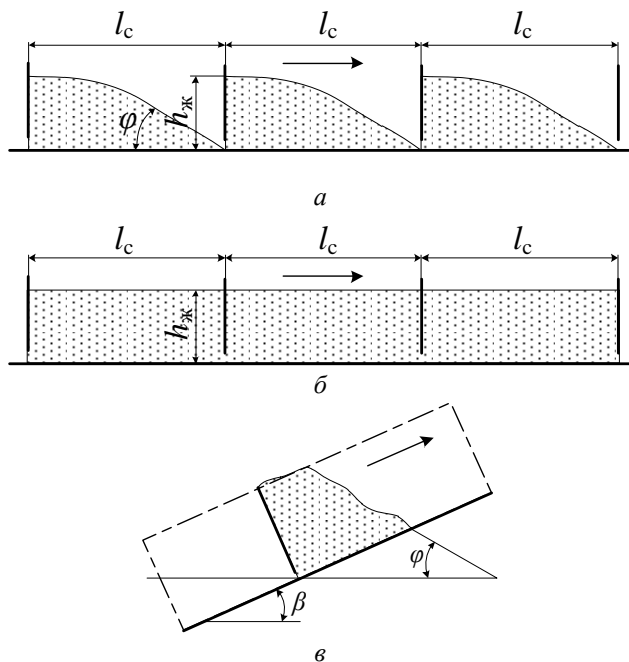


Рис. 6.3. Схема розташування насипного вантажу перед високими скребками: *a* – при транспортуванні легкосипкого зернистого і пиловидного вантажу; *б* – при транспортуванні поганосипкого шматкового вантажу; *в* – на нахиленому транспортері

З урахуванням вказаного вище продуктивність скребкового транспортера з високими суцільними скребками можна розрахувати за формулою

$$Q = 3600 \cdot B_{\text{ж}} \cdot h_{\text{ж}} \cdot \psi \cdot \rho \cdot v \cdot k_{\beta} = 3600 \cdot h_{\text{ж}}^2 \cdot k_{\text{h}} \cdot \psi \cdot \rho \cdot v \cdot k_{\beta}, \quad (6.1)$$

де Q – продуктивність транспортера, т/год;

$B_{\text{ж}}$ – ширина жолоба, м;

$h_{\text{ж}}$ – висота жолоба, м;

ψ – узагальнений коефіцієнт заповнення жолоба;

ρ – насипна щільність вантажу, т/м³;

v – швидкість руху скребоків, м/с;

k_{β} – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу транспортера і виду вантажу, що транспортується;

k_h – коефіцієнт співвідношення ширини і висоти жолоба, приймають

$$k_h = \frac{B_{\text{ж}}}{h_{\text{ж}}} = 2,4 \dots 4.$$

З (6.1) можна визначити висоту жолоба

$$h_{\text{ж}} = \sqrt{\frac{Q}{3600 \cdot k_h \cdot \psi \cdot \rho \cdot v \cdot k_{\beta}}}. \quad (6.2)$$

Номінальна продуктивність конвеєрів повинна вибиратися з ряду, м³/год: 1,60; 2,00; 2,50; 3,15; 4,00; 5,00; 6,30; 8,00; 10,00; 12,50; 16,00; 20,00; 25,00; 31,50; 40; 50; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800.

Швидкість руху скребків повинна вибиратися з ряду, м/с: 0,100; 0,125; 0,160; 0,200; 0,250; 0,315; 0,400; 0,500; 0,630; 0,800; 1,000.

Ширина жолоба дорівнює

$$B_{\text{ж}} = h_{\text{ж}} \cdot k_h. \quad (6.3)$$

Висоту скребка приймають на 25–50 мм більше ніж висота жолоба $h_{\text{ж}}$. Одержану ширину жолоба $B_{\text{ж}}$ округлюють за типовими розмірами ширини скребка з урахуванням зазору між жолобом і скребком 5–20 мм з кожного боку.

Нормальний ряд значень ширини жолоба, мм: 120; 140; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 650; 800; 1000; 1200.

Висоту скребка для транспортера з високими скребками конструктивно приймають на 25–50 мм вище робочої висоти жолоба

$$h_c = (25 \dots 50) + h_{\text{ж}}. \quad (6.4)$$

Крок скребків зазвичай приймають:

$$l_c = 2 \cdot l_{\text{л}} = (2 \dots 4) \cdot h_c, \quad (6.5)$$

де l_c – крок скребків, мм;

$l_{\text{л}}$ – крок ланцюга, мм;

h_c – висота скребка, мм.

Прийняті розміри кроку скребків і ширину жолоба необхідно перевірити за гранулометричним складом вантажу, що транспортується, виходячи з найбільшого розміру типового шматка

$$B_{\text{ж}} \geq X \cdot a', \quad (6.6)$$

$$l_c \geq 1,5 \cdot a', \quad (6.7)$$

де X – коефіцієнт, що ураховує тип вантажу; для дволанцюгових конвеєрів: при сортованому вантажі дорівнює 3–4, при рядовому вантажі – 2,0–2,5; для од-ноланцюгових: при сортованому вантажі – 5–7; при рядовому вантажі – 3,0–3,5, так як ланцюг, що проходить серединою жолоба погіршує умови завантаження і розвантаження транспортера;

a' – розмір типового шматка, мм.

Розрахункова площа поперечного перерізу жолоба дорівнює

$$F = B_{\text{ж}} \cdot h_{\text{ж}} \cdot \psi \cdot k_{\beta}, \quad (6.8)$$

де F – розрахункова площа поперечного перерізу жолоба, м^2 ;

$B_{\text{ж}}$ – ширина жолоба, м;

$h_{\text{ж}}$ – висота жолоба, м;

ψ – узагальнений коефіцієнт заповнення жолоба;

k_{β} – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу транспортера і виду вантажу, що транспортується.

6.2.3. Визначення погонних навантажень

Погонне навантаження від маси вантажу, що транспортується, визначають за формулою

$$q_{\text{в}} = \frac{g \cdot Q}{3,6 \cdot v \cdot k_{\Gamma}}, \quad (6.9)$$

де $q_{\text{в}}$ – погонне навантаження від маси вантажу, Н/м;

g – прискорення вільного падіння, дорівнює 9,81 $\text{м}/\text{с}^2$;

Q – продуктивність транспортера, т/год;

v – швидкість руху скребків, $\text{м}/\text{с}$;

k_{Γ} – коефіцієнт, що ураховує гранулометричний склад вантажу, дорівнює 0,9 для шматкових, зернистих і порошкоподібних вантажів; 0,8 для пиловидних вантажів.

Погонне навантаження від тягового ланцюга визначають наступним чином

$$q_0 = k_{\text{q}} \cdot q_{\text{в}}, \quad (6.10)$$

де q_0 – погонне навантаження від тягового ланцюга, Н/м;

k_q – емпіричний коефіцієнт, дорівнює 0,5–0,6 – для одноланцюгових конвеєрів; 0,6–0,8 – для дволанцюгових конвеєрів.

6.2.4. Мінімальний натяг ланцюгів

Мінімальний натяг тягового ланцюга приймають $S_{\min} = 3000\text{--}6000$ Н залежно від довжини і продуктивності конвеєра. У горизонтальних транспортерів (рис. 6.4, а) точка S_{\min} розташована в точці збігу ланцюга з привідної зірочки.

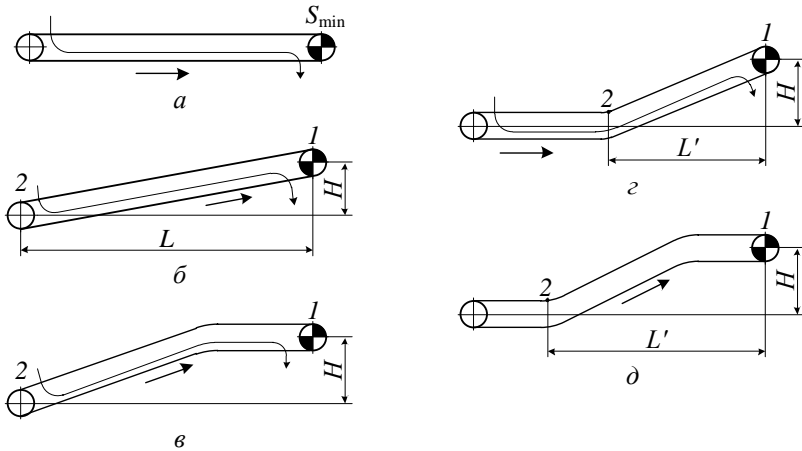


Рис. 6.4. Розрахункові схеми скребкових конвеєрів

У нахилених і комбінованих конвеєрів з нахиленою хвостовою частиною (рис. 6.4, б, в) S_{\min} може бути в точках 1 і 2 залежно від співвідношення $(L \cdot \omega)$ і H , де L – довжина горизонтальної проекції траси транспортера, м; ω – коефіцієнт опору ходової частини транспортера, дорівнює 0,1–0,13 для ланцюгів з котками, 0,25–0,40 – для ланцюгів без котків; H – довжина вертикальної проекції траси конвеєра, м.

Якщо $(L \cdot \omega) > H$, то S_{\min} знаходиться в точці 1; якщо $(L \cdot \omega) < H$, то S_{\min} знаходиться в точці 2; якщо $(L \cdot \omega) = H$, то натяги в точках 1 і 2 однакові (без урахування втрат на перегин траси).

Для комбінованих транспортерів з горизонтальною хвостовою ділянкою (рис. 6.4, г, д) точка S_{\min} залежить від співвідношення $(L' \cdot \omega)$ і H , де L' – проекція

довжини ділянки від приводу до початку горизонтальної ділянки.

Якщо $(L' \cdot \omega) > H$, то S_{\min} знаходиться в точці 1; якщо $(L' \cdot \omega) < H$, то S_{\min} знаходиться в точці 2.

Попередньо необхідно вибрати тягові ланцюги (рис. 6.5, табл. Д.3).

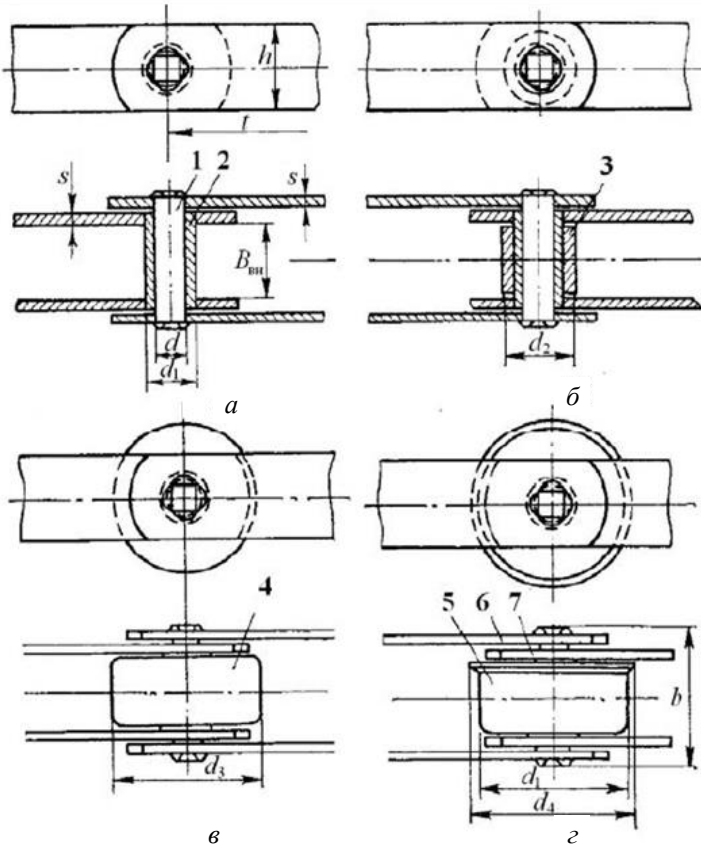


Рис. 6.5. Пластинчасті втулкові і коткові ланцюги: 1 – валик; 2, 3 – втулки; 4, 5 – котки; 6, 7 – пластини

Максимальний натяг ланцюгів визначають за приблизною формулою

$$S_{\max} = q_{\text{в}} \cdot (\omega_{\text{ж}} \cdot L + H) + S_{\min} + q_{\text{хг}}, \quad (6.11)$$

де S_{\max} – максимальний натяг ланцюгів, Н;

q_v – погонне навантаження від маси вантажу, що транспортується, Н/м;
 $\omega_{ж}$ – коефіцієнт опору при русі вантажу в жолобі, дорівнює 0,8–2,0 для коткових ланцюгів; 1,0–4,5 для ковзних ланцюгів;

L – горизонтальна проекція траси транспортера, м;

H – висота підйому конвеєра, м;

$q_{хг}$ – погонне навантаження від маси холостої гілки, Н/м

$$q_{хг} = q_0 \cdot (H - L \cdot \omega), \quad (6.12)$$

ω – коефіцієнт опору ходової частини транспортера, дорівнює 0,1–0,13 для ланцюгів з котками; 0,25–0,40 для ланцюгів без котків.

За розрахованою величиною S_{\max} з урахуванням динамічних навантажень перевіряють тяговий ланцюг на міцність.

В разі двох ланцюгів зусилля на один ланцюг з урахуванням нерівномірності розподілення навантажень складе

$$S_{\text{розр}} = \frac{1,5 \cdot S_{\max}}{2}. \quad (6.13)$$

За величиною $S_{\text{розр}}$, одержаною за загальним розрахунком, перевіряють ланцюг за умовою

$$S_{\text{руйн}} \geq S_{\text{розр}} \cdot k, \quad (6.14)$$

де $S_{\text{руйн}}$ – руйнівне навантаження одного ланцюга, Н;

k – коефіцієнт запасу міцності ланцюга, дорівнює 8–10 для нахилених транспортерів; 6–7 для горизонтальних транспортерів.

З урахуванням цієї умови, необхідно вибрати ланцюг по табл. Д.3.

6.2.5. Перевірний розрахунок

Уточнення продуктивності транспортера проводять за формулою

$$Q = 3600 \cdot F \cdot \rho \cdot v, \quad (6.15)$$

де F – розрахункова площа поперечного перерізу жолоба, м²;

ρ – насипна щільність вантажу, т/м³;

v – швидкість руху скребків, м/с.

Уточнений тяговий розрахунок проводимо методом обходу за контуром починаючи з точки мінімального натягу ланцюга S_{\min} (точка 1 для рис. 6.6)

$$S_1 = S_{\min} = (3000-6000) \text{ Н},$$

$$S_2 = S_1 + q_0 \cdot L \cdot \omega - q_0 \cdot H,$$

$$S_3 = S_2 \cdot (\zeta - 1),$$

$$S_4 = S_3 + (q_b \cdot \omega_{ж} + q_0 \cdot \omega) \cdot L + (q_b + q_0) \cdot H,$$

де S_1-S_4 – натяги ланцюга в характерних точках, Н;

q_0 – погонне навантаження від тягового ланцюга, Н/м;

L – горизонтальна проекція траси транспортера, м;

ω – коефіцієнт опору ходової частини транспортера, дорівнює 0,1–0,13 для ланцюгів з котками; 0,25–0,4 для ланцюгів без котків;

H – висота підйому конвеєра, м;

ζ – коефіцієнт опору на зірочках, дорівнює 1,03–1,04 для зірочок на підшипниках кочення; 1,05–1,07 для зірочок на підшипниках ковзання;

q_b – погонне навантаження від маси вантажу, що транспортується, Н/м;

$\omega_{ж}$ – коефіцієнт опору при русі вантажу в жолобі, дорівнює 0,8–2,0 для ковткових ланцюгів; 1,0–4,5 для ковзних ланцюгів.

Величини погонних навантажень визначають за (6.9)-(6.10).

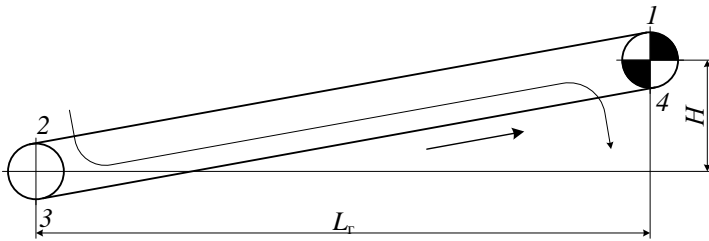


Рис. 6.6. Схема скребкового транспортера для розрахунку методом обходу за контуром

6.2.6. Вибір елементів приводу

Окружне зусилля на привідних зірочках дорівнює

$$W_0 = S_{нб} - S_{зб} \quad (6.16)$$

де W_0 – окружне зусилля на привідних зірочках, Н;

$S_{нб}$ – натяг ланцюга в точці набігання на привідну зірочку, Н;

$S_{зб}$ – натяг ланцюга в точці збігу з привідної зірочки, Н;

Необхідну потужність електричного двигуна розраховують за формулою

$$N_{ед} = \frac{v \cdot k_3 \cdot W_0}{1000 \cdot \eta}, \quad (6.17)$$

де v – швидкість руху скребків, м/с;

k_3 – коефіцієнт запасу, дорівнює 1,10–1,35;

W_0 – окружне зусилля на привідних зірочках, Н;

η – коефіцієнт корисної дії приводу.

Частоту обертання привідного валу визначають за формулою

$$n_{пр} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_0}, \quad (6.18)$$

де $n_{пр}$ – частота обертання привідного валу, $хв^{-1}$;

v – швидкість руху скребків, м/с;

D_0 – діаметр ділильної окружності зірочки, м (табл. Д.4).

Необхідне передаточне співвідношення приводу розраховують за формулою

$$U_{пр} = \frac{n_{ед}}{n_{пр}}, \quad (6.19)$$

де $U_{пр}$ – передаточне співвідношення приводу;

$n_{ед}$ – частота обертання валу електродвигуна, $хв^{-1}$;

$n_{пр}$ – частота обертання привідного валу, $хв^{-1}$.

Для натягу ланцюга встановлюємо гвинтовий або пружинно-гвинтовий натяжний пристрій. Хід натяжного пристрою дорівнює

$$l_{н} = (1,6 - 2,0) \cdot l_{л}, \quad (6.20)$$

де $l_{н}$ – хід натяжного пристрою, м;

$l_{л}$ – крок ланцюга, м.

6.3. Приклад розрахунку скребкового транспортера

6.3.1. Вихідні дані для розрахунку

Продуктивність транспортера – 50 м³/год.

Вантаж – вапняк дрібношматковий ($a' = 50$ мм).

Характеристика вантажу з табл. А.1:

- 1) насипна щільність $\rho = 1,5 \text{ т/м}^3$;
- 2) кут природнього укоосу у спокої $\varphi = 40$ град.

Траса транспортера – нахилено-горизонтальна.

Розміри ділянок – $l_1 = 15 \text{ м}$; $l_2 = 25 \text{ м}$.

Кут нахилу нахиленої ділянки – $\beta = 10$ град.

Висота підйому конвеєра $H = l_2 \cdot \sin\beta = 25 \cdot \sin 10^\circ = 25 \cdot 0,173 = 4,3 \text{ м}$.

Тип скребків конвеєра – високі суцільні.

6.3.2. Задача розрахунку

Накреслити розрахункову схему конвеєра відповідно до варіанта завдання з позначенням основних розмірів (рис. 6.7). Розрахувати розміри скребків і жолоба, потужність приводу скребкового транспортера для виконання задачі транспортування за вихідними даними (див. п. 6.3.1).

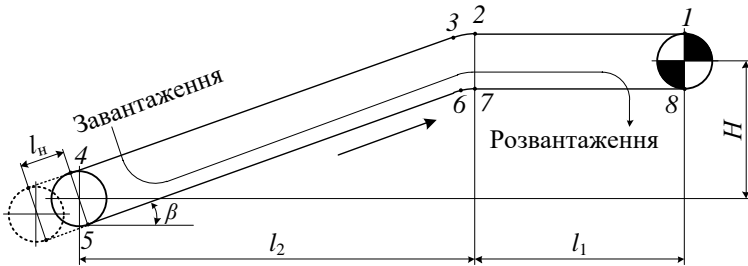


Рис. 6.7. Розрахункова схема скребкового транспортера

6.3.3. Визначення розмірів жолобу

Визначаємо робочу висоту жолоба за формулою (6.2)

$$h_{\text{ж}} = \sqrt{\frac{Q}{3600 \cdot k_{\text{н}} \cdot \psi \cdot \rho \cdot v \cdot k_{\beta}}} = \sqrt{\frac{75}{3600 \cdot 4 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 0,130 \text{ м},$$

де Q – продуктивність транспортера, дорівнює $50 \cdot 1,5 = 75 \text{ т/год}$ (вихідні дані);

$k_{\text{н}}$ – коефіцієнт співвідношення ширини і висоти жолоба, приймаємо 4 (див. п. 6.2.2);

ψ – узагальнений коефіцієнт заповнення жолоба, приймаємо 0,6 (див. п.

