

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ**

**КРАСНОАРМІЙСЬКІЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ДонНТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЇ І ОРГАНІЗАЦІЇ
ВИРОБНИЦТВА**

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ І АВТОМАТИКИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання індивідуальної розрахункової роботи

«Вибір та розрахунок стрічкового конвеєра»

з нормативної навчальної дисципліни циклу

професійної та практичної підготовки

**ТРАНСПОРТНІ МАШИНИ І КОМПЛЕКСИ
ГІРНИЧИХ ТА ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ
ПІДПРИЄМСТВ**

для студентів всіх форм навчання

Галузь знань: 0505 «Машинобудування та матеріалообробка»

Напрямок підготовки: 6.050503 «Машинобудування»

Красноармійськ 2016

УДК 622.61 (071)

Методичні вказівки до виконання індивідуальної розрахункової роботи «Вибір та розрахунок стрічкового конвеєра» з нормативної навчальної дисципліни циклу професійної та практичної підготовки «Транспортні машини і комплекси гірничих та гірничо-збагачувальних підприємств». Для студентів всіх форм навчання галузі знань 0505 «Машинобудування та матеріалообробка» напрямку підготовки 6.050503 «Машинобудування». / Укл. О.О. Пуханов – Красноармійськ: КП ДонНТУ, 2016 – 42с.

Методичні вказівки містять теоретичні і практичні відомості стосовно розрахунків стрічкових конвеєрів гірничих підприємств. Розглянуто зміст, порядок та визначено вимоги до виконання індивідуальної роботи. Наведені приклади вибору та розрахунку стрічкового конвеєра і 50 варіантів завдань.

Укладач:

Пуханов О.О., старший викладач кафедри «Електромеханіки і автоматики»

Рецензент:

завідувач кафедрою «Електромеханіки і автоматики» КП ДонНТУ, д.т.н., професор В.Г. Синков

Відповідальний за випуск ПШБ, зав. каф. «Електромеханіки і автоматики» КП ДонНТУ, д.т.н., професор В.Г. Синков

Розглянуто на засіданні кафедри електромеханіки і автоматики КП ДонНТУ.

Протокол № 12 від 31.03.2016

Затверджено на засіданні навчально-методичного відділу ДонНТУ протокол № 9 від 12.04.2016

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ВИБІР СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ.....	6
1.1. Вибір конвеєра за прийомною здатністю.....	6
2.2. Вибір конвеєра за припустимою технічною продуктивністю і довжиною.....	8
2. ТЯГОВИЙ РОЗРАХУНОК СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА.....	16
3. ПОБУДОВА ДІАГРАМИ НАТЯГУ КОНВЕЄРНОЇ СТРІЧКИ.....	20
4. ПРИКЛАД ВИБОРУ І ТЯГОВОГО РОЗРАХУНКУ ПОХИЛОГО СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА.....	23
4.1. Вибір та розрахунок стрічкового конвеєра встановленого на ухилі.....	23
4.2. Вибір та розрахунок стрічкового конвеєра встановленого на бремсбергу.....	29
5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ.....	38
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	40
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Стрічкові конвеєри одержали широке поширення у вугільній промисловості завдяки своїм високим експлуатаційним якостям.

Стрічкові конвеєри типажного ряду 1Л80, 2Л80, 1ЛТ80, 2ЛТ80, 1ЛТП80 є основними моделями, призначеними для транспорту вугілля по горизонтальних і похилих виробках (з кутами нахилу від -3 до $+6^\circ$), безпосередньо пов'язаними з очисними вибоями. Ці моделі конвеєрів мають однаковий швидко розбірний став з підвісними роликоопорами. Став конвеєра може встановлюватися на ґрунті виробки, а при необхідності – підвішуватися до кріпи виробки. На їхній основі випущені конвеєри уніфікованого ряду 1Л80У, 2Л80У, 1ЛТ80У, 2ЛТ80У, 1ЛТП80У [2].

Телескопічні конвеєри застосовують у комплексі зі скребковими перевантажувачами. В міру просування очисного вибою хвостовий барабан телескопічного конвеєра переміщується разом зі скребковим перевантажувачем спеціальними гідроциліндрами. Слабина конвеєрної стрічки, що утворюється при цьому, автоматично вибирається телескопічним пристроєм, що представляє собою систему барабанів, які відхиляють стрічку, у комплексі з натяжним барабаном, що має великий хід. В міру переміщення хвостового барабана телескопічний пристрій підтримує постійний натяг. Після укорочення конвеєра на 30...45 м роблять розстикування конвеєрної стрічки і видалення відрізка довжиною 60...90 м, що змотують у бухту і забирають. Натяжний барабан повертають у вихідне положення і стрічку знову стикують. Потім цикл скорочення телескопічного конвеєра повторюється [2].