6.2.2);

ρ – насипна щільність вантажу, дорівнює $1,5 \text{ т/м}^3$ (вихідні дані);

v – швидкість руху скребків, приймаємо $0,4 \text{ м/с}$ (див. п.6.2.2);

k_β – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу транспортера і виду вантажу, що транспортується, дорівнює $0,85$ для легкосипкого вантажу і кута нахилу $\beta = 10$ град (табл. Д.2).

Визначаємо ширину жолоба транспортера з високими суцільними скребками за (6.3)

$$B_{\text{ж}} = h_{\text{ж}} \cdot k_{\text{н}} = 0,130 \cdot 4 = 0,520 \text{ м} = 520 \text{ мм},$$

де $h_{\text{ж}}$ – висота жолоба, дорівнює $0,130 \text{ м} = 130 \text{ мм}$ (розрахована величина);

$k_{\text{н}}$ – коефіцієнт співвідношення ширини і висоти жолоба, дорівнює 4 (прийнята величина).

Зазор між скребком і жолобом повинен бути $5\text{--}20 \text{ мм}$ з кожного боку. Приймаємо значення зазору 10 мм , тоді ширина жолоба складе

$$B_{\text{ж}} = 520 + 2 \cdot 10 = 540 \text{ мм}.$$

Одержану ширину жолоба округлюємо до ближчого більшого значення за нормальним рядом, $B_{\text{ж}} = 650 \text{ мм} = 0,65 \text{ м}$ (див. п. 6.2.2).

Приймаємо два тягових ланцюга з котками.

Висоту скребка приймаємо на $25\text{--}50 \text{ мм}$ більше робочої висоти жолоба

$$h_{\text{с}} = (25\text{...}50) + h_{\text{ж}} = 50 + 130 = 180 \text{ мм}.$$

Приймаємо висоту скребка 250 мм (табл. Д.1).

За (6.5) крок скребків приймаємо $l_{\text{с}} = 2 \cdot l_{\text{л}} = (2\text{...}4) \cdot h_{\text{с}} = 2,5 \cdot 250 = 625 \text{ мм}$

Таким чином остаточно приймаємо (табл. Д.1):

1) висота скребка $h_{\text{с}} = 250 \text{ мм} = 0,25 \text{ м}$;

2) ширина жолоба $B_{\text{ж}} = 650 \text{ мм} = 0,65 \text{ м}$;

3) крок скребків $l_{\text{с}} = 630 \text{ мм} = 0,63 \text{ м}$;

4) крок ланцюга $l_{\text{л}} = 315 \text{ мм} = 0,315 \text{ м}$.

Площу поперечного перерізу жолоба розраховуємо за формулою

$$F = B_{\text{ж}} \cdot h_{\text{ж}} \cdot \psi \cdot k_\beta = 0,65 \cdot 0,130 \cdot 0,6 \cdot 0,85 = 0,043 \text{ м}^2.$$

6.3.4. Визначення погонних навантажень

Визначаємо погонне навантаження від маси вантажу, що транспортується, за формулою (6.9)

$$q_B = \frac{g \cdot Q}{3,6 \cdot v \cdot k_T} = \frac{9,81 \cdot 75}{3,6 \cdot 0,4 \cdot 0,9} = 567,7 \text{ Н/м,}$$

де q_B – погонне навантаження від маси вантажу, Н/м;

g – прискорення вільного падіння, дорівнює $9,81 \text{ м/с}^2$;

Q – продуктивність транспортера, дорівнює 75 т/год (вихідні дані);

v – швидкість руху скребків, дорівнює $0,4 \text{ м/с}$ (прийнята величина);

k_T – коефіцієнт, що ураховує гранулометричний склад вантажу, приймаємо $0,9$, для шматкових, зернистих і порошкоподібних вантажів.

Визначаємо погонне навантаження від тягового ланцюга за формулою (6.10)

$$q_0 = k_q \cdot q_B = 0,7 \cdot 567,7 = 397,4 \text{ Н/м,}$$

де k_q – емпіричний коефіцієнт, дорівнює $0,6$ – $0,8$ – для дволанцюгових конвеєрів, приймаємо $0,7$;

q_B – погонне навантаження від маси вантажу, що транспортується, дорівнює $567,7 \text{ Н/м}$ (розрахована величина).

Визначаємо погонне навантаження від маси холостої гілки конвеєра

$$q_{xT} = q_0 \cdot (H - L \cdot \omega) = 397,4 \cdot (4,3 - 40 \cdot 0,1) = 119,2 \text{ Н/м,}$$

де q_{xT} – погонне навантаження від маси холостої гілки конвеєра, Н/м;

q_0 – погонне навантаження від тягового ланцюга, дорівнює $397,4 \text{ Н/м}$ (розрахована величина);

H – довжина вертикальної проекції траси транспортера (висота підйому вантажу), дорівнює $4,3 \text{ м}$ (вихідні дані);

L – довжина горизонтальної проекції траси транспортера, дорівнює $L = l_1 + l_2 = 15 + 25 = 40 \text{ м}$ (вихідні дані);

ω – коефіцієнт опору ходової частини транспортера, приймаємо $0,10$, як для ланцюгів з котками.

6.3.5. Мінімальний і максимальний натяги ланцюгів

Мінімальний натяг тягового ланцюга приймаємо $S_{\min} = 6000$ Н (див. п. 6.2.4).

Так як траса нахилено-горизонтальна і

$$L \cdot \omega = 40 \cdot 0,1 = 4 < H = 4,3 \text{ м,}$$

де L – довжина горизонтальної проекції траси транспортера, дорівнює 40 м (вихідні дані);

ω – коефіцієнт опору ходової частини транспортера, дорівнює 0,10, як для ланцюгів з котками (прийнята величина),

то S_{\min} знаходиться в точці 4 (рис. 6.7).

Попередньо приймаємо два ланцюга з котками та ребордами на котках М160 (табл. Д.3) з кроком $l_d = 315$ мм.

Максимальний натяг ланцюга за (6.12) дорівнює

$$S_{\max} = q_b \cdot (\omega_j \cdot L + H) + S_{\min} + q_{xg} = 567,7 \cdot (1 \cdot 40 + 4,3) + 6000 + 119,2 = 31268,3 \text{ Н,}$$

де S_{\max} – максимальний натяг ланцюга, Н;

q_b – погонне навантаження від маси вантажу, що транспортується, дорівнює 567,7 Н/м (розрахована величина);

ω_j – коефіцієнт опору руху вантажу в жолобі, в разі використання коткових ланцюгів дорівнює 1 (прийнята величина);

L – довжина горизонтальної проекції траси транспортера, дорівнює $L_T = l_1 + l_2 = 15 + 25 = 40$ м (вихідні дані);

H – довжина вертикальної проекції траси транспортера (висота підйому транспортера), дорівнює 4,3 м (розрахована величина).

S_{\min} – мінімальний натяг тягового ланцюга, дорівнює 6000 Н (прийнята величина);

q_{xg} – погонне навантаження від маси холостої гілки, дорівнює 119,2 Н/м (розрахована величина).

За розрахованою величиною S_{\max} з урахуванням динамічних навантажень

перевіряємо тяговий ланцюг на міцність.

В разі двох ланцюгів зусилля на один ланцюг з урахуванням нерівномірності розподілення навантажень складе (6.13)

$$S_{\text{розр}} = \frac{1,5 \cdot S_{\text{max}}}{2} = \frac{1,5 \cdot S_{\text{max}}}{2} = 23451,2 \text{ Н},$$

де S_{max} – максимальний натяг ланцюга, дорівнює 31268,3 Н (розрахована величина).

З величиною $S_{\text{розр}}$, одержаною за загальним розрахунком, перевіряють ланцюг за умовою (6.14)

$$S_{\text{руйн}} \geq S_{\text{розр}} \cdot k,$$

$$S_{\text{руйн}} \geq 23451,3 \cdot 8 = 187610,4 \text{ Н}$$

де k – коефіцієнт запасу міцності ланцюга, для нахиленого транспортера дорівнює 8–10, приймаємо $k = 8$.

З умови міцності остаточно приймаємо два ланцюга з ребордами на котках М224 (табл. Д.3) з кроком $l_{\text{л}} = 315$ мм та навантаженням руйнування 224 кН = 224000 Н.

6.3.6. Перевірний розрахунок

Виконуємо уточнений тяговий розрахунок методом обходу за контуром, починаючи з точки мінімального натягу ланцюга S_{min} (точка 4) (рис. 6.7).

$$S_4 = S_{\text{min}} = 6000 \text{ Н},$$

$$S_5 = S_4 \cdot (\zeta - 1) = 6000 \cdot (1,06 - 1) = 360,0 \text{ Н},$$

$$S_6 = S_5 + (q_{\text{в}} \cdot \omega_{\text{ж}} + q_0 \cdot \omega) \cdot L + (q_{\text{в}} + q_0) \cdot H = 360 + (567,7 \cdot 1 + 397,4 \cdot 0,1) \cdot 25 + (567,7 + 397,4) \cdot 4,3 = 19695,9 \text{ Н},$$

$$S_7 = S_6 \cdot (\zeta - 1) = 19695,9 \cdot (1,06 - 1) = 1181,8 \text{ Н},$$

$$S_8 = S_{\text{нб}} = S_7 + (q_{\text{в}} \cdot \omega_{\text{ж}} + q_0 \cdot \omega) \cdot L = 1181,8 + (567,7 \cdot 1 + 397,4 \cdot 0,1) \cdot 15 = 10293,4 \text{ Н},$$

$$S_1 = S_{36} = S_8 \cdot (\zeta - 1) = 10293,4 \cdot (1,06 - 1) = 617,6 \text{ Н},$$

$$S_2 = S_1 + q_0 \cdot L \cdot \omega = 617,6 + 397,4 \cdot 15 \cdot 0,1 = 623,6 \text{ Н},$$

$$S_3 = S_2 \cdot (\zeta - 1) = 623,6 \cdot (1,06 - 1) = 37,4 \text{ Н},$$

де S_1 – S_8 – натяги ланцюга в характерних точках транспортера (рис. 6,7), Н;

q_0 – погонне навантаження від тягового ланцюга, дорівнює 397,39 Н/м (розрахована величина);

q_v – погонне навантаження від маси вантажу, що транспортується, дорівнює 567,7 Н/м (розрахована величина);

L – довжина горизонтальної проекції траси транспортера, дорівнює $L_T = l_1 + l_2 = 15 + 25 = 40$ м (вихідні дані);

$\omega_{ж}$ – коефіцієнт опору при русі вантажу в жолобі, дорівнює 0,8–2,0 для коткових ланцюгів, приймаємо $\omega_{ж} = 1,0$;

ω – коефіцієнт опору ходової частини транспортера, дорівнює 0,1–0,13 для ланцюгів з котками, приймаємо $\omega = 0,1$;

H – довжина вертикальної проекції траси транспортера (висота підйому транспортера), дорівнює 4,3 м (розрахована величина).

ζ – коефіцієнт опору на зірочках, дорівнює 1,05–1,07 для зірочок на підшипниках ковзання, приймаємо $\zeta = 1,06$.

6.3.7. Вибір елементів приводу

Визначаємо тягове зусилля на привідній зірочці

$$W_0 = S_{нб} - S_{зб} = 10293,4 - 617,6 = 9675,8 \text{ Н.}$$

Розраховуємо потужність двигуна транспортера за формулою (6.17)

$$N_{ед} = \frac{v \cdot k_3 \cdot W_0}{1000 \cdot \eta} = \frac{0,4 \cdot 1,20 \cdot 9675,8}{1000 \cdot 0,9} = 5,16 \text{ кВт,}$$

де v – швидкість руху скребків, дорівнює 0,4 м/с (прийнята величина);

k_3 – коефіцієнт запасу, дорівнює 1,10–1,35, приймаємо 1,20;

W_0 – тягове зусилля на привідних зірочках, 9675,8 Н (розрахована величина);

η – коефіцієнт корисної дії приводу, приймаємо 0,9.

З табл. Г.1, Г.2 або довідкової літератури вибираємо найближчий за потужністю асинхронний електричний двигун з короткозамкненим (до 100 кВт) або фазним ротором, з мінімальною частотою обертання.

Вибираємо асинхронний електричний двигун з короткозамкненим ротором АИР132М8: $N_{ном} = 5,5$ кВт; $n_{ед} = 750$ хв⁻¹.

Частоту обертання привідного валу визначаємо за формулою (6.18)

$$n_{\text{пр}} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_0} = \frac{60 \cdot 0,4}{3,14 \cdot 1,01937} = 7,5 \text{ хв}^{-1},$$

де v – швидкість руху скребків, дорівнює 0,4 м/с (прийнята величина);

D_0 – діаметр ділильної окружності зірочки, дорівнює 1019,37 мм = 1,01937 м для зірочки з числом зубців $z = 10$ (табл. Д.4).

Необхідне передаточне співвідношення привідної станції розраховуємо за формулою (6.19)

$$U_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{ед}}}{n_{\text{пр}}} = \frac{750}{7,5} = 100,$$

де $U_{\text{пр}}$ – необхідне передаточне співвідношення привідної станції;

$n_{\text{ед}}$ – частота обертання валу електродвигуна, дорівнює 750 хв⁻¹ (вибрана величина);

$n_{\text{пр}}$ – частота обертання привідного валу, дорівнює 7,5 хв⁻¹ (розрахована величина).

За передаточним числом з табл. Г.3, Г.4 або довідкової літератури обираємо редуктор типу 1Ц2У або КЦ.

Вибираємо редуктор типу КЦ2-750 з фактичним передаточним числом $U_{\text{ред}} = 118,0$.

Уточнюємо швидкість руху скребків з урахуванням фактичного передаточного співвідношення.

$$v_{\text{ф}} = v \cdot U_{\text{пр}} / U_{\text{ред}} = 0,4 \cdot 100 / 118 = 0,34 \text{ м/с},$$

де $v_{\text{ф}}$ – уточнена швидкість руху скребків, м/с;

v – швидкість руху скребків, дорівнює 0,4 м/с (прийнята величина);

$U_{\text{пр}}$ – необхідне передаточне співвідношення привідної станції, дорівнює 100 (розрахована величина);

$U_{\text{ред}}$ – фактичне передаточне співвідношення редуктора, дорівнює 118,0.

Уточнюємо продуктивність транспортера за формулою (6.1)

$$Q_{\text{ф}} = 3600 \cdot B_{\text{ж}} \cdot h_{\text{ж}} \cdot \psi \cdot \rho \cdot v \cdot k_{\beta} = 3600 \cdot 0,65 \cdot 0,13 \cdot 0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,34 \cdot 0,85 = 79,1 \text{ т/год},$$

де $Q_{\text{ф}}$ – уточнена продуктивність транспортера, т/год;

$B_{\text{ж}}$ – ширина жолоба, дорівнює 0,65 м (розрахована величина);

$h_{\text{ж}}$ – висота жолоба, дорівнює 0,13 м (прийнята величина);

ψ – узагальнений коефіцієнт заповнення жолоба, дорівнює 0,6 (прийнята величина);

ρ – насипна щільність вантажу, дорівнює 1,5 т/м³ (вихідні дані);

v – швидкість руху скребків, дорівнює 0,34 м/с (розрахована величина);

k_{β} – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу транспортера і виду вантажу, що транспортується, дорівнює 0,85 (прийнята величина).

Для натягу ланцюга встановлюємо гвинтовий або пружинно-гвинтовий натяжний пристрій. Хід натяжного пристрою дорівнює (6.20)

$$l_{\text{н}} = (1,6 - 2,0) \cdot l_{\text{л}} = 2 \cdot l_{\text{л}} = 2 \cdot 0,315 = 0,63 \text{ м,}$$

де $l_{\text{л}}$ – крок ланцюга, дорівнює 0,315 м (прийнята величина).

7. КІВШОВІ ЕЛЕВАТОРИ

7.1. Загальна характеристика ківшових елеваторів

Ківшові елеватори призначені для вертикального транспортування пиловидних, зернистих і шматкових вантажів від початкового до кінцевого пункту без проміжного завантаження і розвантаження.

До переваг ківшових елеваторів належать малі габаритні розміри в поперечному перерізі, простота конструкції, можливість переміщення вантажу на значну висоту і великий діапазон продуктивності. Недоліками є: відрив ківшів при перевантаженні, необхідність рівномірного завантаження, можливість розвантаження лише в одній точці.

Ківшовий елеватор (рис. 7.1) має вертикально замкнений тяговий елемент 3 з жорстко прикріпленими до нього ківшами 4; тяговий елемент огинає верхній привідний 6 і нижній натяжний 9 барабани (або зірочки). Ходова частина і поворотні пристрої елеватора розміщені в закритому металевому кожусі, який складається з верхньої частини (головки) 5, середніх секцій 2 і нижньої частини (башмака) 10. Тяговий елемент з ківшами приводиться до руху приводом 12, а натяг створюється натяжним пристроєм 8. Насипний вантаж подається до завантажувального патрубка 1 нижньої частини елеватора, завантажується до ківшів, піднімається в них і розвантажується на верхньому барабані (зірочці) до патрубка 7 верхньої частини елеватора Привід обладнаний зупинником 11 для запобігання від зворотного руху ходової частини.

Характеристики ківшових елеваторів наведені в табл. Е.1.

За типом тягового елемента елеватори бувають стрічкові та ланцюгові з одним або двома ланцюгами. Також відомі конструкції елеваторів з чотирма паралельними ланцюгами.

Типи елеваторів наведені на рис. Е.1, а їх характеристики в табл. Е.2, Е.3 та Е.4.

Елеватори позначають наступним чином. Наприклад, стрічковий елеватор типу ЛГ з ковшем шириною $B = 500$ мм позначається як

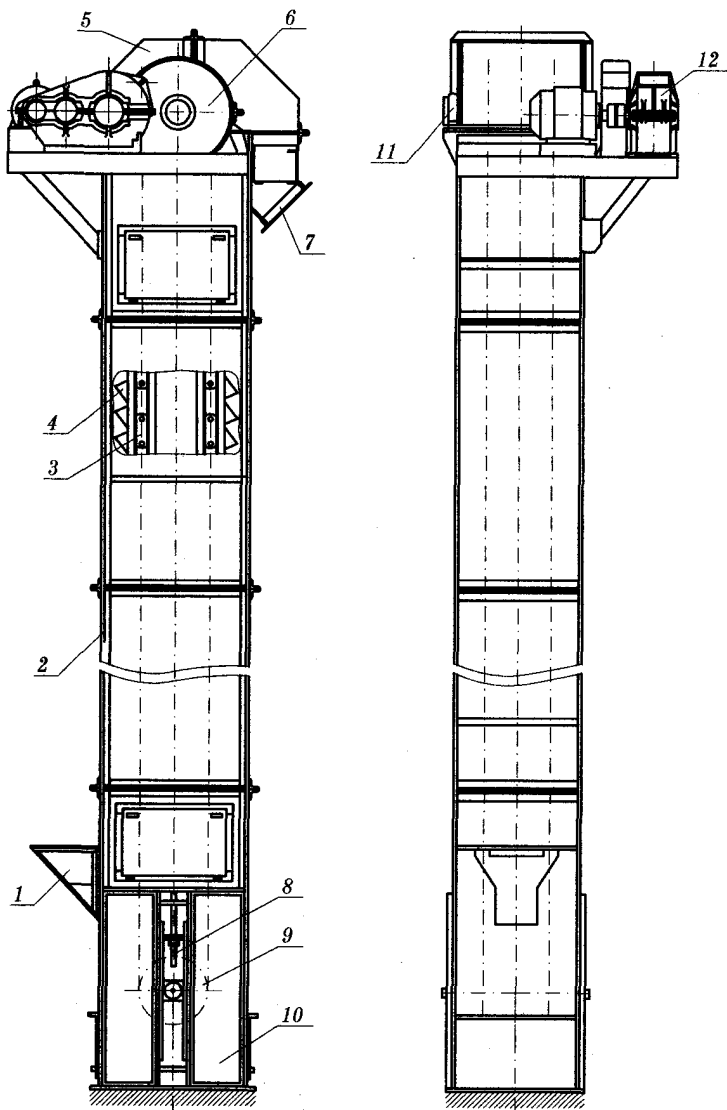


Рис. 7.1. Ківшовий елеватор: 1, 7 – завантажувальний і розвантажувальний патрубкі; 2 – кожух; 3 – тяговий елемент; 4 – ківш; 5 – верхня частина (головка); 6, 9 – привідний і натяжний барабани (або зірочки); 8 – натяжний пристрій; 10 – нижня частина (башмак); 11 – зупинник; 12 – привід

Елеватор ЛГ-500

ширина ковша, B , мм (табл. Е.1)
тип елеватора (рис. Е.1, табл. Е.3, Е.5)

а ланцюговий елеватор типу ЦМ з ківшами шириною $B = 160$ мм позначається як

Елеватор ЦМ-160

ширина ковша, B , мм (табл. Е.1)
тип елеватора (рис. Е.1, табл. Е.4, Е.5)

Ківші виготовляють із листової сталі товщиною 1–6 мм зварюванням або штампуванням, інколи відливають з ковкого чавуну. Є відомим також виготовлення ківшів з пластмаси та із гуми. Для запобігання швидкого зносу на передній (черпальній) стінці ковша закріплюють накладки з твердої сталі. Типи, позначення і основні розміри ківшів наведені в табл. Е.5.

Глибокі ківші (тип Г) мають пологий обріз передньої кромки і збільшену глибину. Їх використовують для сухих, легкосипких пиловидних, зернистих і дрібношматкових насипних вантажів (наприклад, зерна, піску, ґрунту, дрібного вугілля тощо).

Неглибокі (мілкі) ківші (тип М) мають крутий обріз передньої кромки і малу глибину, що сприяє кращому спорожненню при розвантаженні, тому їх використовують для транспортування вологих і здатних до злежування поганосипких пиловидних, зернистих і дрібношматкових насипних вантажів.

Наявність циліндричного днища у глибоких і неглибоких ківшів сприяє їх кращому спорожненню.

Ківші з гострокутним і напівкруглим днищем і бортовими напрямними (тип О, тип С) використовують на тихохідних ланцюгових елеваторах для транспортування різноманітних насипних вантажів – пиловидних, зернистих і шматкових.

Тяговим елементом ківшових елеваторів слугує стрічка або ланцюг (один

або два). В стрічкових елеваторах використовують багатопркладкову конвеєрну гумотканинну стрічку (табл. Б.3) або плоскі гумотканинні ремені з тих самих матеріалів шириною, мм: 20, 25, 32, 40, 50, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 224, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 700, 750, 800, 900, 1000, 1100, 1200. Ківші кріплять до стрічки болтами зі спеціальною головкою, щоб головки болтів не заважали проходженню стрічки барабанами, в задній стінці ковша передбачають спеціальні заглиблення.

В ланцюгових елеваторах частіше використовують пластинчасті, втулкові, роликові ланцюги з кроком 100–630 мм, круглоланкові ланцюги нормальної міцності, а також високоміцні ланцюги з термічною обробкою ланок. Вибір типу ланцюга (пластинчастий або круглоланковий) зумовлюється насамперед характеристикою вантажу. При транспортуванні пиловидних і зернистих абразивних вантажів, а також вантажів хімічної промисловості, що можуть спричинити корозію металу, в стандартних пластинчастих ланцюгах можливе засмічення шарнірів і втрата рухливості.

Круглоланкові ланцюги мають відкритий шарнір, і наявність вказаних вантажів не зменшує рухливість шарнірів (частинки вантажу не утримуються в них), але спричиняє їх знос. Для зменшення зносу використовують термічно оброблені круглоланкові ланцюги для транспортування пиловидних вантажів.

Ланцюги до ківшів кріплять за допомогою кутків або фасонних ланок болтами або заклепками. При ширині ківшів до 250 мм використовують один тяговий ланцюг з центральним кріпленням до задньої стінки ковша, а при ширині 320 мм і більше – два тягових ланцюга, приєднаних до задньої або до бічних стінок ківшів.

Вибір стрічки або ланцюга для елеватора зумовлений його продуктивністю, висотою підйому і характеристиками вантажу. Гумотканинна стрічка порівняно з ланцюгом має більшу гнучкість і плавність ходу при огинанні барабану, більшу швидкість і менше зношується при транспортуванні абразивних вантажів, але для неї характерні менші тягове зусилля і міцність кріплення ківшів.

Тому стрічки використовують переважно в швидкохідних елеваторах для транспортування пиловидних, порошкоподібних і дрібношматкових насипних вантажів малої і середньої щільності, які не створюють великий опір при завантаженні зачерпуванням.

Ланцюги використовують переважно при великій продуктивності, значній висоті підйому, для переміщення важких шматкових, а також гарячих вантажів, транспортування яких за допомогою гумотканинної стрічки не є припустимим через їх шкідливий вплив на неї.

Для переміщення абразивних вантажів переважно використовують стрічкові елеватори через швидкий знос ланцюгів в середовищі абразивних вантажів.

Привід ківшового елеватора редукторний, розміщується в верхній частині елеватора. Для запобігання довільному зворотному руху тягового елемента з ківшами при зупинці елеватора приводи обладнують стопорними пристроями (зупинниками). Використовують безшумні храпові і роликіві зупинники, які встановлюють на валу привідного барабану (зірочки) або розміщують в пружній муфті між електричним двигуном і вхідним валом редуктора. У елеваторів важкого типу в якості зупинника використовують електромагнітні гальма. В кожусі головки елеватора передбачають герметичні люки для огляду і ремонту.

Ківшові елеватори обладнують натяжними пристроями різного типу (пружинними, пружинно-гвинтовими, вантажними). Вибір типу натяжного пристрою залежить від типу тягового елемента і висоти елеватора. Елеватори з круглоланковими ланцюгами обладнують вантажними натяжними пристроями.

Натяжний пристрій розміщують на валу нижнього барабану (або зірочки) і закріплюють на бічних стінках башмака елеватора. Хід натяжного пристрою складає 200–500 мм.

Башмак елеватора може бути з високим і низьким розташуванням завантажувального носка. Високий носок з днищем під кутом 60 градусів до горизонту використовують при транспортуванні вологих поганосипких, а низький з днищем під кутом 45 градусів – для сухих добресипких вантажів. Для обслуговування і ремонту башмак має в бічних стінках герметичні люки. Середні секції

кожуха елеватора виготовляють із листової сталі товщиною 2–4 мм і для жорсткості окантовують кутками. Секції висотою 2,0–2,5 м з'єднують між собою болтами з герметизацією стиків прокладками.

Направляючі шини кріплять у вигляді коротких відрізків з внутрішньої сторони кожуха елеватора. З кінців шини мають прийомні скруглення для забезпечення плавності ходу і обмеження поперечне розкачування стрічки або ланцюга з ківшами.

Запобіжні пристрої необхідні для утримання ходової частини елеватора від падіння при випадковому обриві стрічки або ланцюга. На ланцюгових елеваторах використовують уловлювачі ланцюга; на стрічкових – з'єднання бічних стінок ківшів сталевими канатами, які без натягу вільно розташовуються вздовж стрічки; при обриві стрічки канати виключають можливість падіння ходової частини. Крім того, на натяжних барабанах (або зірочках) встановлюють реле швидкості, яке в разі обриву тягового елемента вимикає електричний двигун приводу елеватора.

Завантаження ківшів відбувається зачерпуванням вантажу з нижньої частини кожуха елеватора або засипанням вантажу до ківшів. Практично ківші наповнюють обома способами одночасно при перевазі одного з них. Наповнення ківшів зачерпуванням використовується в стрічкових і ланцюгових елеваторах з розставленими ківшами при транспортуванні сухих добресипких, пиловидних і дрібношматкових насипних вантажів, черпання яких не створює значних опорів і може відбуватися при підвищеній швидкості руху ківшів.

Процес зачерпування відбувається при обході ківшами нижнього барабану елеватора і створює додаткове навантаження на ківші і тяговий елемент.

Крупношматкові і абразивні вантажі (гравій, руда, щебінь і таке інше) черпати ківшом зі дна кожуха складно, так як в разі великих опорів є можливим відрив ківшів і навіть обрив тягового елемента. Наповнення ківшів великошматковими і абразивними вантажами відбувається безпосереднім засипанням їх до ківшів. Використання цього способу є можливим лише при безперервному зімкнуту розташуванні ківш (що не дає вантажу просипатися між ківшами) і при

знижених швидкостях руху (не більше 1 м/с), так як при підвищеній швидкості ківші погано заповнюються і відкидають вантаж.

Розвантаження ківшів буває відцентровим, самопливним вільним і самопливним спрямованим.

В разі відцентрового розвантаження ківші розвантажуються, головним чином, під дією відцентрової сили, що виникає під час проходження ківшів через барабан (або зірочку). Вантаж, що транспортується, випадає безпосередньо до розвантажувального патрубку кожуха елеватора. Для дотримання умов відцентрового розвантаження і виключення розсипання вантажу необхідно правильно вибирати частоту обертання привідного барабану і розташування розвантажувального патрубку елеватора у верхній частині кожуха.

Відцентрове розвантаження використовують для швидкохідних (переважно стрічкових, рідше – ланцюгових) елеваторів з розставленими ківшами при транспортуванні легкосіпких пиловидних, зернистих і дрібношматкових насипних вантажів. Швидкість руху ківшів елеваторів зазвичай приймають 1,00–3,15 м/с. Відстань між ківшами в швидкохідних елеваторах вибирають таким чином, щоб викинуті з ковша частинки вантажу не попадали на ківш, що йде попереду.

Вільне самопливне розвантаження характеризується додатковим відхиленням ковша, що забезпечує вільне висипання вантажу під дією сили тяжіння. Цей вид розвантаження використовують для поганосіпких вологих, пластівчастих і мокрих вантажів. Вільне самопливне розвантаження мають спеціальні дволанцюгові елеватори з центральним внутрішнім розвантаження ківшів. Розвантаження відбувається при зниженій швидкості руху ківшів (0,6–0,8 м/с).

Самопливне спрямоване розвантаження характерне для елеваторів (стрічкових і ланцюгових) з безперервним зімкнутим розташуванням ківшів. При огинанні верхнього барабану вантаж висипається із ковша під дією сили тяжіння на задню стінку попереднього ковша і спрямовується нею і бічним бортами ковша до розвантажувального патрубку елеватора. Цей спосіб розвантаження викорис-

товують у тихохідних елеваторах при швидкості руху ківшів 0,4–0,8 м/с для транспортування важких, абразивних і малоабразивних вантажів (гравій, шлак), а також крихких вантажів, подрібнення яких знижує їх якість.

7.2. Порядок розрахунку ківшового елеватора

7.2.1. Загальні відомості

Вихідними даними для розрахунку ківшового елеватора є: характеристика вантажу, що транспортується, необхідна продуктивність (об'ємна або масова), висота підйому.

7.2.2. Визначення характеристик елеватора і ківшів

За табл. Е.6 вибирається швидкість руху тягового елемента v , тип елеватора, тип ковша і коефіцієнт його заповнення ψ .

Необхідна лінійна ємність ківшів визначається за наступною формулою

$$i_n = \frac{Q}{3,6 \cdot v \cdot \psi \cdot \rho}, \quad (7.1)$$

де i_n – лінійна ємність ківшів, л/м;

Q – продуктивність елеватора, т/год;

v – швидкість руху вантажу, м/с;

ψ – коефіцієнт заповнення ковша;

ρ – насипна щільність вантажу, т/м³.

Ємність ковша i_0 і крок ковша a вибираються за необхідною лінійною ємністю i_n за табл. Е.7, а розміри за табл. Е.5.

Для ширини ковша B вибирають гумотканинну стрічку шириною на 35–100 мм більшою ніж ширина ковша (табл. Б.1) з попередньою кількістю прокладок, яку в подальшому перевіряють (табл. Б.10).

За табл. Е.8 визначають масу прийнятого ковша.

7.2.3. Визначення лінійної маси частин елеватора, що рухаються

Лінійна маса частин елеватора, що рухаються, розраховують за формулою

$$q_0 = q_T + \frac{k_K \cdot m_K}{a}, \quad (7.2)$$

де q_0 – лінійна маса частин елеватора, що рухаються, кг/м;

q_t – лінійна маса тягового елемента, дорівнює q_c для стрічки або q_d для ланцюга, кг/м;

k_k – коефіцієнт, що ураховує масу кріпильних деталей, $k_k \approx 1,14$;

m_k – маса порожнього ковша, кг;

a – крок ківшів, м.

7.2.4. Визначення лінійної маси вантажу

Лінійну масу вантажу розраховують наступним чином

$$q_v = \frac{Q}{3,6 \cdot v}, \quad (7.3)$$

де q_v – лінійна маса вантажу, кг/м;

Q – продуктивність елеватора, т/год;

v – швидкість руху вантажу, м/с.

7.2.5. Тяговий розрахунок ківшового елеватора

Розрахунок виконується методом обходу за контуром (рис. 7.2).

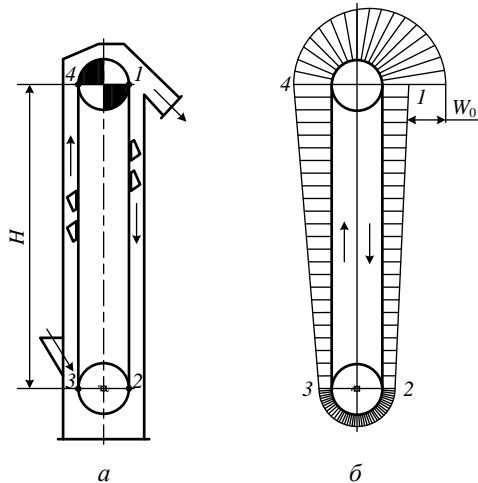


Рис. 7.2. Розрахункова схема елеватора: а – схема елеватора; б – діаграма натягу тягового елемента

$$S_2 = S_{\min} \quad (7.4)$$

$$S_3 = K_{2-3} \cdot S_2 + k_{зач} \cdot q_v \cdot g, \quad (7.5)$$

$$S_4 = S_{\max} = S_3 + (q_v + q_0) \cdot g \cdot H, \quad (7.6)$$

$$S_1 = S_{36} = S_2 + q_0 \cdot g \cdot H, \quad (7.7)$$

де S_1 - S_4 – натяг стрічки у відповідній точці схеми (рис. 7.2), Н;

$K_{2,3}$ – коефіцієнт опору на барабані, дорівнює 1,05;

$k_{\text{зач}}$ – коефіцієнт зачерпування (табл. Е.9);

q_v – лінійна маса вантажу, кг/м;

g – прискорення вільного падіння, дорівнює 9,81 м/с²;

q_0 – лінійна маса частин елеватора, що рухаються, кг/м;

H – висота підйому елеватора, м.

Для стрічкового елеватора з метою запобігання ковзання стрічки по барабану необхідно, щоб виконувалася умова

$$S_{\text{нб}} = S_4 \leq S_1 \cdot \frac{e^{\mu \cdot \alpha}}{k_{\text{зч}}}, \quad (7.8)$$

де S_4 – натяг стрічки в точці 4 (рис. 7.2), Н;

S_1 – натяг стрічки в точці 1 (рис. 7.2), Н;

$e^{\mu \cdot \alpha}$ – коефіцієнт опору (табл. Б.19);

$k_{\text{зч}}$ – коефіцієнт запасу зчеплення стрічки з барабаном, дорівнює 1,25.

7.2.6. Перевірка прийнятої попередньо кількості прокладок стрічки

Розрахункова кількість прокладок з вибраної тканини для гумотканинної стрічки

$$i_{\text{п}} = \frac{C_{\text{м}} \cdot S_{\text{max}}}{B_{\text{с}} \cdot \sigma_{\text{р}} \cdot k_{\text{отв}}}, \quad (7.9)$$

де $C_{\text{м}}$ – коефіцієнт запасу міцності, дорівнює 10;

S_{max} – максимальний натяг стрічки, Н;

$B_{\text{с}}$ – ширина стрічки, мм;

$\sigma_{\text{р}}$ – міцність тканини стрічки за основою, Н/мм (табл. Б.11);

$k_{\text{отв}}$ – коефіцієнт, що урахує ослаблення стрічки отворами під болти кріплення ківшів, дорівнює 0,9.

7.2.7. Розрахунок діаметра привідного барабану

Діаметр привідного барабану визначають наступним чином

$$D_{\text{п}} \geq i \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (7.10)$$

де D_n – діаметр привідного барабану, мм;

i – кількість прокладок в гумотканинній стрічці;

k_1 – коефіцієнт, що ураховує зусилля в місці встановлення від максимального зусилля в натягу стрічки (табл. Е.10);

k_2 – коефіцієнт, що ураховує міцність тканинної прокладки (табл. Е.11).

7.2.8. Перевірка елеватора за умовою розвантаження

Для забезпечення умов розвантаження діаметр привідного барабану (ділительної окружності привідної зірочки) повинен задовольняти вимогу:

1) для швидкохідного елеватора з відцентровим розвантаженням

$$D_n \leq 0,204 \cdot v^2 \quad (7.11)$$

2) для швидкохідного елеватора зі змішаним розвантаженням

$$D_n \leq 0,245 \cdot v^2 \quad (7.12)$$

3) для тихохідного елеватора з самотечійним розвантаженням

$$D_n \leq 0,204 \cdot v^2, \quad (7.13)$$

де D_n – діаметр привідного барабану, м;

v – швидкість руху вантажу, м/с.

7.2.9. Визначення тягового зусилля на привідному барабані

Тягове зусилля на привідному барабані розраховують наступним чином

$$W_0 = S_4 - S_1, \quad (7.14)$$

де W_0 – тягове зусилля на привідному барабані, Н;

S_4, S_1 – натяг стрічки у відповідній точці схеми (рис. 7.2), Н;

7.2.10. Визначення характеристик приводу

Потужність електродвигуна визначають наступним чином

$$N_{\text{ед}} = \frac{k_3 \cdot W_0 \cdot v}{\eta_M}, \quad (7.15)$$

де k_3 – коефіцієнт запасу, дорівнює 1,2;

W_0 – тягове зусилля на привідному барабані, Н;

v – швидкість руху вантажу, м/с;

η_M – коефіцієнт корисної дії привідного механізму елеватора, дорівнює 0,8–0,95.

З табл. Г.1, Г.2 або довідкової літератури вибирають найближчий за потужністю асинхронний електричний двигун з короткозамкненим (до 100 кВт) або фазним ротором, з мінімальною частотою обертання.

Визначають частоту обертання привідного барабану

$$n_6 = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{п}}}, \quad (7.16)$$

де n_6 – частота обертання привідного барабану, хв⁻¹;

v – швидкість руху вантажу, м/с;

$D_{\text{п}}$ – діаметр привідного барабану, м.

Необхідне передаточне число привідної станції визначають так

$$U_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{ед}}}{n_6}, \quad (7.17)$$

де $U_{\text{пр}}$ – необхідне передаточне число привідної станції;

$n_{\text{ед}}$ – частота обертання валу електродвигуна, хв⁻¹;

n_6 – частота обертання привідного барабану елеватора, хв⁻¹.

За передаточним числом з табл. Г.3, Г.4 вибирають редуктор типу 1Ц2У або КЦ.

Фактична швидкість руху вантажу

$$v_{\text{ф}} = v \cdot \frac{U_{\text{пр}}}{U_{\text{ред}}}, \quad (7.18)$$

де $v_{\text{ф}}$ – фактична швидкість руху вантажу, м/с;

v – швидкість руху вантажу, м/с;

$U_{\text{пр}}$ – передаточне число привідної станції;

$U_{\text{ред}}$ – фактичне передаточне число редуктора.

Фактична продуктивність елеватора

$$Q_{\text{ф}} = 3,6 \cdot i_{\text{н}} \cdot \psi \cdot \rho \cdot v_{\text{ф}}, \quad (7.19)$$

де $Q_{\text{ф}}$ – фактична продуктивність елеватора, т/год;

$i_{\text{н}}$ – лінійна ємність ківшів, л/м;

ψ – коефіцієнт заповнення ківшів;

ρ – насипна щільність вантажу, т/м³;

$v_{\text{ф}}$ – фактична швидкість руху вантажу, м/с.