Конвеєри 1ЛБ80, 2ЛБ80, 1ЛУ80 і їхні модифікації використовують у виробленнях, що примикають до очисних вибоїв, при відпрацьовуванні пологопадаючих пластів по повстанню або падінню.

Конвеєри 1Л100У, 2Л100У і їхні модифікації мають ті ж особливості по застосуванню, що і конвеєри із шириною стрічки 800 мм, однак вони розраховані на велику продуктивність доби-

чного устаткування і, отже, відрізняються від попередніх деякими конструктивними особливостями (наприклад більш могутніми приводними станціями).

Стрічкові конвеєри 1ЛУ120, 2ЛУ120, 1ЛБ120, із шириною стрічки 1200 мм призначені для встановлення у капітальних виробленнях і похилих стовбурах. Ці стаціонарні конвеєрні установки великої продуктивності, у яких приводні станції встановлені на бетонному фундаменті в спеціальних камерах.

Конвеєр 2ЛЛ100, призначений для перевезення вантажів і людей, має став з вантажною і порожньою вітками, рознесеними по висоті, для зручності посадки людей на нижню вітку. Він призначений для установки у виробленнях з кутами нахилу від 6 до 18°.

Тяговий розрахунок стрічкового конвеєра звичайно виконується в наступних випадках:

- на стадії проектування нового типу стрічкового конвеєра;
- як перевірочний розрахунок після вибору конвеєра по технічних характеристиках і гірничо-геологічних умов застосування.

При виконанні розрахункової роботи найбільш актуальним є другий випадок, коли стрічковий конвеєр обраний по факторах «прийомна здатність» і «припустима експлуатаційна продуктивність і довжина». У цьому випадку тяговий розрахунок дозволяє зробити перевірку обраного конвеєра по перевантажувальній здатності привода, вибрати необхідний тип конвеєрної стрічки, визначити необхідне зусилля натяжного барабана і т.і.

В ході виконання індивідуальної розрахункової роботи необхідно виконати наступні завдання:

1. Вибрати ширину конвеєрної стрічки та швидкість її руху.
2. Вибрати стрічковий конвеєр, надати його схему і характеристику.
3. Виконати тяговий розрахунок обраного стрічкового конвеєра і побудувати діаграму натягу його конвеєрної стрічки.

1. ВИБІР СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

1.1. Вибір конвеєра за прийомною здатністю

Метою вибору конвеєра по цьому технічному параметру є визначення ширини конвеєрної стрічки і швидкості її руху щоб запобігти просипанню вантажу з тягового органу.

Для вибору конвеєра по прийомній здатності необхідні наступні вхідні величини [2]:

- $a_{1(n)}$ і $a_{1(max)}$ – характеристики хвилинних вантажопотоків, що надходять з кожного очисного вибою на даний конвеєр(середній і максимальний);
- u_1 – середній хвилинний вантажопотік, що надходить з одного підготовчого вибою на даний конвеєр.

Для визначення максимальних хвилинних вантажопотоків на конвеєрі, розглянемо характерні схеми завантаження конвеєрів і аналітичні залежності для визначення максимальних хвилинних вантажопотоків на конвеєрах у виді таблиці (табл. 1.1) [2].

У таблиці позначені:

- $q_{1(max)}$ – обумовлений максимальний хвилинний вантажопотік на конвеєрі, т/хв;
- $q'_{1(max)}$ – максимальний хвилинний вантажопотік на конвеєрі, що подає вантажопотік у бункер або на конвеєр, що розраховується, т/хв;
- Q_6 – продуктивність розвантажувального пристрою бункера, т/хв.

Обов'язковою вимогою правильного вибору конвеєра по технічному параметру «хвилинна прийомна здатність» є дотримання умови:

$$\gamma \cdot Q_{к.пр.} \geq q_{1(max)},$$

де $Q_{к.пр.}$ – хвилинна прийомна здатність конвеєра, м³/хв;

- γ – насипна щільність, т/м³,
- або

$$Q_{к.пр.} \geq \frac{q_{1(max)}}{\gamma}, \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Таблиця 1.1