7.3. Приклад розрахунку ківшового елеватора

7.3.1. Вихідні дані для розрахунку

Вантаж – крейда дрібношматкова.

Характеристики вантажу з табл. А.1:

1) насипна щільність $\rho = 1,4 \text{ т/м}^3$;

2) група абразивності В (середньої абразивності).

Продуктивність (табл. Е.1) $Q = 25 \text{ м}^3/\text{год} = 25 \cdot 1,4 = 35 \text{ т/год}$.

Висота підйому $H = 15 \text{ м}$.

7.3.2. Задача розрахунку

Розрахувати потужність приводу вертикального ківшового елеватора для забезпечення підйому вказаного вантажу на задану висоту з метою виконання задачі транспортування за вихідними даними (див. п. 7.3.1).

7.3.3. Визначення характеристик елеватора і ківшів

З табл. Е.6 для транспортування крейди дрібношматкової вибираємо швидкохідний стрічковий елеватор з відцентровим розвантаженням з глибокими ківшами (тип Г) з коефіцієнтом заповнення $\psi = 0,8$ і швидкістю руху вантажу $v = 1,6 \text{ м/с}$ (табл. Е.1).

За формулою (7.1) розраховуємо необхідну лінійну ємність ківшів

$$i_n = \frac{Q}{3,6 \cdot v \cdot \psi \cdot \rho} = \frac{35}{3,6 \cdot 1,6 \cdot 0,8 \cdot 1,4} = 5,43 \text{ л/м},$$

де i_n – лінійна ємність ківшів, л/м;

Q – продуктивність елеватора, дорівнює 35 т/год (вихідні дані);

v – швидкість руху вантажу, дорівнює 1,6 м/с (прийнята величина);

ψ – коефіцієнт заповнення ковша, дорівнює 0,8 (прийнята величина);

ρ – насипна щільність вантажу, дорівнює 1,4 т/м³ (вихідні дані).

За табл. Е.7 вибираємо найближче більше значення $i_n = 8 \text{ л/м}$ і для цього значення для ківшів типу Г $i_0 = 4,0 \text{ л}$, крок ківшів $a = 0,5 \text{ м}$, а за табл. Е.5 – розміри ковша для ємності 4,0 л: $B = 320 \text{ мм}$; $L = 175 \text{ мм}$; $H = 190 \text{ мм}$; $R = 55 \text{ мм}$.

Для ширини ковша $B = 320$ мм вибираємо гумотканинну стрічку шириною 400 мм (табл. Б.1) з чотирма прокладками з тканини БКНЛ-65 (табл. Б.10). Маса 1 м^2 вибраної стрічки складає 8,2 кг. При ширині $B_c = 0,4$ м (400 мм) поверхню 1 м^2 ця стрічка буде мати при довжині $1 / 0,4 = 2,50$ м. Тоді лінійна маса стрічки складе $q_c = 8,2 / 2,50 = 3,28$ кг/м.

За табл. Е.8 маса ковша типу Г ($B = 320$ мм) дорівнює $m_k = 4,4$ кг.

7.3.4. Визначення лінійної маси частин елеватора, що рухаються

Лінійну масу частин елеватора, що рухаються, визначаємо за формулою (7.2)

$$q_0 = q_c + \frac{k_k \cdot m_k}{a} = 3,28 + \frac{1,14 \cdot 4,4}{0,5} = 13,31 \text{ кг/м},$$

де q_0 – лінійна маса частин елеватора, що рухаються, кг/м;

q_c – лінійна маса стрічки, дорівнює 2,46 кг/м (розрахована величина);

k_k – коефіцієнт, що ураховує масу кріпильних деталей, $k_k \approx 1,14$;

m_k – маса ковша типу Г, дорівнює 4,4 кг при ширині $B = 320$ мм (табл. Е.8);

a – крок ківшів, дорівнює 0,5 м (табл. Е.7).

7.3.5. Визначення лінійної маси вантажу

Лінійну масу вантажу визначаємо за формулою (7.3)

$$q_v = \frac{Q}{3,6 \cdot v} = \frac{35}{3,6 \cdot 1,6} = 6,08 \text{ кг/м},$$

де q_v – лінійна маса вантажу, кг/м;

Q – продуктивність елеватора, дорівнює 35 т/год (вихідні дані);

v – швидкість руху вантажу, дорівнює 1,6 м/с (прийнята величина).

7.3.6. Тяговий розрахунок ківшового елеватора

Розрахунок виконуємо методом обходу за контуром (7.4)–(7.7).

Відповідно до розрахункової схеми (рис. 7.2), найменший натяг стрічки слід очікувати в точці 2, зазвичай він дорівнює не менше 1000–2000 Н, приймаємо, що натяг в точці 2 дорівнює

$$S_2 = S_{\min} = 2000 \text{ Н}.$$

Визначаємо натяг стрічки в точці 3

$$S_3 = K_{2-3} \cdot S_2 + k_{\text{зач}} \cdot q_{\text{в}} \cdot g = 1,05 \cdot 2000 + 4 \cdot 6,08 \cdot 9,81 = 2338,6 \text{ Н},$$

де S_3 – натяг стрічки в точці 3, Н;

K_{2-3} – коефіцієнт опору на барабані, дорівнює 1,05;

S_2 – натяг стрічки в точці 2 (див. рис. 7.2), дорівнює 2000 Н (прийнята величина);

$k_{\text{зач}}$ – коефіцієнт зачерпування, дорівнює 4 (табл. Е.9); так як вантаж дрібношматковий, то визначаємо як середнє значення між зернистим і середньошматковим вантажем;

$q_{\text{в}}$ – лінійна маса вантажу, дорівнює 6,08 кг/м (розрахована величина);

g – прискорення вільного падіння, дорівнює 9,81 м/с².

Визначаємо натяг стрічки в точці 4

$$S_4 = S_{\text{max}} = S_3 + (q_{\text{в}} + q_0) \cdot g \cdot H = 2338,6 + (6,08 + 13,31) \cdot 9,81 \cdot 15 = 5191,8 \text{ Н},$$

де S_4 – натяг стрічки в точці 4, Н;

S_3 – натяг стрічки в точці 3, дорівнює 2338,6 Н (розрахована величина);

$q_{\text{в}}$ – лінійна маса вантажу, дорівнює 6,08 кг/м (розрахована величина);

q_0 – лінійна маса частин елеватора, що рухаються, дорівнює 13,31 кг/м (розрахована величина);

g – прискорення вільного падіння, дорівнює 9,81 м/с²;

H – висота підйому елеватора, дорівнює 15 м (вихідні дані).

Визначаємо натяг стрічки в точці 1

$$S_1 = S_{36} = S_2 + q_0 \cdot g \cdot H = 2000 + 13,31 \cdot 9,81 \cdot 15 = 3958,6 \text{ Н},$$

де S_1 – натяг стрічки в точці 1, Н;

S_2 – натяг стрічки в точці 2, дорівнює 2000 Н (прийнята величина);

q_0 – лінійна маса частин елеватора, що рухаються, дорівнює 13,31 кг/м (розрахована величина);

g – прискорення вільного падіння, дорівнює 9,81 м/с²;

H – висота підйому елеватора, дорівнює 15 м (вихідні дані).

Для стрічкового елеватора для запобігання ковзання стрічки по барабану необхідно, щоб виконувалася умова (7.8)

$$S_{\text{нб}} = S_4 \leq S_1 \cdot \frac{e^{\mu \cdot \alpha}}{k_{\text{зч}}},$$

$$5191,8 \leq 3958,6 \cdot \frac{2,56}{1,25} \Rightarrow 5191,8 \leq 8107,2 \text{ (умова виконується),}$$

де S_4 – натяг стрічки в точці 4, дорівнює 5191,8 Н (розрахована величина);

S_1 – натяг стрічки в точці 1, дорівнює 3958,6 Н (розрахована величина);

$e^{\mu \cdot \alpha}$ – коефіцієнт опору при куті обхвату барабану $\alpha = 180^\circ$ для сталюого барабану і сухої атмосфери, дорівнює 2,56 (табл. Б.19);

$k_{\text{зч}}$ – коефіцієнт запасу зчеплення стрічки з барабаном, дорівнює 1,25.

7.3.7. Перевірка прийнятої попередньо кількості прокладок стрічки

Розрахункова кількість прокладок з тканини БКНЛ-65 для гумотканинної стрічки за (7.9) складає

$$i_{\text{п}} = \frac{C_{\text{м}} \cdot S_{\text{max}}}{B_{\text{с}} \cdot \sigma_{\text{р}} \cdot k_{\text{отв}}} = \frac{10 \cdot 5191,8}{400 \cdot 65 \cdot 0,9} = 2,22,$$

де $C_{\text{п}}$ – коефіцієнт запасу міцності, дорівнює 10;

S_{max} – максимальний натяг стрічки, дорівнює 5191,8 Н (розрахована величина);

$B_{\text{с}}$ – ширина стрічки, дорівнює 400 мм (прийнята величина);

$\sigma_{\text{р}}$ – міцність тканини стрічки за основою, дорівнює 65 Н/мм (табл. Б.11);

$k_{\text{отв}}$ – коефіцієнт, що урахує ослаблення стрічки отворами під болти кріплення ківшів (дорівнює 0,9).

Умова міцності виконується. Остаточню приймаємо 4 прокладки в гумотканинній стрічці.

7.3.8. Розрахунок діаметра привідного барабану

Визначаємо діаметр привідного барабану за (7.10)

$$D_{\text{п}} \geq i \cdot k_1 \cdot k_2 = 4 \cdot 100 \cdot 1,25 = 500 \text{ мм,}$$

де $D_{\text{п}}$ – діаметр привідного барабану, мм;

i – кількість прокладок в гумотканинній стрічці, дорівнює 4 (прийнята величина);

k_1 – коефіцієнт, що урахує зусилля в місці встановлення від максимального зусилля в натягу стрічки, дорівнює 100 (табл. Е.10);

k_2 – коефіцієнт, що урахує міцність тканинної прокладки, дорівнює 1,25 для стрічки з міцністю прокладки 65 Н/мм (табл. Е.11).

7.3.9. Перевірка елеватора за умовою розвантаження

Так як був вибраний швидкохідний стрічковий елеватор з відцентровим розвантаженням (п. 7.3.3), то за формулою (7.11)

$$D_{\text{п}} \leq 0,204 \cdot v^2 = 0,204 \cdot 1,6^2 = 0,522 \text{ м} = 522 \text{ мм},$$

де $D_{\text{п}}$ – діаметр привідного барабану, мм;

v – швидкість руху вантажу, дорівнює 1,6 м/с (прийнята величина).

$$500 \leq 522.$$

Умова виконується, тобто відцентрове розвантажування забезпечується.

7.3.10. Визначення тягового зусилля на привідному барабані

Розраховуємо тягове зусилля на привідному барабані за (7.14)

$$W_0 = S_4 - S_1 = 5191,8 - 3958,6 = 1233,2 \text{ Н},$$

де W_0 – тягове зусилля на привідному барабані, Н;

S_4 – натяг стрічки в точці 4, дорівнює 5191,8 Н (розрахована величина);

S_1 – натяг стрічки в точці 1, дорівнює 3958,6 Н (розрахована величина)

7.3.11. Визначення характеристик приводу

Потужність електродвигуна визначаємо за формулою (7.15)

$$N_{\text{ед}} = \frac{k_3 \cdot W_0 \cdot v}{\eta_{\text{м}}} = \frac{1,2 \cdot 1233,2 \cdot 1,6}{0,94} = 2518,9 \text{ Вт},$$

де $N_{\text{ед}}$ – потужність електричного двигуна, Вт;

k_3 – коефіцієнт запасу, дорівнює 1,2;

W_0 – тягове зусилля на привідному барабані, дорівнює 1233,2 Н (розрахована величина);

v – швидкість руху вантажу, дорівнює 1,6 м/с (прийнята величина);

$\eta_{\text{м}}$ – коефіцієнт корисної дії привідного механізму елеватора, дорівнює 0,94 (прийнята величина).

З табл. Г.1, Г.2 або довідкової літератури вибираємо найближчий за потужністю асинхронний електричний двигун з короткозамкненим (до 100 кВт) або фазним ротором, з мінімальною частотою обертання.

Вибираємо асинхронний електричний двигун з короткозамкненим ротором АИР112МА6: $N_{ном} = 3,0$ кВт; $n_{ед} = 1000$ хв⁻¹.

Визначаємо частоту обертання привідного барабану за формулою (7.16)

$$n_{\sigma} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_{п}} = \frac{60 \cdot 1,6}{3,14 \cdot 0,5} = 61,15 \text{ хв}^{-1},$$

де n_{σ} – частота обертання привідного барабану, хв⁻¹;

v – швидкість руху вантажу, дорівнює 1,6 м/с (прийнята величина);

$D_{п}$ – діаметр привідного барабану, дорівнює 0,5 м (розрахована величина).

Визначаємо необхідне передаточне число привідної станції за рівнянням (7.17)

$$U_{пр} = \frac{n_{ед}}{n_{\sigma}} = \frac{1000}{61,15} = 16,35,$$

де $U_{пр}$ – необхідне передаточне число привідної станції;

$n_{ед}$ – частота обертання валу електродвигуна, дорівнює 1000 хв⁻¹ (прийнята величина);

n_{σ} – частота обертання привідного барабану елеватора, дорівнює 61,15 хв⁻¹ (розрахована величина).

За передаточним числом з табл. Г.3, Г.4 обираємо редуктор типу 1Ц2У або КЦ.

Вибираємо редуктор типу 1Ц2У-100 з фактичним передаточним числом $U_{ред} = 16,0$.

За (7.18) визначаємо фактичну швидкість руху вантажу

$$v_{ф} = v \cdot \frac{U_{пр}}{U_{ред}} = 1,6 \cdot \frac{16,35}{16,0} = 1,64 \text{ м/с},$$

де $v_{ф}$ – фактична швидкість руху вантажу, м/с;

v – швидкість руху вантажу, дорівнює 1,6 м/с (прийнята величина);

$U_{пр}$ – передаточне число привідної станції, дорівнює 16,35 (розрахована величина);

$U_{ред}$ – фактичне передаточне число редуктора, дорівнює 16 (прийнята величина).

Розраховуємо фактичну продуктивність елеватора за рівнянням (7.19)

$$Q_{\phi} = 3,6 \cdot i_n \cdot \psi \cdot \rho \cdot v_{\phi} = 3,6 \cdot 8 \cdot 0,8 \cdot 1,4 \cdot 1,64 = 52,9 \text{ т/год},$$

де Q_{ϕ} – фактична продуктивність елеватора, т/год;

i_n – лінійна ємність ківшів, дорівнює 8 л/м (прийнята величина);

ψ – коефіцієнт заповнення ківшів, дорівнює 0,8 (прийнята величина);

ρ – насипна щільність вантажу, дорівнює 1,4 т/м³ (вихідні дані);

v_{ϕ} – фактична швидкість руху вантажу, дорівнює 1,64 м/с (розрахована величина).

Отримана фактична продуктивність елеватора декілька вища за задану у вихідних даних. Зменшити її можливо шляхом проведення розрахунку при меншій швидкості руху вантажу v .

8 ВАРИАНТИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ЗАВДАННЯ

Таблиця 8.1. Варіанти завдання для розрахунку стрічкового транспортера

Вариант	Номер схеми	Вантаж	Q , м ³ /год	l_2 , м	l_1 , м	β , град
1	рис. Б.20	Агломерат свинцевої руди	20	20	60	5
2	рис. Б.20	Амофос	40	30	50	10
3	рис. Б.20	Антрацит рядовий	60	40	40	5
4	рис. Б.20	Боксит подрібнений 0–60 мм	80	50	30	10
5	рис. Б.20	Борошно фосфоритне	20	60	20	5
6	рис. Б.20	Вапно гашене	40	20	60	5
7	рис. Б.20	Вапняк дрібношматковий	60	30	50	10
8	рис. Б.20	Вапняк середньошматковий	80	40	40	5
9	рис. Б.20	Гіпс дрібношматковий	20	50	30	10
10	рис. Б.20	Глинозем порошкоподібний	40	60	20	5
11	рис. Б.20	Граніт 0–80 мм	60	20	60	5
12	рис. Б.20	Доломіт необпалений 60–80 мм	80	30	50	10
13	рис. Б.20	Колчедан сірчаний рядовий	20	40	40	5
14	рис. Б.20	Концентрат апатитовий	40	50	30	10
15	рис. Б.20	Концентрат марганцевих руд 0–3 мм	60	60	20	5
16	рис. Б.20	Пісок повітряно сухий	80	20	60	5
17	рис. Б.20	Сіль калійна	20	30	50	10
18	рис. Б.20	Сіль кам'яна шматкова	40	40	40	5
19	рис. Б.20	Суперфосфат	60	50	30	10
20	рис. Б.20	Щебінь гранітний сухий	80	60	20	5

Таблиця 8.2. Варіанти завдання для розрахунку гвинтового транспортера

Вариант	Вантаж	Q , м ³ /год	L , м	β , град
1	Агломерат свинцевої руди	10	60	+ 5
2	Амофос	16	50	+ 10
3	Антрацит рядовий	25	40	+ 5
4	Боксит подрібнений 0–60 мм	40	30	+ 10
5	Борошно фосфоритне	50	20	+ 5
6	Вапно гашене	10	60	+ 5
7	Вапняк дрібношматковий	16	50	+ 10
8	Вапно хлорне	25	40	+ 5
9	Гіпс дрібношматковий	40	30	+ 10
10	Глинозем порошкоподібний	50	20	+ 5
11	Граніт 0–60 мм	10	60	+ 5
12	Доломіт необпалений 0–60 мм	16	50	+ 10
13	Колчедан сірчаний рядовий	25	40	+ 5
14	Концентрат апатитовий	40	30	+ 10
15	Концентрат марганцевих руд 0–3 мм	50	20	+ 5
16	Пісок повітряно сухий	10	60	+ 5
17	Сіль калійна	16	50	+ 10
18	Сіль кам'яна шматкова	25	40	+ 5
19	Суперфосфат	40	30	+ 10
20	Щебінь гранітний сухий 60 мм	50	20	+ 5

Таблиця 8.3. Варіанти завдання для розрахунку скребкового транспортера

Варіант	Номер схеми	Вантаж	Q , м ³ /год	l_2 , м	l_1 , м	β , град
1	рис. 6.7	Агломерат свинцевої руди	30	20	60	5
2	рис. 6.7	Амофос	50	30	50	10
3	рис. 6.7	Антрацит рядовий	60	40	40	5
4	рис. 6.7	Боксит подрібнений 0–60 мм	100	50	30	10
5	рис. 6.7	Борошно фосфоритне	30	60	20	5
6	рис. 6.7	Вапно гашене	50	20	60	5
7	рис. 6.7	Вапняк дрібношматковий	60	30	50	10
8	рис. 6.7	Вапняк середньошматковий	100	40	40	5
9	рис. 6.7	Гіпс дрібношматковий	30	50	30	10
10	рис. 6.7	Глинозем порошкоподібний	50	60	20	5
11	рис. 6.7	Граніт 0–80 мм	60	20	60	5
12	рис. 6.7	Доломіт необпалений 60–80 мм	100	30	50	10
13	рис. 6.7	Колчедан сірчаний рядовий	30	40	40	5
14	рис. 6.7	Концентрат апатитовий	50	50	30	10
15	рис. 6.7	Концентрат марганцевих руд 0–3 мм	60	60	20	5
16	рис. 6.7	Пісок повітряно сухий	100	20	60	5
17	рис. 6.7	Сіль калійна	30	30	50	10
18	рис. 6.7	Сіль кам'яна шматкова	50	40	40	5
19	рис. 6.7	Суперфосфат	60	50	30	10
20	рис. 6.7	Щебінь гранітний сухий	100	60	20	5

Таблиця 8.4. Варіанти завдання для розрахунку ківшового елеватора

Варіант	Номер схеми	Вантаж	Q , м ³ /год	H , м
1	рис. 7.2 (а)	Агломерат свинцевої руди	10	10
2	рис. 7.2 (а)	Амофос	15	20
3	рис. 7.2 (а)	Антрацит рядовий	25	25
4	рис. 7.2 (а)	Боксит подрібнений 0–60 мм	40	30
5	рис. 7.2 (а)	Борошно фосфоритне	10	10
6	рис. 7.2 (а)	Вапно гашене	15	20
7	рис. 7.2 (а)	Вапняк дрібношматковий	25	25
8	рис. 7.2 (а)	Вапняк середньошматковий	40	30
9	рис. 7.2 (а)	Гіпс дрібношматковий	10	10
10	рис. 7.2 (а)	Глинозем порошкоподібний	15	20
11	рис. 7.2 (а)	Граніт 0–80 мм	25	25
12	рис. 7.2 (а)	Доломіт необпалений 60–80 мм	40	30
13	рис. 7.2 (а)	Колчедан сірчаний рядовий	10	10
14	рис. 7.2 (а)	Концентрат апатитовий	15	20
15	рис. 7.2 (а)	Концентрат марганцевих руд 0–3 мм	25	25
16	рис. 7.2 (а)	Пісок повітряно сухий	40	30
17	рис. 7.2 (а)	Сіль калійна	10	10
18	рис. 7.2 (а)	Сіль кам'яна шматкова	15	20
19	рис. 7.2 (а)	Суперфосфат	25	25
20	рис. 7.2 (а)	Щебінь гранітний сухий	40	30

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ромакин Н.Е. Конструкция и расчет конвейеров: справочник / Н.Е. Ромакин. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 504 с.
2. Конвейеры: справочник / Р. А. Волков и др.; под ред. Ю. А. Пертена. Л.: Машиностроение, 1984. – 367 с.
3. Зеленский О.В. Справочник по проектированию ленточных конвейеров / О.В. Зеленский. – СПб.: Недра, 2009. – 376 с.
4. Методичні вказівки до курсового проекту «Машини безперервного транспорту» для студентів спеціальності 7.090214 «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні машини та обладнання» / уклад. Григоров О.В., Вишневецький Г.В., Петренко Н.О., Стрижак В.В. – Х.: НТУ «ХПІ», 2010. – 28 с.
URL: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/3885/1/prohramy_2010_Rozrakhunok%20strichkovoho.pdf.
5. РТМ 24.093.04-80. Основные требования к проектированию ленточных конвейеров общего назначения. М.: Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по тяжелому и транспортному машиностроению, 1982. – 144 с.
6. СНиП 2.05.07-91. Промышленный транспорт [Чинний 1992-07-01]. М.: Промтрансниипроект, 1991. – 104 с.
7. ДСТУ 3591-97. Конвеєри стрічкові. Терміни та визначення [Чинний від 1998-07-01]. Вид. офіц. К.: Держстандарт України, 1997. – 22 с.
8. ДСТУ 2696-94. Конвеєри стрічкові стаціонарні. Загальні технічні вимоги [Чинний від 1995-07-01]. Вид. офіц. К.: Держстандарт України, 1994. – 30 с.
9. ДСТУ 7306.2013. Стрічки конвеєрні гумотканинні шахтні. Загальні технічні умови [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 28 с.
10. ДСТУ 4308:2004. Конвеєри стрічкові. Системи електроприводу. Загальні технічні вимоги [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. К.: Держспоживстандарт України, 2004. – 56 с.

11. ДСТУ 2763-94. Конвеєри гвинтові. Терміни та визначення [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. К.: Держстандарт України, 1994. – 16 с.

ДСТУ 2672-94. Конвеєри гвинтові. Загальні технічні вимоги [Чинний від 1995-07-01]. Вид. офіц. К.: Держстандарт України, 1994. – 14 с.

12. ДСТУ ISO 7119:2013. Підіймально-транспортне механічне устаткування безперервної дії для сипких матеріалів. Конвеєри гвинтові. Метод визначення потужності приводу [Чинний від 2014-07-01]. Вид. офіц. К.: Мінекономрозвитку України, 2013. – 10 с.

13. ДСТУ ISO 1050:2013. Підіймально-транспортне механічне устаткування безперервної дії для сипких матеріалів. Конвеєри гвинтові. Розміри [Чинний від 2014-07-01]. Вид. офіц. К.: Мінекономрозвитку України, 2013. – 8 с.

14. ДСТУ 8393:2015 Конвеєри шахтні скребкові. Загальні технічні умови [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2015. – 23 с.

15. ГОСТ 588-81. Цепи тяговые пластинчатые. Технические условия. [Введен 1981-07-01]. М.: Издательство стандартов, 1987. – 26 с.

16. ДСТУ ISO 7190:2013 Підіймально-транспортне механічне устаткування безперервної дії. Елеватори ківшові. Класифікація [Чинний від 2014-07-01]. Вид. офіц. К.: Мінекономрозвитку України, 2013. – 11 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А
Довідкові дані з властивостей вантажів

Таблиця А.1. Деякі властивості насипних вантажів

Найменування вантажу, що транспортується, і його особливості	Насипна щільність ρ , т/м ³	Група абразивності	Кут природнього укусу у спокої φ , град	Найбільший припустимий кут нахилу транспортера на підйом β_{\max} , град
1	2	3	4	5
Агломерат залізної руди 0–150 мм	1,6–2,0	D	45	18
Агломерат свинцевої руди	2,0–3,5	D	40–50	18
Азбест, сорт VI–VII	0,4–0,8	B	45	–
Азбест, сорт I–V	0,3–0,6	B	50	–
Амофос	0,9–1,1	C	33–42	–
Антрацит дрібний сухий	0,9–0,95	C	35–45	18
Антрацит рядовий	0,8–1,0	C	45	17
Боксит подрібнений 0-350 мм	1,5–2,2	B	35–45	12
Боксит подрібнений 0-60 мм	1,4–2,0	B	30–40	18
Борошно житнє, висівки	0,5–0,6	A	55	15
Борошно фосфоритне для добрив	1,1–1,8	B	37–45	12
Брикети вугільні сухі	1,0–1,1	B, C	35–40	18
Брикети з бурого вугілля плоскі	0,7–1,0	B, C	35–40	14
Бурий залізняк	1,8–2,1	–	35–45	18
Вапно гашене	0,4–0,8	B	40–50	18
Вапно негашене середньо- та великошматкове	1,65–1,75	B	40–50	18
Вапно порошкоподібне повітряно-сухе	0,5–0,9	B	50	23
Вапно хлорне повітряно-сухе	0,6–0,8	B	45–50	20
Вапняк дрібношматковий	1,4–1,5	B	35–40	18
Вапняк подрібнений	1,4–1,7	B	40–45	18
Вапняк середньо- і великошматковий	1,5–1,7	B	40–45	16
Вапняк флюсовий	1,6	B	40	18
Вугілля буре вологе	0,6–0,8	B	40–50	18
Вугілля буре сухе	0,5–0,6	B	35–50	16
Вугілля кам'яне рядове	0,6–0,8	B	30–45	18
Вугільний пил з дрібняком	0,5–0,7	B	15–20	10
Галька круга суха	1,5–1,8	B	30	10
Гіпс дрібношматковий	1,2–1,4	B	40	22
Гіпс порошкоподібний повітряно-сухий	0,9–0,95	B	40	18
Глина пиловидна	0,4–1,2	B	20	22
Глина шматкова волога	1,9–2,1	B	50	24
Глина шматкова суха	1,6–1,8	B	40	16
Глинозем порошкоподібний сухий	0,9–1,3	C	35	–

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5
Гравій вологий митий	1,8–1,9	B	40–50	20
Гравій рядовий сухий	1,5–1,8	B	30–45	18
Граніт 0–80 мм	1,5	–	35–45	18
Граніт крупністю 0–80 мм	1,5	D	45	18
Добрива мінеральні	1,0–2,0	C	35–40	15
Доломіт необпалений 50–80 мм	1,7–1,9	C	35–40	18
Земля ґрунтова волога	1,6–2,0	C	35–45	22
Земля ґрунтова суха	1,1–1,6	C	30–40	18
Земля формувальна вибита	1,2–1,3	C	30–45	22
Земля формувальна готова	1,6	C	40–45	24
Зерно (жито, пшениця) сухе	0,7–0,8	A	22	16
Зола суха	0,6–0,9	D	45–50	18
Калій хлористий	0,9	–	46	–
Каміння дрібно- і середньошматкове рядове	1,3–1,5	D	37–40	18
Картопля (бульби)	0,6–0,8	A	28	17
Кокс рядовий	0,4–0,5	D	30	15
Коксик з дрібняком	0,6–0,9	D	50	18
Колчедан сірчаний рядовий	2,0	C	45	17
Колчедан флотацийний	1,8	C	38–40	17
Концентрат апатитовий	1,3–1,7	C	30–40	16
Концентрат залізних і поліметалевих руд сухий 0–1 мм	2,8–3,0	–	30–50	18
Концентрат залізних руд вологий 0–0,1 мм	3,2–5,0	D	25–50	22
Концентрат марганцевих руд 0–3 мм	1,5–1,8	–	30–50	20
Концентрат мідний	2,0–2,2	–	30–50	20
Концентрат нефеліновий	1,3–1,7	–	25–35	17
Концентрат нікелевий	2,2–2,3	–	40–50	20
Концентрат цинковий	1,8–2,1	–	40–50	20
Котуни залізородні	1,8–2,2	C	35–40	12
Крейда дрібношматкова	1,4–1,6	B	40	15
Кукурудза у зернах	0,7–0,8	A	35	15
Огарок колчедановий	1,4–1,8	C	35	18
Окалина	2,0–2,2	C	30–35	–
Пил колошниковий	1,1–2,0	B	–	–
Пісок кар'єрний рядовий повітряно-сухий	1,4–1,6	C	35–40	20
Пісок чистий формувальний сухий	1,3–1,5	C	30–35	15
Піщано-гравійна суміш повітряно-суха	1,6–1,8	C	40–45	22
Порода ґрунтова (розкрит)	1,6–1,7	C	45–50	20
Руда азбестова	1,6–1,8	–	35–40	18
Руда вольфрамормолібденова	1,9–2,0	–	35–40	20
Руда залізна великошматкова крупністю 0–350 мм	2,2–3,6	D	35–45	16

Закінчення таблиці А.1

1	2	3	4	5
Руда марганцева 0–25 мм	1,7–1,9	–	35–45	20
Руда мідна	1,7–1,8	–	35–45	20
Руда нікелева	2,0–2,5	–	35–45	20
Руда поліметалева 0–120 мм	2,0–4,5	–	35–45	20
Руда свинцево-цинкова	2,0–2,4	–	40–45	20
Сіль калійна	1,1	С	46	18
Сіль кам'яна шматкова	0,8–1,8	С	30–50	18
Сіль поварена зерниста	1,0–1,2	С	50	20
Сірка гранульована	1,4	–	45	18
Сода кальцинована порошкоподібна	1,0	–	44	18
Стружки деревинні свіжі	0,2–0,5	А	50	27
Суперфосфат з апатиту гранульований	1,0	С	45	20
Тирса деревинна повітряно-суха	0,2–0,3	А	40	27
Торф фрезерний повітряно-сухий	0,3–0,5	В	32–45	18
Цемент повітряно-сухий	1,0–1,5	Д	30–40	20
Шлак кам'яновугільний	0,6–0,9	Д	35–40	20
Штиб сухий	0,9	С	30–45	20
Щебінь вапняковий доломітовий	1,25–1,35	–	35–45	18
Щебінь гранітний сухий	1,5–1,8	Д	35–45	18

Таблиця А.2. Класифікація насипних вантажів за крупністю

Найменування вантажу	Розмір типових шматків, мм
Особливо великошматковий	$a' > 320$
Великошматковий	$320 \geq a' > 160$
Середньошматковий	$160 \geq a' > 60$
Дрібношматковий	$60 \geq a' > 10$
Великозернистий	$10 \geq a' > 2$
Дрібнозернистий	$2 \geq a' > 0,5$
Порошкоподібний	$0,5 \geq a' > 0,05$
Пиловидний	$0,05 \geq a'$

Таблиця А.3. Коефіцієнти тертя штучних вантажів

Найменування вантажу	Коефіцієнт тертя, f					
	по сталі		по дереву вздовж волокон		по гумі	
	спокою	руху	спокою	руху	спокою	руху
Відливки	0,57–0,65	0,47–0,55	0,65	0,25–0,50	0,80	0,75
Тара металева	0,25–0,35	0,20–0,30	0,60	0,50–0,60	0,61	0,54
Ящики дерев'яні	0,55–0,68	0,49–0,53	0,40–0,60	0,25–0,48	0,66	0,61
Мішки	0,58–0,63	0,49–0,54	0,60–0,80	0,27–0,49	0,61	0,61
Будівельні матеріали	0,53–0,61	0,41–0,48	0,40–0,50	0,50	0,70	0,70

ДОДАТОК Б

Довідкові дані для розрахунку стрічкових транспортерів

Таблиця Б.1. Характеристики стрічкових транспортерів

Параметр	Прийнятий ряд значень
Ширина стрічки, мм	100; 200; 300; 400; 500; (600); 650; (700); (750); 800; (900); 1000; (1100); 1200; 1400; 1600; (1800); 2000; (2250); 2500; 2750; 3000
Номінальна швидкість стрічки, м/с	0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0
Номінальний діаметр приводних і неприводних барабанів, мм	160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1400; 1600; 2000; 2500
Номінальний діаметр ролика, мм	63; 76; 89; 108; 127; 133; 152; 159; 168; 178; 194; 219; 245

Примітка: значення ширини стрічки, що наведені в дужках, не повинні використовуватися при проектуванні нових транспортерів

Таблиця Б.2. Продуктивність стрічкових транспортерів при швидкості стрічки 1 м/с

Форма робочої гілки стрічки	Ширина стрічки, мм							
	300	400	500	650	800	1000	1200	1400
Номінальна продуктивність, м ³ /год								
Жолобчаста	–	40	63	100	160	230	400	500
Плоска	12,5	16	25	40	63	100	160	200
Форма робочої гілки стрічки	Ширина стрічки, мм							
	1600	1800	2000	2250	2500	2750	3000	
Номінальна продуктивність, м ³ /год								
Жолобчаста	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	
Плоска	250	315	400	500	630	800	1000	

Таблиця Б.3. Типи і види конвеєрних стрічок

Тип стрічки	Основні характеристики стрічки	Вид матеріалу, що транспортується, вагтяжу	Категорія умов експлуатації	Вид стрічки	Позначення стрічки	Тип тканини	Клас гуми зовнішніх обкладок	Товщина зовнішніх обкладок, мм		Температура оточуючого середовища, °С						
								робочої поверхні	нерабочої бокової поверхні							
1	Багатопрокладкова, з двосторонньою гумовою обкладкою і захисною або брекетиною прокладкою під гумовою обкладкою робочої поверхні і гумовими бортами	Руди чорних і кольорових металів, міцні гірські породи шматками розміром до 500 мм, когалоли діаметром до 900 мм та інші матеріали	4	5	6	7	8	9	10	11						
								1.1	A		8	2	Від мінус 45 до плюс 60 °С			
									1.1М		B	10		3	Від мінус 60 до плюс 60 °С	
		1.2	M	10	3	Від мінус 60 до плюс 60 °С										
			1.2М	A	6		2	Від мінус 45 до плюс 60 °С								
		1.2Ш		B	8	2	Від мінус 60 до плюс 60 °С									
			1.2ШМ	M	8	2		Від мінус 60 до плюс 60 °С								
		Важко-займіста		Важкі	1.2Ш	Г-1	6		Синтетичні (поліамідні), 200–400	Г-1	6	3,5	Від мінус 25 до плюс 60 °С			
			2.1					A						6	2	Від мінус 45 до плюс 60 °С
		Середні	Середні	2М	И, Б	6	Синтетичні, 100–300	M	8	2	Від мінус 60 до плюс 60 °С					
150 мм і шугуні вагтяжі	Середні											2М	И, Б	6	Синтетичні, 100–300	M
		150 мм і шугуні вагтяжі	Середні	2М	И, Б	6	Синтетичні, 100–300	M	6	2	Від мінус 60 до плюс 60 °С					

Продовження таблиці Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11									
2	Багатопрокладкова, з двосторонньою гумовою обкладкою і гумовими бортами	Вугілля рядове, глина, цемент, м'які породи та інші малоабразивні матеріали шматками до 150 мм.	Середні	Загального призначення	2.2	Синтетичні, 100-300 або комбіновані (поліефір /бавовна), 55	И, Б	5	2	Від мінус 45 до плюс 60 °С									
											Морозостійка	2М	М	5	2	Від мінус 60 до плюс 60 °С			
											Важкозаймиста	2Ш	Г-1	4,5	3,5	Від мінус 25 до плюс 60 °С			
											Важкозаймиста морозостійка	2ШМ	Г-2	4,5	3,5	Від мінус 45 до плюс 60 °С			
											Матеріали з температурою до 100 °С.								
											високоабразивні і абразивні малоабразивні і неабразивні	2Т1	Т-1	8	2	Від мінус 25 до плюс 60 °С			
											високоабразивні і абразивні малоабразивні і неабразивні	2Т2	Т-2	6	2	Від мінус 10 до плюс 60 °С			
											Матеріали з температурою до 150 °С.								
											високоабразивні і абразивні малоабразивні і неабразивні	2Т2	Т-2	8	2	Від мінус 10 до плюс 60 °С			
											Матеріали з температурою до 200 °С.								
											високоабразивні абразивні малоабразивні і неабразивні	2Т3	Т-3	10	3	Від мінус 25 до плюс 60 °С			
											Багатопрокладкова, з двосторонньою гумовою обкладкою, гумовими або нарізаними бортами	Малоабразивні матеріали, в тому числі продукти сільського господарства, неабразивні дрівні, сипкі та пакетовані матеріали	Легкі	Загального призначення	2Л	Синтетичні, 100-200 або комбіновані (поліефір /бавовна), 55	И, Б	4	2
Морозостійка	2ЛМ	М	4	2	Від мінус 60 до плюс 60 °С														
Теплостійка	2ЛМ	М	3	1	Від мінус 60 до плюс 60 °С														
Теплостійка	2ЛМ	М	3	1	Від мінус 60 до плюс 60 °С														
Теплостійка	2ЛМ	М	3	1	Від мінус 60 до плюс 60 °С														
Теплостійка	2ЛМ	М	3	1	Від мінус 60 до плюс 60 °С														
Теплостійка	2ЛМ	М	3	1	Від мінус 60 до плюс 60 °С														
Теплостійка	2ЛМ	М	3	1	Від мінус 60 до плюс 60 °С														
Теплостійка	2ЛМ	М	3	1	Від мінус 60 до плюс 60 °С														
Теплостійка	2ЛМ	М	3	1	Від мінус 60 до плюс 60 °С														
Теплостійка	2ЛМ	М	3	1	Від мінус 60 до плюс 60 °С														
Теплостійка	2ЛМ	М	3	1	Від мінус 60 до плюс 60 °С														

Закінчення таблиці Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2				Харчова	2ПЛ		П	4	2	Від мінус 25 до плюс 60 °С
3	Багатопрокладкова, з односторонньою гумовою обкладкою і нарізними бортами	Малобразивні і неабразивні матеріали, в тому числі продукти сільського господарства, дрібні, сипкі та пакетовані матеріали	Легкі	Затального призначення	3	Синтетичні, 100 або комбіновані (поліефір /бавовна), 55	И, Б	3	0	Від мінус 45 до плюс 60 °С
				Харчова	3П		П	3	0	
4	Одно- та двопрокладкові з двосторонньою гумовою обкладкою і нарізними бортами	Малобразивні і неабразивні дрібні та сипкі матеріали, в тому числі продукти сільського господарства тільки на конвесах з суцільним опорним настилом	Легкі	Затального призначення	4	Синтетичні, 100 або комбіновані (поліефір /бавовна), 55	И, Б	2	1	Від мінус 25 до плюс 60 °С
				Харчова	4П		С	2	1	
				Затального призначення	4		С	3	1	
				Харчова	4П		П	3	1	
4	Дрібні запаковані харчові продукти	Дрібні запаковані харчові продукти	Легкі	Харчова	4П	Синтетичні, 100 або комбіновані (поліефір /бавовна), 55	И, Б	1	1	Від мінус 45 до плюс 60 °С
				Харчова	4П		С	2	1	
				Харчова	4П		П	2	1	
				Харчова	4П		П	1	1	

Таблиця Б.4. Рекомендовані швидкості руху стрічки при транспортуванні насипних вантажів

Характер вантажу	Швидкість руху стрічки, м/с, при її ширині, м							
	400-500	650	800	1000	1200	1400	1600-1800	2000-3000
Пиловидні і порошкоподібні	1,00	1,0	1,00	1,25	1,25	1,60	1,60	2,0
Крихкі, шматкові, якщо кришення знижує якість	1,25	1,6	2,00	2,00	2,50	2,50	3,15	4,00
Зернисті і порошкоподібні, розкриті породи	1,60	2,3	3,15	4,00	4,00	5,00	5,00	6,30
Дрібношматкові $a' \leq 60$ мм	1,60	2,0	2,50	3,15	4,00	5,00	5,00	6,30
Середньошматкові $a' \leq 160$ мм:								
легкі	1,60	2,0	2,50	3,15	4,00	4,00	5,00	5,00
важкі	–	1,6	2,00	2,50	3,15	3,15	4,00	–
Крупношматкові $a' \leq 320$ мм:								
легкі	–	–	1,60	2,0	2,50	2,50	3,15	3,15
важкі	–	–	1,25	1,6	2,00	2,00	2,50	2,50
Особливо великошматкові $a' > 320$ мм	–	–	–	–	2,00	2,50	2,50	3,15

Таблиця Б.5. Значення коефіцієнта K_{β}

Кут природнього укусу в русі, φ_p , град.	Рухливість частинок вантажу	Кут нахилу транспортера, β , град.				
		1–5	6–10	11–15	16–20	21–24
10–15	Легка	0,95	0,90	0,85	0,80	–
15–20	Середня	1,00	0,97	0,95	0,90	0,85
20–25	Мала	1,00	0,98	0,97	0,95	0,90

Примітка: φ_p – кут природнього укусу вантажу в русі дорівнює $\varphi_p = (0,45 \dots 0,50) \cdot \varphi$, де φ – кут природнього укусу вантажу у спокої.