Схеми та розрахунок вантажопотоку на конвеєрі

Джерело надходження вантажопотоку	Характерна схема надходження вантажопотоків на конвеєр	Аналітична залежність для визначення максимального хвилинного вантажопотоку на конвеєрі, $q_{1(max)}$, т/хв
З одного очисного вибою		$q_{1(max)} = a_{1(max)}$ $q_{1(max)} = q'_{1(max)} = a_{1(max)}$
З одного підготовчого вибою		$q_{1(max)} = u_1$ $q_{1(max)} = q'_{1(max)} = u_1$
З двох і більш очисних і підготовчих вибоїв і з бункерів (загальний випадок)		$q_{1(max)} = a_{1(max)\Sigma} +$ $+z \sum_1^n u_1 + \sum_1^n Q_6$

Знаючи $Q_{к.пр.}$, по таблиці Д.1, вибираємо технічні параметри конвеєра, необхідного для даних умов експлуатації [2]:

B – ширину стрічки, м;
 v_k – швидкість стрічки, м/с.

1.2. Вибір конвеєра за припустимою технічною продуктивністю і довжиною

При конвеєризації транспортування основного вантажопотоку даний пункт є другою необхідною умовою обґрунтування застосування типу конвеєра і встановлення припустимої (по потужності привода, міцності стрічки й інших конструктивних параметрах) його довжини для конкретних гірничих умов роботи у випадку найбільшого завантаження несущої полотнини вугіллям, що надходить з очисних і підготовчих забоїв у найбільш продуктивні періоди їхньої роботи [2].

Вибір конвеєра по припустимій продуктивності і довжині виконується після визначення очікуваного експлуатаційного навантаження на конвеєрі Q_e або $Q_{e(\text{прив})}$.

При цьому використовуються технічні характеристики, що складаються заводами виготовлювачами для кожного типорозміру конвеєра, що випускається. Ці характеристики, що часто представляються у виді графіка, показують взаємозв'язок трьох перемінних технічних параметрів [2]:

- продуктивність конвеєра – Q ;
- довжину конвеєра – L_k ;
- кут нахилу конвеєра – β .

Приклад заводської характеристики конвеєра наданий на рис. 1.1.

Кут нахилу конвеєра, призначеного для встановлення у конкретній виробки є постійним параметром (при перемінному профілі нахилу вироблення вибір конвеєра повинно виконувати по середньому куту нахилу розглянутої ділянки виробки). Тому при виборі конвеєра є можливість варіювати тільки двома взаємозалежними параметрами: продуктивністю і довжиною [2].

Однією з основних умов нормальної (без перевантаження) експлуатації конвеєра є дотримання спільної вимоги:

$$Q_{k(\text{доп})} \geq Q_e \text{ і } L_{k(\text{доп})} \geq L_v,$$

де $Q_{к(доп)}$ – припустима технічна продуктивність конвеєра довжиною $L_{к(доп)}$, т/год. Визначається по технічній характеристиці конвеєра;

Q_e – експлуатаційне навантаження на конвеєр, т/год;

$L_{к(доп)}$ – припустима довжина конвеєра при продуктивності $Q_{к(доп)}$, м. Визначається по технічній характеристиці конвеєра;

L_B – довжина виробки або окремої ділянки виробки, на яких пропонується установка конвеєра, м.

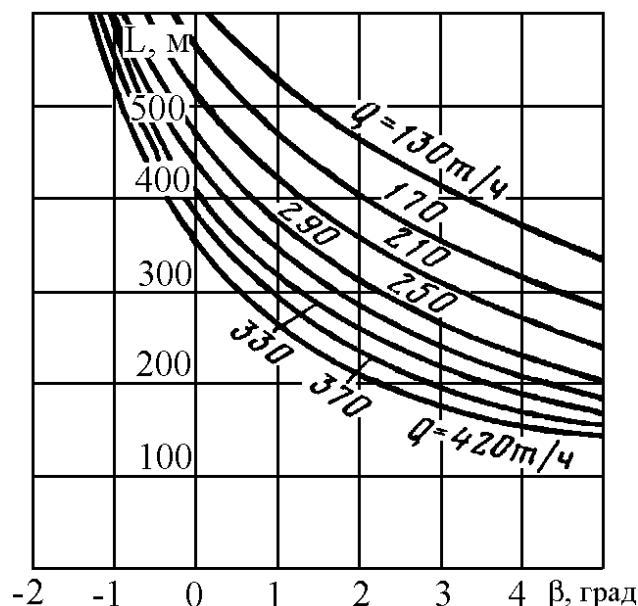


Рис. 1.1. Характеристика конвеєра 1Л80 ($N = 40$ кВт, $v = 2$ м/с)

При проектуванні нових конвеєрних ліній, коли попередній вибір типу конвеєра зроблений раніше по параметру «приймна здатність» (див. пункт 1.1), задачею даного етапу є порівняння попереднє прийнятої довжини конвеєра з його припустимою довжиною при встановленому значенні експлуатаційного навантаження, тобто за умови, що $Q_{к(доп)} = Q_e$ [2].