Таблиця Б.6. Значення коефіцієнта K_{α}

Роликоопора	Кут нахилу бокових роликів, α_p , град.	Рухливість частинок вантажу		
		легка	середня	мала
Пряма	0	158	240	328
Жолобчаста з трьома роликами	20	393	470	550
	30	480	550	625
	45	580	633	692

Таблиця Б.7. Товщина гумотканинного каркасу стрічки

Кількість тягових прокладок каркасу	Товщина (розрахункова), мм, гумотканинного каркасу з тканин								
	комбінованих (поліефір/ баовна)	синтетичних (поліамід)						синтетичних (поліефір/ поліамід)	
		Номінальна міцність тягової прокладки за основою, Н/мм							
	55	400/100 ²	400/75 ²	300	200	100	300	200	
1	1,2	–	–	–	–	1,1	–	–	
2	2,4	–	–	–	3,2	2,2	–	3,2	
3	3,6	9,0	6,0; 6,9 ¹	5,7; 6,6 ¹	4,8; 5,7 ¹	3,3; 4,2 ¹	6,3	5,1	
4	4,8	12,0	8,0; 9,2 ¹	7,6; 8,8 ¹	6,4; 7,6 ¹	4,4; 5,6 ¹	8,4	6,8	
5	6,0	15,0	10,0; 11,5 ¹	9,5/11,0 ¹	8,0; 9,5 ¹	5,5; 7,0 ¹	10,5	8,5	
6	7,2	18,0	12,0; 13,8 ¹	11,4/13,2 ¹	9,6; 11,4 ¹	6,6; 8,4 ¹	12,6	10,2	

Примітки: 1. Товщина (розрахункова) каркасу для теплостійких, важкозаймистих для вугільних і сланцевих шахт, важкозаймистих морозостійких і стрічок типу 2.2 з гуми типу Г-1 і Г-2.

2. Міцність за основою 400 і утоком 100 і 75 Н/мм.

Таблиця Б.8. Товщина тканинних прокладок конвеєрних стрічок

Номінальна міцність прокладки по основі, Н/мм, не менше	Товщина тканинної прокладки, <i>t</i> , мм	
	з гумовим прошарком	без гумового прошарку
	Основа і уток з синтетичного волокна	Основа і уток з комбінованих ниток
200	1,4	1,6
150	1,3	1,4
100	1,2	1,3
65	1,2	1,2

Таблиця Б.9. Кількість тягових прокладок для стрічок різних типів

Ширина стрічки, мм	Кількість тягових прокладок для стрічок типу											
	1		2				3		4			
	Номінальна міцність тягових прокладок, Н/мм											
	400	300	200	300	200	100	55	100	55	100	55	
100, 200	–	–	–	–	–	–	–	2-5	2-4	1-2	1-2	
300, 400	–	–	–	–	2-5	2-5	2-5	2-5	2-4	1-2	1-2	
500, (600)	–	–	–	–	2-5	2-5	2-5	2-5	2-4	1-2	1-2	
650, (700)	–	–	–	–	2-6	2-5	2-6	2-5	3-5	1-2	1-2	
(750), 800	–	3-6	3-6	3-6	2-6	2-6	3-6	3-5	3-5	1-2	1-2	
(900), 1000	3-6	3-6	3-6	3-6	3-6	3-6	3-6	3-5	3-5	1-2	1-2	
(1100), 1200	3-6	4-6	4-6	3-6	3-6	3-6	3-6	3-5	3-5	1-2	1-2	
1400	3-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	3-6	3-5	3-5	1-2	1-2	
1600	3-8	4-8	5-6	3-8	3-6	4-6	3-6	3-5	3-5	–	–	
(1800), 2000	4-8	4-8	5-6	3-8	5-6	4-6	3-6	3-5	3-5	–	–	
(2250), 2500, 2750, 3000	5-6	5-6	5-6	4-6	5-6	4-6	3-6	–	–	–	–	

Таблиця Б.10. Розрахункова маса 1 м² конвеєрних стрічок в кілограмах з зовнішніми обкладками різної товщини з каркасом із тканин різних типів

Тип тканини тягового каркасу	Товщина зовнішніх обкладок робочої/нерабочої поверхонь стрічки, мм	Кількість тканинних прокладок			
		3	4	5	6
БКНЛ-65	3,0/1,0	7,3	8,2	9,1	10,0
БКНЛ-65-2	4,0/2,0	9,7	10,6	11,5	12,4
ТА-100	5,0/2,0	11,6	12,8	14,0	15,2
ТК-100	6,0/2,0	12,8	14,0	15,2	16,4
	8,0/2,0	15,2	16,4	17,6	18,8
ТК-200-2	4,5/3,5	14,6	16,0	17,2	18,8
	6,0/2,0	13,4	14,8	16,2	17,6
	6,0/3,5	15,8	17,2	18,6	20,0
	8,0/2,0	15,8	17,2	18,6	20,0
ТЛК-200	6,0/2,0	14,0	15,6	17,2	18,8
	8,0/2,0	16,4	18,0	19,6	21,2
ТА-300	6,0/2,0	13,7	15,2	16,7	18,2
	6,0/3,5	16,1	17,6	19,1	20,6
	8,0/2,0	16,1	17,6	19,1	20,6
ТЛК-300	6,0/2,0	14,3	16,0	17,7	19,4
	8,0/2,0	16,7	18,4	20,1	21,8
ТК-400	6,0/2,0	14,0	15,6	17,2	18,8
	6,0/3,5	15,8	17,4	19,0	20,6
	8,0/2,0	16,4	18,0	19,6	21,2
	10,0/3,0	20,0	21,6	23,2	24,8
МК-400/120-3	6,0/2,0	18,8	21,0	23,2	25,4
	8,0/2,0	21,2	23,4	25,6	27,8
	10,0/3,0	24,8	27,0	29,2	31,4

Таблиця Б.11. Найменування тканин, що використовуються для виготовлення конвеєрних стрічок

Міцність тканини за основою, Н/мм	Позначення синтетичних тканин		Позначення комбінованих тканин (поліефір/бавовна)
	Основа і уток з поліамідних ниток	Основа з поліефірних ниток, уток з поліамідних ниток	
65	–	–	БКНЛ-65 БКНЛ-65-2
100	ТА-100	–	–
	ТА-100		
200	ТК-200-2	ТЛК-200	–
300	ТА-300	ТЛК-300	–
	ТК-300		
400	ТА-400	–	–
	ТК-400		
	МК-400/120-3		

Таблиця Б.12. Основні типи роликів

Тип	Виконання		Позначення
	за робочою поверхнею	за кінцями вісі	
Верхній	Гладкий	3 наскрізною лискою	Г
	Футерований		Ф
	Амортизуючий		А
	Гладкий	3 глухою лискою	ГЛ
	Футерований		ФЛ
	Амортизуючий		АЛ
Нижній	Гладкий	3 наскрізною лискою	Н
	Футерований		НФ
	Дисковий		НД
	Гладкий	3 глухою лискою	НЛ
	Футерований		НФЛ
	Дисковий		НДЛ

Таблиця Б.13. Основні розміри роликів

D, мм	63	76; 89	102;108	127; 133	152; 159; 168; 178	194	219	245
Довжина ролика L, мм	160	160	160	250	315(310)	315	315	380
	200	200	200(195)	315(310)	380	380	380	465
	250	250	250(245)	380	465(460)	465	465	530
	315	315	315(310)	465(460)	530	530	530	600
	380(400)	380	380	530	600	600	600	670
	500	465	465	600	670	670	670	750
	600	500	500	670	750(740)	750(740)	750	800
	750	600	530	750	800	800	800	900
	950	670	600	900	900	900	900	1000
	–	750	670	950	950	950	950	1150
	–	950	750	1000	1000	1000	1000	1250
	–	1150	900	1150	1150	1150	1150	1400
	–	1400	950	1400	1250	1250	1250	1600
	–	1600	1150	1600	1400	1400	1400	1800
	–	–	1400	1800	1600 (1500)	1600 (1500)	1600 (1500)	2000
	–	–	1600	2000	1800	1800	1800	2200
	–	–	1800	2200	2000	2000	2000	2400
	–	–	2000	–	2200	2200	2200	–
–	–	–	–	2400	2400	2400	–	

- Примітки:** 1. Довжину роликів, вказану в дужках, при новому проектуванні не використовувати.
2. Для роликів Ф, ФЛ, НФ, НФЛ діаметр повинен бути збільшений на подвійну товщину футеровки.
3. Ролики діаметром 216 і 245 мм виготовляють тільки амортизувальними.

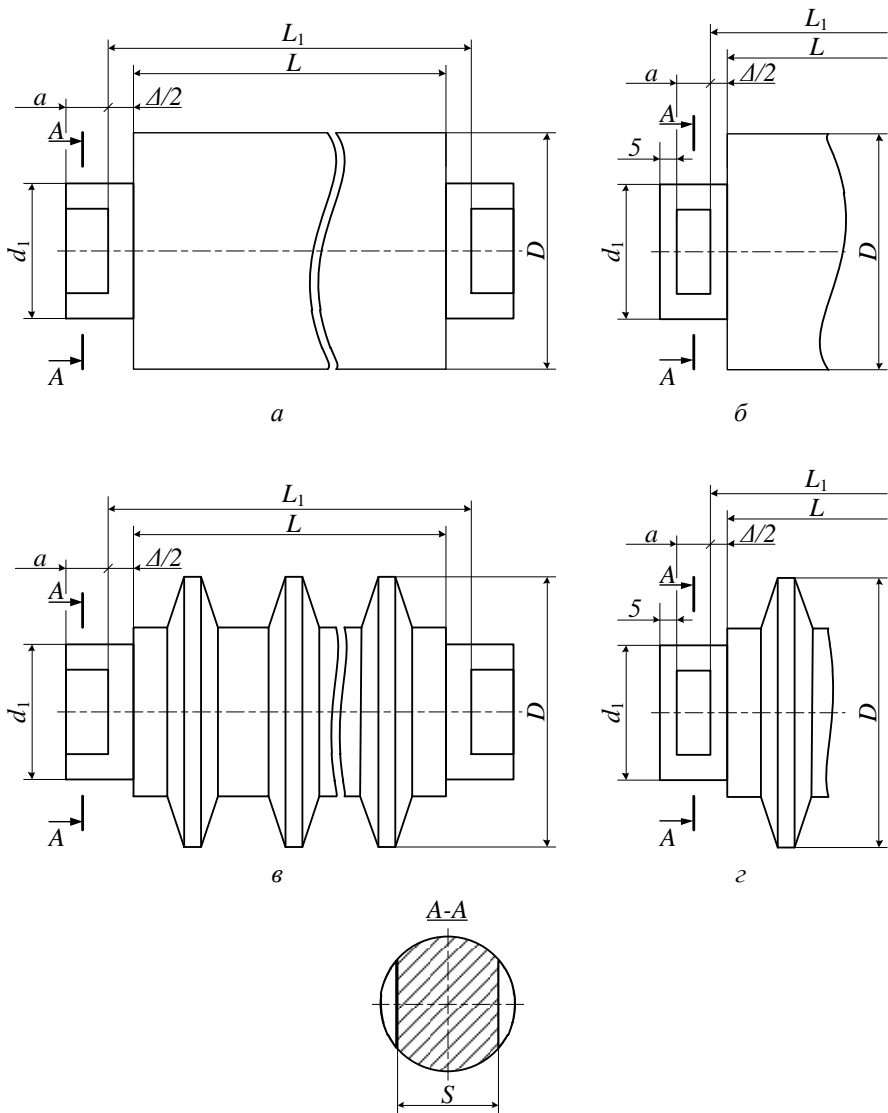


Рис. Б.1. Типи роликів: *a* – тип Г, Ф, А, Н, НФ; *б* – тип НЛ, НФЛ; *в* – тип Д; *г* – тип ДЛ

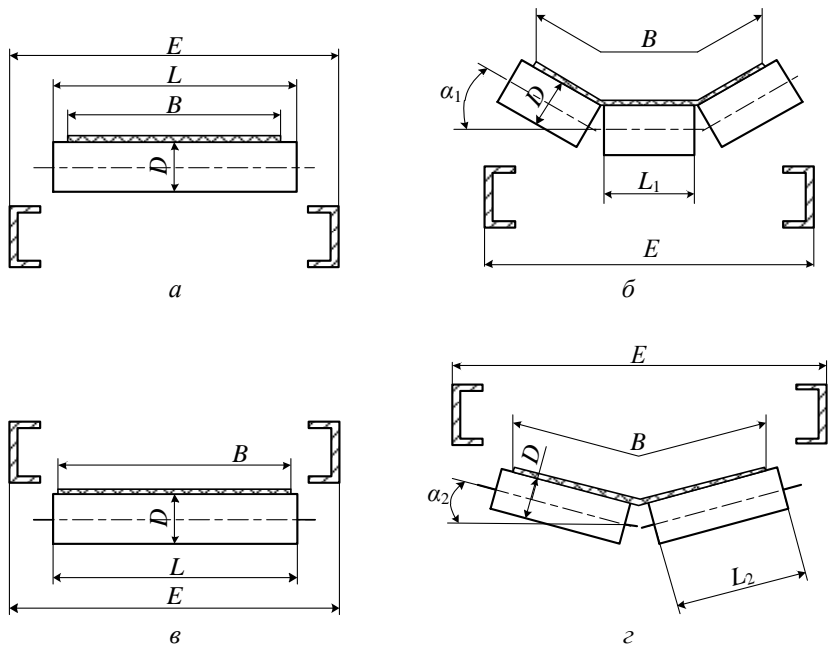


Рис. Б.2. Типи роликкоопор: *a* – тип П, ПФ; *б* – тип Ж, ЖЦ, ЖА, ЖФ, ЖЦФ; *в* – тип Н, НЛ, НЦЛ, НД, НДЛ, НФ, НФЛ, НЦФ, НЦФЛ; *г* – тип НЖ, НЖЛ; НЖД; НЖДЛ; НЖФ; НЖФЛ

Таблиця Б.14. Призначення роликкоопор

Роликкоопера		Позначення ролика	Галузь використання в транспортерах
тип	позначення		
1	2	3	4
Верхня			
пряма	П	Г	3 плоскою стрічкою шириною $B = 300-2000$ мм
жолобчаста	Ж		3 жолобчастою стрічкою шириною $B = 400-3000$ мм
жолобчаста центрувальна	ЖЦ		3 жолобчастою стрічкою шириною $B = 400-3000$ мм для центрування ходу стрічки
жолобчаста амортизувальна	ЖА	А	3 жолобчастою стрічкою шириною $B = 400-3000$ мм для пом'якшення ударів вантажу по стрічці при його завантаженні
пряма футерована	ПФ	Ф	3 плоскою стрічкою шириною $B = 400-2000$ мм

Закінчення таблиці Б.14

1	2	3	4
жолобчаста футерована	ЖФ	Ф	З жолобчастою стрічкою шириною $B = 400-3000$ мм при транспортуванні липких, абразивних або агресивних матеріалів
жолобчаста центрувальна футерована	ЖЦФ		З жолобчастою стрічкою шириною $B = 400-3000$ мм для центрування ходу стрічки при транспортуванні липких, абразивних або агресивних матеріалів
Нижня			
пряма	Н, НЛ	Н, НЛ	Зі стрічкою шириною $B = 300-2000$ мм
пряма центрувальна	НЦ, НЦЛ		Зі стрічкою шириною $B = 400-2000$ мм для центрування ходу стрічки
жолобчаста	НЖ, НЖЛ		Зі стрічкою шириною $B = 800-3000$ мм
пряма дискова	НД, НДЛ	Д, ДЛ	Зі стрічкою шириною $B = 400-2000$ мм при транспортуванні липких вантажів
жолобчаста дискова	НЖД, НЖДЛ		Зі стрічкою шириною $B = 800-3000$ мм при транспортуванні липких вантажів
пряма футерована	НФ, НФЛ	НФ, НФЛ	Зі стрічкою шириною $B = 400-2000$ мм при транспортуванні липких, абразивних або агресивних матеріалів
пряма центрувальна футерована	НЦФ, НЦФЛ		З прямою стрічкою шириною $B = 400-2000$ мм при транспортуванні липких, абразивних або агресивних матеріалів
жолобчаста футерована			Зі стрічкою шириною $B = 800-3000$ мм при транспортуванні липких, абразивних або агресивних матеріалів

Таблиця Б.15. Найбільша відстань між роликami на робочій гілці при транспортуванні насипних вантажів

Насипна щільність вантажу ρ , т/м ³	Відстань l_p , мм, при ширині стрічки B , мм					
	400	500	650	800	1000	1200
≤ 1	1600	1500	1400	1300		1200
1-2	1500	1400	1300	1200		1100
≥ 2	1400	1300	1200	1100		1000

Таблиця Б.16. Діаметри роликів

Діаметр ролика D , мм	Ширина стрічки B , мм	Насипна щільність вантажу ρ , т/м ³ , не більше	Швидкість руху стрічки V , м/с, не більше
1	2	3	4
63	300-800	$\leq 1,00$	$\leq 1,25$
89	400-650	1,60	2,00

Закінчення таблиці Б.16

1	2	3	4
89	600–800	1,60	1,60
108	400–650	2,00	2,50
	800–1200	1,60	2,50
133	800–1200	2,00	2,50
159	800–1200	3,50	4,00

Таблиця Б.17. Основні розміри роликоопор (рис. Б.2)

Ширина стрічки B , мм	Діаметр ролика D , мм	Довжина ролика, мм			Ширина конструкції E , мм	Кут нахилу бокового ролика, град.		Орієнтовна маса роликоопори m_p , кг	
		L	L_1	L_2		α_1	α_2	жолобчаста	пряма
300	63	400	–	–	600	–	–	–	10
400	63; 89; 108	500	160	–	700	10, 20, 30	–	15–22	12
500	63; 89; 108	600	200		866	10, 20, 30	–	18–24	12–15
650	63; 89; 108; 133	750	250		950	10, 20, 30	–	20–35	15–24
800	63; 89; 108; 133; 159; 194; 219; 245	950	315	465	1150	10, 20, 30	10	35–95	25–36
1000	89; 108; 133; 159; 194; 219; 245	1150	380	600	1350	10, 20, 30; 45	10	48–108	32–48
1200	89; 108; 133; 159; 194; 219; 245	1400	465	670	1600	10, 20, 30; 45	10	50–132	38–52
1400	108; 133; 159; 194; 219; 245	1600	530	750	1800	10, 20, 30; 45	10	–	–
1600	108; 133; 159; 194; 219; 245	1800	600	900	2050	10, 20, 30; 45	10	–	–
1800	133; 159; 194; 219; 245	2000	670	1000	2250	10, 20, 30; 45	10	–	–
2000	159; 194; 219; 245	2200	750	1150	2600	10, 20, 30; 45	10	–	–
2500	159; 194; 219; 245	–	900	1400	3100	10, 20, 30; 45	10	–	–
3000	159; 194; 219; 245	–	1150	1600	3600	10, 20, 30; 45	10	–	–

Таблиця Б.18. Коефіцієнт опору руху стрічки роликкооперами на підшипниках кочення

Умови роботи	Значення коефіцієнту w для роликкоопор	
	прямих	жолобчастих
Хороші	0,018	0,020
Середні	0,022	0,025
Важкі	0,035	0,040

Примітка: характеристика умов роботи приймається розробником

Таблиця Б.19. Значення коефіцієнтів μ і $e^{\mu \cdot \alpha}$

Матеріал ба- рану	Воло- гість ат- мосфери	Коефіці- єнт тертя μ	$e^{\mu \cdot \alpha}$ при кутах обхвату в градусах або радіанах					
			30°	45°	90°	180°	210°	240°
			0,524	0,795	1,57	3,14	3,66	4,19
Чавунний або стальний	Дуже во- лога	0,10	1,05	1,08	1,17	1,37	1,44	1,52
З дерев'яною або гумовою обшивкою		0,15	1,08	1,12	1,27	1,60	1,73	1,87
Чавунний або стальний	Волога	0,20	1,11	1,17	1,37	1,87	2,08	2,31
З дерев'яною або гумовою обшивкою		0,25	1,14	1,22	1,48	2,18	2,49	2,83
Чавунний або стальний	Суха	0,30	1,17	1,27	1,60	2,56	3,00	3,51
З дерев'яною обшивкою		0,35	1,20	1,32	1,73	3,00	3,61	4,33
З гумовою об- шивкою		0,40	1,23	1,37	1,87	3,51	4,33	5,34

Таблиця Б.20. Розрахунок сил опору та натягу

Схема траси	Сила опору, Н	Натяг в точ- ках траси, Н
1	2	3
	$W_{1-2} = (q_{px} + q_c) \cdot l_1 \cdot w$ $W_{2-3} \approx 0$ $W_{3-4} = (q_{px} + q_c) \cdot l_2 \cdot w + q_c \cdot H$ $W_{4-5} = k \cdot S_4$ $W_{5-6} = (q_{pp} + q_c + q_b) \cdot l_2 \cdot w - (q_c + q_b) \cdot H$ $W_{6-7} \approx 0$ $W_{7-8} = (q_{pp} + q_c + q_b) \cdot l_1 \cdot w$	$S_1 = S_6$ $S_2 = S_1 + W_{1-2}$ $S_3 = S_2$ $S_4 = S_3 + W_{3-4}$ $S_5 = S_4 \cdot \xi$ $S_6 = S_5 + W_{5-6}$ $S_7 = S_6$ $S_8 = S_7 + W_{7-8}$

Закінчення таблиці Б.20

	1	2	3
2		$W_{1-2} = (q_{px} + q_c) \cdot l_2 \cdot w + q_c \cdot H$ $W_{2-3} = S_2 \cdot (e^{\mu\alpha} - 1)$ $W_{3-4} = (q_{px} + q_c) \cdot l_2 \cdot w$ $W_{4-5} = k \cdot S_4$ $W_{5-6} = (q_{pp} + q_c + q_b) \cdot l_2 \cdot w$ $W_{6-7} = S_6 \cdot (e^{\mu\alpha} - 1)$ $W_{7-8} = (q_{pp} + q_c + q_b) \cdot l_1 \cdot w - (q_c + q_b) \cdot H$	$S_1 = S_{36}$ $S_2 = S_1 + W_{1-2}$ $S_3 = S_2 \cdot \lambda$ $S_4 = S_3 + W_{3-4}$ $S_5 = S_4 \cdot \zeta$ $S_6 = S_5 + W_{5-6}$ $S_7 = S_6 \cdot \lambda$ $S_8 = S_7 + W_{7-8}$
3		$W_{1-2} = (q_{px} + q_c) \cdot l \cdot w$ $W_{2-3} = k \cdot S_2$ $W_{3-4} = (q_{px} + q_c + q_{pp}) \cdot l \cdot w$	$S_1 = S_{36}$ $S_2 = S_1 + W_{1-2}$ $S_3 = S_2 + W_{2-3}$ $S_4 = S_3 + W_{3-4}$
4		$W_{1-2} = (q_{px} + q_c) \cdot l_1 \cdot w - q_c \cdot H$ $W_{2-3} \approx 0$ $W_{3-4} = (q_{px} + q_c) \cdot l_2 \cdot w$ $W_{4-5} = k \cdot S_4$ $W_{5-6} = (q_{pp} + q_c + q_b) \cdot l_2 \cdot w$ $W_{6-7} \approx 0$ $W_{7-8} = (q_{pp} + q_c + q_b) \cdot l_1 \cdot w + (q_c + q_b) \cdot H$	$S_1 = S_{36}$ $S_2 = S_1 + W_{1-2}$ $S_3 = S_2$ $S_4 = S_3 + W_{3-4}$ $S_5 = S_4 \cdot \zeta$ $S_6 = S_5 + W_{5-6}$ $S_7 = S_6$ $S_8 = S_7 + W_{7-8}$
5		$W_{1-2} = (q_{px} + q_c) \cdot l_1 \cdot w$ $W_{2-3} = S_2 \cdot (e^{\mu\alpha} - 1)$ $W_{3-4} = (q_{px} + q_c) \cdot l_2 \cdot w - q_c \cdot H$ $W_{4-5} = k \cdot S_4$ $W_{5-6} = (q_{pp} + q_c + q_b) \cdot l_2 \cdot w + (q_c + q_b) \cdot H$ $W_{6-7} = S_6 \cdot (e^{\mu\alpha} - 1)$ $W_{7-8} = (q_{pp} + q_c + q_b) \cdot l_1 \cdot w$	$S_1 = S_{36}$ $S_2 = S_1 + W_{1-2}$ $S_3 = S_2 \cdot \lambda$ $S_4 = S_3 + W_{3-4}$ $S_5 = S_4 \cdot \zeta$ $S_6 = S_5 + W_{5-6}$ $S_7 = S_6 \cdot \lambda$ $S_8 = S_7 + W_{7-8}$

Таблиця Б.21. Показники максимально допустимого (розрахункового) робочого навантаження тягової прокладки залежно від середнього кута установки транспортера, виду стрічки і кількості тягових прокладок каркасу

Вид стрічки	Кут установки транспортера (за віссю кінцевих барабанів), град.	Кількість тягових прокладок	Максимально допустиме робоче (розрахункове) навантаження тягової прокладки при номінальній потужності, Н/мм				
			400	300	200	100	55
Загального призначення, морозостійка, харчова, важкозаймиста для вугільних і сланцевих шахт, важкозаймиста морозостійка	0–10	менше 5	50	36	25	12	7,0
		більше 5	45	32	22	11	6,0
	10–18	менше 5	45	32	22	11	6,0
		більше 5	40	30	20	10	5,5
Теплостійка:	0–18	3–6	–	20	13	10	–
2Т2			–	20	13	10	–
2Т3			–	15	10	–	–

Таблиця Б.22. Умови роботи залежно від характеристики встановлення транспортера

Умови роботи	Характеристики місця встановлення
Легкі	Чисте, сухе, з опаленням, добре освітлене приміщення; відсутній абразивний пил; доступність для обслуговування
Середні	Приміщення з опаленням; невелика кількість абразивного пилу; періодично підвищена вологість повітря; середнє освітлення і доступність для обслуговування
Важкі	Приміщення без опалення; можлива присутність великої кількості абразивного пилу або підвищена вологість повітря; погане освітлення і доступність для обслуговування
Дуже важкі	Дуже великий вміст пилу в атмосфері і наявність факторів, що чинять шкідливий вплив на роботу транспортера

Таблиця Б.23. Додаткові параметри, що визначають умови роботи транспортера

Параметр	Умови роботи			
	Легкі	Середні	Важкі	Дуже важкі
Тривалість роботи на добу, год	менше 6	6–12	12–18	більше 18
Властивості вантажу: насіпна щільність, т/м ³	менше 0,6	0,6–1,1	1,1–2,0	більше 2,0
розмір шматка, мм	менше 20	20–60	60–160	більше 160
абразивність і корозійність	–	слабкі	середні	сильні
Вологість повітря, %	менше 50	50–65	65–90	більше 90
Запиленість повітря, мг/м ³	менше 10	10–100	100–150	більше 150
Температура оточуючого середовища, °С	5–25	0–30	–20–30	–40–40

Таблиця Б.24. Коефіцієнти опору руху стрічки на барабанах ξ і роликів батарей λ транспортера

Умови роботи	Коефіцієнти опору ξ			Коефіцієнти опору λ	
	Кут обхвату барабану, α , град			Центральний кут батареї, α_1 , град	
	30–90	91–140	141–180	5–15	16–25
Легкі	1,02	1,02	1,03	1,02	1,03
Середні	1,02	1,03	1,04	1,03	1,04
Важкі	1,03	1,04	1,05	1,05	1,05
Дуже важкі	1,04	1,05	1,06	1,05	1,06

ДОДАТОК В

Довідкові дані для розрахунку гвинтових (шнекових) транспортерів

Таблиця В.1. Характеристики гвинтів

Діаметр, мм	Шаг, мм	Діаметр, мм	Шаг, мм
100	80; 100	320	250; 320
125	100; 125	400	320; 400
150	120; 150	500	400; 500
200	160; 200	630	500; 630
250	250; 320	800	650; 800

Таблиця В.2. Значення емпіричного коефіцієнта A , коефіцієнту запасу потужності k_3 , коефіцієнту заповнення жолоба ψ , коефіцієнтів опору руху вантажу w і w_0 в гвинтовому конвеєрі

Група вантажу	Приклади вантажів	A	k_3	ψ	w	w_0
Легкі неабразивні	Тирса, зернові продукти	65	1,1	0,40	1,2	5,5
Легкі малоабразивні	Крейда, азбест, торф	50	1,2	0,32	1,6	6,5
Важкі малоабразивні	Сіль, глина	45	1,4	0,25	2,5	7,5
Важкі абразивні	Цемент, пісок, шлак, руда	30	1,8	0,15	4,0	8,3

Примітка. Для швидкохідних транспортерів $\psi = 0,5-0,7$. Для стрічкових гвинтів в разі транспортування легкосипких вантажів ψ рекомендується знижувати на (10–15) %.

Таблиця В.3. Залежність коефіцієнта k_β від кута нахилу транспортера β

β , град	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
k_β	1,00	0,90	0,80	0,70	0,65	0,58	0,52	0,48	0,44	0,40	0,34	0,30

Таблиця В.4. Рекомендоване число обертів гвинта в тихохідному гвинтовому транспортері для легких неабразивних вантажів

Число обертів гвинта, хв^{-1}	Діаметр гвинта						
	160	200	250	320	400	500	650
n_{\min}	23,6	23,6	23,6	19,0	19,0	19,0	15,0
n_{\max}	150	150	118	118	95	95	75

Примітка. Для важких абразивних вантажів n_{\max} рекомендовано зменшити на 50 %, для важких неабразивних – на 30 %.

Таблиця В.5. Рекомендоване число обертів гвинта в швидкохідному гвинтовому транспортері

Діаметр гвинта, мм	100	160	200	250
Число обертів гвинта, хв^{-1}	400–600	300–550	250–500	200–450

ДОДАТОК Г

Довідкові дані для вибору приводу транспортерів

Таблиця Г.1. Технічні характеристики асинхронних електродвигунів серії АИР з короткозамкненим ротором $U_n = 220/380$ В

Тип двигуна	Потужність $N_{ном}$, кВт	При номінальному навантаженні			$\frac{M_{п}}{M_n}$	$\frac{M_{max}}{M_n}$	$\frac{M_{min}}{M_n}$	$\frac{I_{п}}{I_n}$
		Ков-зання, %	ККД, %	$\cos\phi$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Синхронна частота обертання $n_{ед} = 3000$ хв ⁻¹								
АИР71А2	0,75	6	78,5	0,83	2,1	2,2	1,6	6
АИР71В2	1,1	6,5	79	0,83	2,1	2,2	1,6	6
АИР80А2	1,5	5	81	0,85	2,1	2,2	1,6	7
АИР80В2	2,2	5	83	0,87	2	2,2	1,6	7
АИР90L2	3	5	84,5	0,87	2	2,2	1,6	7
АИР100S2	4	5	87	0,88	2	2,2	1,6	7,5
АИР100L2	5,5	5	88	0,89	2	2,2	1,6	7,5
АИР112M2	7,5	3,5	87,5	0,88	2	2,2	1,6	7,5
АИР132M2	11	3	88	0,89	1,6	2,2	1,2	7,5
АИР160S2	15	3	89	0,88	1,8	2,7	1,7	7
АИР160M2	18,5	3	89,5	0,9	1,8	2,7	1,7	7
АИР180S2	22	2,7	89,5	0,88	1,7	2,7	1,6	7
АИР180M2	30	2,5	90,5	0,88	1,7	2,7	1,6	7,5
Синхронна частота обертання $n_{ед} = 1500$ хв ⁻¹								
АИР71А4	0,55	9,5	70,5	0,7	2,3	2,2	1,8	5
АИР71В4	0,75	10	73	0,73	2,2	2,2	1,6	5
АИР80А4	1,1	7	75	0,81	2,2	2,2	1,6	5,5
АИР80В4	1,5	7	78	0,83	2,2	2,2	1,6	5,5
АИР90L4	2,2	7	81	0,83	2,10	2,2	1,6	6,5
АИР100S4	3	6	82	0,83	2	2,2	1,6	7
АИР100L4	4	6	85	0,84	2	2,2	1,6	7
АИР112M4	5,5	4,5	87,5	0,88	2	2,2	1,6	7
АИР132S4	7,5	4	87,5	0,86	2	2,2	1,6	7,5
АИР132M4	11	3,5	87,5	0,87	2	2,2	1,6	7,5
АИР160S4	15	3	89,5	0,89	1,9	2,9	1,8	7
АИР160M4	18,5	3	90	0,89	1,9	2,9	1,8	7
АИР180S4	22	2,5	90	0,87	1,5	2,4	1,3	6,5
АИР180M4	30	2	91,5	0,86	1,7	2,7	1,6	7
Синхронна частота обертання $n_{ед} = 1000$ хв ⁻¹								
АИР71А6	0,37	8,5	65	0,66	2	2,2	1,6	4,5
АИР71В6	0,55	8,5	68,5	0,7	2	2,2	1,6	4,5
АИР80А6	0,75	8	70	0,72	2	2,2	1,6	4,5
АИР80В6	1,1	8	74	0,74	2	2,2	1,6	4,5
АИР90L6	1,5	7,5	76	0,72	2	2,2	1,6	6
АИР100L6	2,2	5,5	81	0,74	2	2,2	1,6	6

Закінчення таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
АІР112МА6	3	5	81	0,76	2	2,2	1,6	6
АІР112МВ6	4	5	82	0,81	2	2,2	1,6	6
АІР132S6	5,5	4	85	0,8	2	2,2	1,6	7
АІР132М6	7,5	4	85	0,81	2	2,2	1,6	7
АІР160S6	11	3	87	0,84	1,7	2,5	1,6	6,5
АІР160М6	15	3	88	0,85	1,7	2,6	1,6	6,5
АІР180М6	18,5	2	88	0,85	1,6	2,4	1,5	6,5
Синхронна частота обертання $n_{ед} = 750 \text{ хв}^{-1}$								
АІР132S8	4	4,5	83	0,7	1,8	2,2	1,4	6
АІР132М8	5,5	5	83	0,74	1,8	2,2	1,4	6
АІР160S8	7,5	3	87	0,75	1,6	2,4	1,4	5,5
АІР160М8	11	3	87,5	0,75	1,6	2,4	1,4	6
АІР180М8	15	2,5	89	0,82	1,6	2,2	1,5	5,5

Таблиця Г.2. Технічні дані електродвигунів серії 4А з фазним ротором $U_n = 220/380 \text{ В}$

Тип двигуна	Потужність $N_{ном}$, кВт	ККД, %	$\cos\varphi$	Ков- зання, %	$\frac{Mп}{Mн}$	Струм ротора, А	Напруга ротора, В
1	2	3	4	5	6	7	8
Синхронна частота обертання $n_{ед} = 1500 \text{ хв}^{-1}$							
4АК160S4У3	11	86,5	0,86	5	3	22	305
4АК160М4У3	14	88,5	0,87	4	3,5	29	300
4АК180М4У3	18	89	0,88	3,5	4	38	295
4АК200М4У3	22	90	0,87	2,5	4	45	340
4АК200L4У3	30	90,5	0,87	2,5	4	55	350
4АК225М4У3	37	90	0,87	3,5	3	160	160
4АК250SA4У3	45	91	0,88	3	3	170	230
4АК250SB4У3	55	90,5	0,9	3	3	170	200
4АК250М4У3	71	91,5	0,86	2,5	3	170	250
Синхронна частота обертання $n_{ед} = 1000 \text{ хв}^{-1}$							
4АК160S6У3	7,5	82,5	0,77	5	3,5	18	300
4АК160М6У3	10	84,5	0,76	4,5	3,8	20	310
4АК180М6У3	13	85,5	0,8	4,5	4	25	325
4АК200М6У3	18,5	88	0,81	3,5	3,5	35	360
4АК200L6У3	22	88	0,8	3,5	3,5	45	330
4АК225М6У3	30	89	0,85	3,5	2,5	150	140
4АК250S6У3	37	89	0,84	3,5	2,5	165	150
4АК250М6У3	45	90,5	0,87	3	2,5	160	180
Синхронна частота обертання $n_{ед} = 750 \text{ хв}^{-1}$							
4АК160М8У3	7,5	82	0,7	6	3	16	290
4АК180М8У3	11	85,5	0,72	4	3,5	25	270
4АК200М8У3	15	86	0,7	3,5	3	28	360
4АК200L8У3	18,5	86	0,73	3,5	3	40	300
4АК225М8У3	22	87	0,82	4,5	2,2	140	102
4АК250S8У3	30	88,5	0,81	4	2,2	155	125
4АК250М8У3	37	89	0,8	3,5	2,2	155	148

Таблиця Г.3. Характеристика циліндричних двоступеневих редукторів 1Ц2У-100 – 1Ц2У-250

Найменування показника		Типорозмір редуктора				
		1Ц2У-100	1Ц2У-125	1Ц2У-160	1Ц2У-200	1Ц2У-250
Передаточні числа	Група 1	10; 20; 31,5; 40				
	Група 2	8; 12,5; 16; 25				
Фактичні передаточні числа	Група 1	10,32;	10,00;	10,32;	9,76;	9,94;
		20,64;	20,00;	20,64;	20,02;	20,67;
		32,55;	31,50;	32,55;	31,47;	31,47;
		40,32	38,37	40,32	38,98	38,40
	Група 2	8,0;	7,75;	8,0;	8,09;	8,33;
		12,8;	12,18;	12,6;	12,08;	12,12;
		16,0;	15,48;	16,0;	16,60;	16,00;
		25,6	24,36	25,2	24,83	24,54

- Примітка:**
1. Навантаження постійне і змінне одного напрямку і реверсивне.
 2. Робота тривала або з періодичними зупинками.
 3. Обертання валів у будь-якому напрямку.
 4. Частота обертання вхідного валу не повинна перевищувати 1800 хв⁻¹.

Таблиця Г.4. Характеристика конічно-циліндричних редукторів типу КЦ

Тип	Передаточні числа	
	Номінальні	Фактичні
КЦ 1-200	6,3; 10,0; 14,0; 20,0; 28,0	6,29; 9,65; 13,60; 19,30; 27,30
КЦ 1-250		
КЦ 1-300		
КЦ 1-400		
КЦ 1-500		
КЦ 2-500	28; 45; 71; 112; 180	28,3; 43,4; 73,0; 118,0; 182,0
КЦ 2-750		
КЦ 2-1000		
КЦ 2-1300		
КЦ 2-1300		

- Примітка:**
1. Редуктори припускають обертання валів в обох напрямках при частоті обертання вхідного валу не більше 1500 хв⁻¹.
 2. Редуктори розраховані на безперервний режим роботи.
 3. Навантаження постійне або змінна, одного напрямку та реверсивна.
 4. Робота постійна з періодичними зупинками.