Визначення припустимої довжини конвеєра виконується по заводських характеристиках даного типу конвеєра.

На графіку характеристики знаходиться крива з технічною продуктивністю що дорівнює експлуатаційному навантаженню (Q_e) і по цій кривій, відповідно до кута нахилу виробки (β),

встановлюється припустима довжина ($L_{к(доп)}$). Якщо заводські характеристики не мають кривій, що збігається зі значенням Q_e , припустима довжина знаходиться інтерполяцією по близьким значенням [2].

Установлена припустима довжина порівнюється з прийнятим раніше значенням L_v (вважаємо, що спочатку конвеєр установлений на всій довжині виробки). Конвеєри, у яких дотримується умова $L_{к(доп)} \geq L_v$ можуть бути прийняті до установки. Якщо $L_{к(доп)} \leq L_v$, то необхідно прийняти одне з трьох можливих рішень [2]:

- прийняти до установки інший, більш могутній конвеєр;
- скоротити спочатку прийняту довжину конвеєра $L_k = L_v$ за рахунок послідовної установки у виробки декількох конвеєрів;
- зменшити експлуатаційне навантаження за рахунок глибокого усереднення вантажопотоку в бункері.

Вибір варіанта рішення залежить від технічної можливості його реалізації. При відсутності технічних перешкод варто приймати економічно оптимальне рішення, обумовлене економічним порівнянням різних варіантів.

Таким чином, для того, щоб вибрати конвеєр по припустимій технічній продуктивності і довжині потрібно знати експлуатаційне навантаження на конвеєр.

Вихідними даними для визначення Q_e або $Q_{e(екв.)}$ є [2]:

- характеристики вантажопотоків, що надходять на конвеєр від очисних і підготовчих забоїв і з бункерів;
- кількість вантажопотоку, що надходять, розташування місць його надходження по довжині конвеєра;
- довжина конвеєра L_k або виробки (ділянки) L_v , у якій передбачається встановити конвеєр.

Визначення експлуатаційного навантаження на конвеєр (Q_e) може бути виконано декількома способами: при нерівномірних вантажопотоках, без обліку нерівномірності вантажопотоку і якщо вантажопотоки надходять на конвеєр в декількох місцях.

1.1.1. Визначення експлуатаційного навантаження на

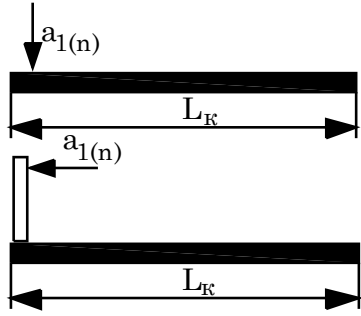
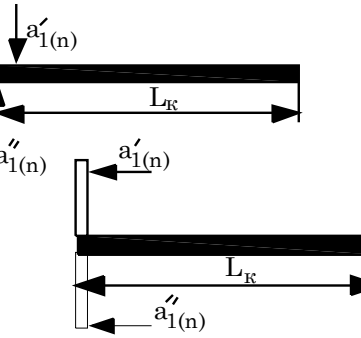
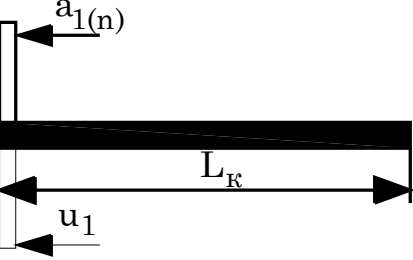
конвеєр, створюваного нерівномірними вантажопотоками. Такі вантажопотоки створюються в очисних і підготовчих заборках. Вони не піддані перетворенню в проміжних бункерах (безбункерний ланцюжок конвеєрів) [2].

Розрахунок виконується з обліком фактичної або розрахункової нерівномірності вантажопотоків.

Приклади таких видів завантаження й аналітичних залежностей для визначення експлуатаційного навантаження на конвеєрі надані в таблиці 1.2 [2].