ДОДАТОК Д

Довідкові дані для розрахунку скребкових конвеєрів

Таблиця Д.1. Характеристики нормалізованих скребкових конвеєрів з високими суцільними скребками

Розмір скребка, мм		Шаг скребка, мм	Тип скребка	Крок ланок ланцюга, мм	Кількість ланцюгів	Продуктивність, м ³ /год	Найбільші розміри шматків вантажу, мм	
ширина	висота						рядового	сортового
200	100	320	Консольний	160	1	30	50	30
250	125	320	те саме	160	1	50	60	40
320	160	500	те саме	250	1	60	80	50
400	200	500	те саме	250	2	100	180	200
500	200	630	Ящичний	315	2	125	220	150
650	250	630	те саме	315	2	200	300	200
800	250	630	те саме	315	2	250	320	220
1000	320	800	те саме	400	2	400	350	300
1200	400	800	те саме	400	2	630	400	350

Примітка. Продуктивність дана при горизонтальному транспортуванні зі швидкістю 0,5 м/с

Таблиця Д.2. Залежність коефіцієнта k_{β} від кута нахилу конвеєра β і виду вантажу, що транспортується

β , град	k_{β}	
	для легкосипкого вантажу	для важкосипкого, шматкового вантажу
0	1,00	1,00
10	0,85	1,00
20	0,65	1,00
30	0,50	0,75
35	–	0,60
40	–	0,50

Таблиця Д.3. Основні параметри і розміри пластинчастих ланцюгів

Номер ланцюга	Навантаження руйнування, $S_{руйн}$, кН, не менше	Крок ланцюга, l_1 , мм	не більше, мм				d , мм	d_1 , мм	d_2 , мм	d_3 , мм	d_4 , мм	d_5 , мм	l_t , мм, не більше	s , мм
			b_1	b_2	b_3	b_4								
M20	20	40** -160	35	3,5	15	49	-	6,0	9,0	12,5	25	35	18	2,5
M28	28	50** -200	40	4,0	17	56	-	7,0	10,0	15,0	30	40	20	3,0
M40	40	63-250	45	4,5	19	63	-	8,5	12,5	18,0	36	45	25	3,5
M56	56	63** -250	52	5,0	23	72	-	10,0	15,0	21,0	42	55	30	4,0
M80	80	80-315	62	6,0	27	86	-	12,0	18,0	25,0	50	65	35	5,0
M112	112	80** -400	73	7,0	31	101	-	15,0	21,0	30,0	60	75	40	6,0
M160	160	100** -500	85	8,5	36	117	-	18,0	25,0	36,0	70	90	45	7,0
M224	224	125** -630	98	10,0	42	134	-	21,0	30,0	42,0	85	105	56	8,0
M315	315	160** -630	112	12,0	47	154	-	25,0	36,0	50,0	100	125	60	10,0
M450	450	200-800	135	14,0	55	185	-	30,0	42,0	60,0	120	150	70	12,0
M630	630	250-1000	154	16,0	65	214	-	36,0	50,0	70,0	140	175	85	14,0
M900	900	250** -1000	180	18,0	76	254	-	44,0	60,0	85,0	170	210	105	16,0
M1250	1250	315** -1000	230	22,0	90	310	-	50,0	71,0	100,0	200	250	120	20,0
M1800	1800	400-1000	260	24,0	110	370	-	60,0	85,0	118,0	236	276	150	22,0
MC28	28	63-160	42	4,5	17	-	8,3	13,0	17,5	22,5	36	45	26	3,0
MC56	56	80-250	48	5,0	23	-	10,3	15,5	21,0	27,0	50	65	36	4,0
MC112	112	100-315	67	7,0	31	-	14,3	22,0	29,0	38,0	70	90	51	6,0
MC224	224	160-500	90	10,0	42	-	20,3	31,0	41,0	53,0	100	125	72	8,0

Примітка: * Крок ланцюга вибирають з ряду: 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000 мм.

** Використання кроків, відмічених **, для коткових ланцюгів не допускається.

Таблиця Д.4. Діаметри ділительних окружностей зірочок для пластинчастих ланцюгів

Крок ланки ланцюга l_n , мм	Кількість зубців z					
	8	10	12	13	16	20
	D_0 , мм					
100	261,31	323,61	386,37	417,86	512,58	639,25
125	326,64	404,50	482,96	522,34	640,73	799,08
160	418,10	517,76	618,19	668,59	820,13	1022,82
200	522,62	647,22	772,74	835,72	1025,00	1278,52
250	653,28	809,00	965,93	1044,68	1281,45	1598,15
315	823,13	1019,37	1217,07	1316,26	1614,63	2013,64
400	1045,24	1294,44	1545,48	1671,44	2050,32	–
500	1306,56	1618,00	1931,86	2089,36	–	–

ДОДАТОК Е

Довідкові дані для розрахунку ківшових елеваторів

Таблиця Е.1. Характеристики ківшових елеваторів

Параметр	Прийнятий ряд значень
Номінальна продуктивність, м ³ /год	1,60; 2,00; 3,15; 5,00; 6,30; 10,0; 15,0; 25,0; 40,0; 63,0; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630
Швидкість руху ківшів, м/с	0,250; 0,315; 0,400; 0,500; 0,630; 0,800; 1,00; 1,25; 1,60; 2,00; 2,50; 3,15; 4,00; 4,50; 5,00
Ширина ківшів, м	80; 100; 125; 160; 200; 250; 315 (320); 400; 500; 630 (650); 800; 1000; 1250

Примітка: значення ширини ківшів, що наведені в дужках, не повинні використовуватися при проектуванні нових елеваторів

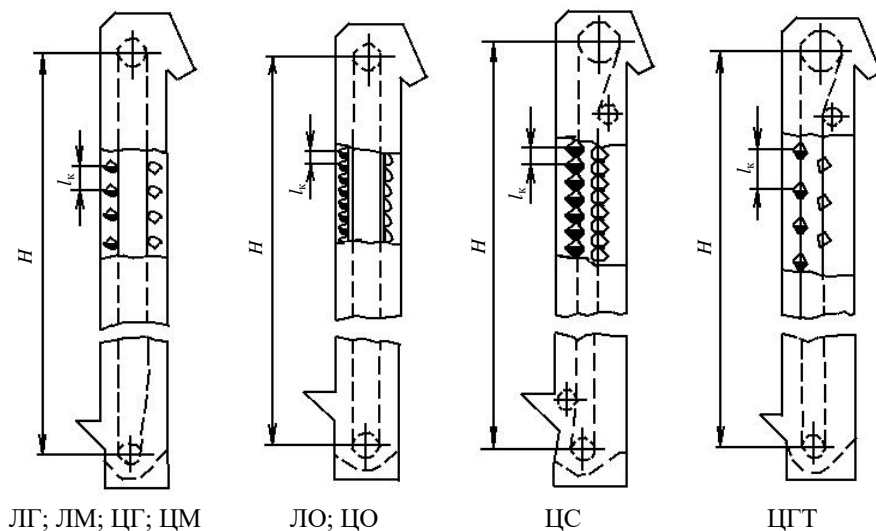


Рис. Е.1. Типи елеваторів

Таблиця Е.2. Характеристика ківшових елеваторів

Позначення типу елеватора	Найменування	Продуктивність, м ³ /год	Тип тягового органу	Ківші		Спосіб завантаження
				Позначення типів	Спосіб кріплення до тягового органу	
ЛГ	Стрічковий швидкохідний з розставленими глибокими ківшами	3,2–100	Стрічка або ремінь	Г (глибокий)	Задньою стінкою	Відцентровий
ЛМ	Стрічковий швидкохідний з розставленими неглибокими ківшами	1,6–63		М (мілкий)		
ЛО	Стрічковий тихохідний з зімкненими гострокінтними ківшами	6,3–40		О (гострокінтний)		
ЦГ	Ланцюговий швидкохідний з розставленими глибокими ківшами	3,2–100	Ланцюг	Г	Бічною стінкою	Відцентровий
ЦМ	Ланцюговий швидкохідний з розставленими неглибокими ківшами	1,6–63		М		
ЦО	Ланцюговий тихохідний з зімкнутими гострокінтними ківшами	6,3–40		О		
ЦС	Ланцюговий тихохідний з зімкнутими скругленими ківшами	40–320	Розставлені	С (скруглений)	Зімкнуті	Гравітаційний
ЦТ	Ланцюговий тихохідний розставленими спеціальними ківшами	–		–		

Таблиця Е.3. Основні параметри стрічкових елеваторів

Позначення	Ширина ківша, мм	Крок ківшів, мм	Ширина стрічки або ремня		Діаметр приводного барабану	Швидкість руху ківшів, м/с	Продуктивність, м ³ /с, не менше	Розрахункова висота елеватора, мм
			1-й ряд	2-й ряд				
ЛГ-100	100	200	125	–	250	1,00-2,00	3,15	12000
ЛГ-125	125	320	150	160	320		4,00	
ЛГ-160	160		200	–	400		5,00	
ЛГ-200	200	400	250	–		500	1,25-2,50	10,00
ЛГ-250	250		300	315	500			16,00
ЛГ-320	320	500	370	400	630	25,00		
ЛГ-400	400		450	500		40,00		
ЛГ-500	500	630	550	600	630	1,25-2,50	63,00	35000
ЛГ-650	650		700	–			100,00	
ЛМ-100	100	200	125	–	250	1,00-2,00	1,60	15000
ЛМ-125	125	320	150	160	320		2,00	
ЛМ-160	160		200	–	400		3,15	
ЛМ-200	200	400	250	–		500	1,25-2,50	5,00
ЛМ-250	250		300	315	500			10,00
ЛМ-320	320	500	370	400	630	16,00		
ЛМ-400	400		450	500		25,00		
ЛМ-500	500	630	550	600	630	1,25-2,50	40,00	40000
ЛМ-650	650		700	–			63,00	
ЛО-160	160	160	200	–	400	0,40-0,63	6,30	25000
ЛО-200	200	200	250	–			500	
ЛО-250	250		300	315	630		16,00	
ЛО-320	320	250	370	400		630	25,00	
ЛО-400	400	320	450	500	630		40,00	

Примітка. Приклад умовного позначення стрічкового елеватора типу ЛГ з ківшем шириною $B = 250$ мм: *Елеватор ЛГ-250*

Таблиця Е.4. Основні параметри ланцюгових елеваторів

Позначення	Ширина ківша, мм	Крок ківшів, мм	Кількість ланцюгів		Швидкість руху ківшів, м/с	Продуктивність, м ³ /с, не менше	Розрахункова висота елеватора, мм
			Тягові пластинчасті	Тягові зварні круглоланкові			
1	2	3	4	5	6	7	8
ЦГ-100	100	200	1	–	1,00–2,00	3,15	15000
ЦГ-125	125	320				4,00	
ЦГ-160	160					5,00	
ЦГ-200	200	400	1	2	1,25–2,50	10,00	25000
ЦГ-250	250					16,00	
ЦГ-320	320	500	1	2	1,25–2,50	25,00	
ЦГ-400	400					40,00	

Закінчення таблиці Е.4

1	2	3	4	5	6	7	8		
ЦГ-500	500	630	-	2	1,25-2,50	63,00	25000		
ЦГ-650	650					100,00			
ЦМ-100	100	200	1	-	1,00-2,00	1,60	15000		
ЦМ-125	125	320				2,00			
ЦМ-160	160					3,15			
ЦМ-200	200	400			5,00	25000			
ЦМ-250	250				10,00				
ЦМ-320	320				500		16,00		
ЦМ-400	400	1,25-2,50	25,00	30000					
ЦМ-500	500		40,00						
ЦМ-650	650	63,00							
ЦО-160	160	160	1		-	0,40-0,63	6,3	20000	
ЦО-200	200	200		10,00					
ЦО-250	250			16,00					
ЦО-320	320	250		25,00		30000			
ЦО-400	400	320		40,00					
ЦС-320	320	250		40,00			2	-	0,40-0,63
ЦС-400	400	320	63,00						
ЦС-500	500	400	100,00						
ЦС-650	650	500	160,00						
ЦС-800	800	630	250,00						
ЦС-1000	1000		315,00						
ЦГТ-200	200	400	2	-	0,40-0,63	-	25000		
ЦГТ-250	250								
ЦГТ-320	320	500	-	-			-	-	35000
ЦГТ-400	400								
ЦГТ-500	500	630							
ЦГТ-650	650								
ЦГТ-800	800	800			-				
ЦГТ-1000	1000								

Таблиця Е.5. Розміри ківшів

Позначення	Ескізи	Внутрішні розміри ківшів, мм				Ємність ківша за віссю X-X, л
		B	L	H	R	
1	2	3	4	5	6	7
Г (глибокий)		100	75	80	25	0,20
		125	90	95	30	0,40
		160	105	110	35	0,60
		200	125	135	40	1,30
		250	140	150	45	2,00
		320	175	190	55	4,00
		400	195	210	60	6,30
		500	235	255	75	12,00
		650	250	265	85	16,80

Закінчення таблиці Е.5

1	2	3	4	5	6	7
М (мілкий)		100	50	65	25	0,10
		125	65	85	30	0,20
		160	75	100	35	0,35
		200	95	130	40	0,75
		250	120	160	55	1,40
		320	145	190	70	2,70
		400	170	220	85	4,20
		500	195	250	100	6,80
О (гострокутний)		160	105	155	–	0,65
		200	125	195	–	1,30
		250	140		–	2,00
		320	165	245	–	4,00
		400	225	310	–	7,80
		С (скруглений)		320	165	325
400	215			305	80	14,00
500	270			385	100	28,00
650	340			485	125	60,00
800	435			615	160	118,00
1000						148,00

Таблиця Е.6. Рекомендації з вибору ківшових елеваторів

Насипні вантажі	Приклади характерних вантажів	Тип елеватора	Тип ківшів	Середній коефіцієнт заповнення ківшів, ψ	Швидкість, м/с	
					стрічки	ланцюга
Пиловидні сухі	Вугільний пил	Тихохідний з вільним самопливним розвантаженням	Г	0,85	–	0,60–0,80
	Цемент, мука фосфоритна	Швидкохідний з відцентровим розвантаженням	Г	0,80	1,25–2,00	–
Пиловидні і зернисті, вологі поганосипкі	Харчові продукти помелу зерна (мука, комбікорм)	Швидкохідний з відцентрово-самопливним розвантаженням	М	0,85	1,00–1,60	–
	Грунт, пісок, крейда у порошку, хімікати	Швидкохідний з відцентровим розвантаженням	М	0,60	1,00–2,00	0,80–2,00
Зернисті і дрібношматкові малої абразивності	Харчове зерно	Швидкохідний з відцентровим розвантаженням	Г	0,75	2,00–3,20	–
	Деревинна тирса, тріски, суха глина у грудках, торф фрезерний, дрібне вугілля	Швидкохідний з відцентровим розвантаженням	Г	0,80	1,25–2,00	1,00–1,60
Зернисті і дрібношматкові високої абразивності	Шламове вапно, сажа	Тихохідний з самопливним розвантаженням	Г	0,80	–	0,40–1,00
	Гравій, руда, шлаки	Тихохідний з самопливним спрямованим розвантаженням	О, С	0,80	0,40–0,80	0,40–0,63
Середньошматкові (а = 60 мм) малої абразивності	Пісок, зола, грунт, порода	Швидкохідний з відцентровим розвантаженням	Г	0,80	1,00–2,00	–
	Кам'яне вугілля	Тихохідний з самопливним спрямованим розвантаженням	О, С	0,70	–	0,40–0,63
Середньошматкові високої абразивності	Шматковий торф	Швидкохідний з відцентровим розвантаженням	Г	0,65	–	0,80–1,60
	Каміння, руда, шлаки	Тихохідний з самопливним спрямованим розвантаженням	О, С	0,70	–	0,40–0,63
Шматкові крихкі, що не припускають кришення	Деревинне вугілля	Тихохідний з самопливним спрямованим розвантаженням	О, С	0,60	0,40–0,63	0,40–0,63

Таблиця Е.7. Ємність і рекомендований крок ківшів

Г		Тип ківшів						Шаг ківшів, а, мм
		М		О		С		
i_n^1	i_0^2	i_n	i_0	i_n	i_0	i_n	i_0	
–	–	–	–	4,06	0,65	–	–	160
1,00	0,2	0,50	0,10	6,50	1,30	–	–	200
–	–	–	–	10,0	2,00	–	–	200
–	–	–	–	16,0	4,00	25,6	6,4	250
1,30	0,4	0,66	0,20	24,4	7,80	43,7	14,0	320
2,00	0,6	1,17	0,35	–	–	–	–	320
3,24	1,3	1,87	0,75	40,0	16,0	70,0	28,0	400
5,00	2,0	3,50	1,40	–	–	–	–	400
8,00	4,0	5,40	2,70	–	–	120	60,0	500
12,6	6,3	8,40	4,20	–	–	–	–	500
19,0	12,0	–	–	–	–	187	118	630
–	–	–	–	–	–	235	148	630

Примітка: **1** – лінійна ємність ківшів, л/м; **2** – ємність ківша, л

Таблиця Е.8. Маса ківшів

Ширина ківша, мм	Товщина стінок ківша, мм	Тип ківшів			
		Г	М	О	С
160	2	0,9	0,7	1,2	–
250	3	3,0	2,0	3,0	–
320	3	4,4	4,1	4,4	–
400	4	9,0	9,0	9,5	15,3
500	4	–	–	14,7	24,7
650	5	–	–	–	45,5
800	6	–	–	–	116

Таблиця Е.9. Значення коефіцієнту зачерпування $k_{зач}$

Вид вантажу	Тип елеватора									
	стрічковий, одноланцюговий					дволанцюговий				
	при швидкості руху вантажу, м/с									
	0,5	0,75	1,0	1,25	1,6	0,5	0,75	1,0	1,25	1,6
Пиловидний, порошкоподібний, зернистий	1,5	2,0	2,0	2,5	3,0	1,0	1,2	1,3	1,5	2,0
Середньо- і великошматковий	2,5	3,0	3,0	4,0	5,0	1,5	1,7	1,7	2,5	3,0

Таблиця Е.10. Значення коефіцієнта k_1

Кут обхвату барабану стрічкою, град	Натяг стрічки в місці встановлення барабану у % від максимального зусилля натягу			
	100	75	50	25
180–240	100	80	63	50
70–110	–	63	50	40
15–30	63	50	40	32
Менше 15	50	40	32	25

Таблиця Е.11. Значення коефіцієнта k_2

Міцність тканинної прокладки, Н/мм	65	100	200	300	400
Значення коефіцієнта k_2	1,25	1,4–1,6	1,8–2,0	2,0–2,5	2,5

Примітка. Менші значення k_2 приймають для стрічок меншої ширини

Навчальне видання

**КОБЗЄВ Олександр Вікторович
ПАНАСЕНКО Володимир Олексійович
АВІНА Світлана Іванівна
ДЕЙНЕКА Дмитро Миколайович**

**МАШИНИ
БЕЗПЕРЕРВНОГО ТРАНСПОРТУ
В ТЕХНОЛОГІЯХ
НЕОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН**

Навчальний посібник
для студентів спеціальності «Хімічні технології та інженерія»

Відповідальний за випуск *доц. Кобзєв О.В.*
Роботу до видання рекомендував *проф. Пітак Я. М.*
Редакція авторська

ISBN 617-7618-11-8



9 786177 618118

Підписано до друку 08.02.19.
Формат 84×108 $\frac{1}{16}$. Папір офсетний. Гарнітура Times.
Ум. друк. арк. 7,90. Облік.-вид. арк. 5,11.
Наклад 50 прим. Зам. № МО-06/19

Видавець Мірошніченко Олег Анатолійович
61002, м. Харків, вул. Дарвіна, 16, кв. 25.
Свідоцтво Державного комітету телебачення
і радіомовлення України
серія ДК № 5818 від 28.11.2017 р.
ел. пошта: merash@i.ua