Таблиця 1.2

Розрахунок експлуатаційного навантаження на конвеєр якщо вантажопотоки нерівномірні

Джерела надходження вантажопотоків на конвеєр	Характерні схеми надходження вантажопотоку на конвеєр	Аналітичні залежності для визначення експлуатаційного навантаження на конвеєрі, Q_e , т/хв
З одного очисного вибою безпосередньо або з попереднього конвеєра		$Q_e = 60 \cdot a_{1(n)} \cdot K_{t(L_k)}$
З двох очисних вибоїв безпосередньо або з попереднього конвеєра		$Q_e = 60 \cdot (a'_{1(n)} + a''_{1(n)}) K_{t(L_k)}$
З одного очисного вибою і з одного підготовчого вибою безпосередньо		$Q_e = 60(a_{1(n)} \cdot K_{t(L_k)} + u_1)$

У таблиці 1.2 позначені:

$K_{t(l_k)}$ – розрахунковий коефіцієнт навантаження, що враховує нерівномірність вантажопотоку за час проходження вантажу по всій довжині конвеєра (L_k).

Він приймається по таблиці [1, 2] у залежності від хвилинного коефіцієнта нерівномірності вантажопотоку (K_1), числа очисних забоїв, що подають вантаж на конвеєр і часу проходження вантажу по конвеєру (t_k) [2].

Значення K_1 встановлюється для випадків надходження вантажів:

- з одного очисного забою:

$$K_1 = \frac{a_{1(\max)}}{a_{1(n)}},$$

- двох або більш очисних забоїв:

$$K_1 = \frac{a_{1(\max)\Sigma}}{\sum_1^n a_{1(n)}}.$$

Значення t_k для повної довжини конвеєра L_k визначається по формулі:

$$t_k = \frac{L_k}{60 \cdot v_k}, \text{ хв.}$$

Для випадків, коли вантажопотоки з забою на конвеєр, що розраховується, надходять через інші конвеєри, вважається, що вантажопотоки надходять безпосередньо на конвеєр, що розраховується [2].

1.1.2. Визначення експлуатаційного навантаження на конвеєр, створюваного вантажопотоками з підготовчих забоїв або з бункерів. У цьому випадку розрахунок експлуатаційного навантаження виконується без обліку нерівномірності вантажопотоку [2].

Схеми завантаження й аналітичних залежностей надані в таблиці 1.3.

У таблиці позначені:

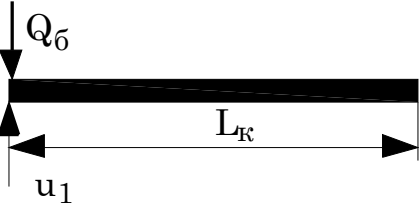
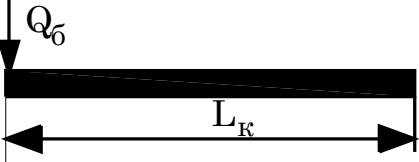
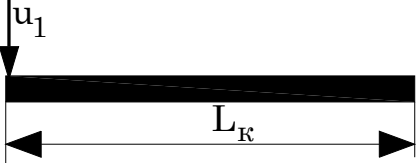
Q_6 – продуктивність розвантажувального пристрою бункера,

т/хв.

u_1 – середній хвилинний вантажопотік, що надходить з одного підготовчого забою на розрахунковий конвеєр.

Таблиця 1.3

Розрахунок експлуатаційного навантаження на конвеєр якщо вантажопотоки рівномірні

Джерела надходження вантажопотоків на конвеєр	Характерні схеми надходження вантажопотоку на конвеєр	Аналітичні залежності для визначення експлуатаційного навантаження на конвеєрі, Q_e , т/хв
З одного підготовчого вибою і з одного бункера безпосередньо або з попередніх конвеєрів		$Q_e = 60(Q_б + u_1)$
З одного бункера		$Q_e = 60Q_б$
З одного підготовчого вибою		$Q_e = 60 u_1$

1.1.3. Визначення експлуатаційного навантаження на конвеєр, завантаження якого здійснюється в двох і більш місцях по довжині. Розрахунок Q_e виконується з урахуванням неоднакової кількості вантажопотоків, що транспортуються по різних відрізках конвеєра, а отже і неоднакових навантажень на цих відрізках. Тому виконується розрахунок так називного еквівалентного експлуатаційного навантаження $Q_{e(наб)}$ по наступній формулі [2]:

$$Q_{e(\text{экв})} = \frac{Q_{e_1} \cdot l_1 + Q_{e_2} \cdot l_2 + \dots + Q_{e_n} \cdot l_n}{L_k}, \text{ т/год},$$

де l_1, l_2, \dots, l_n – довжини відрізків конвеєра, на яких діють відповідні часткові значення експлуатаційних навантажень, м;

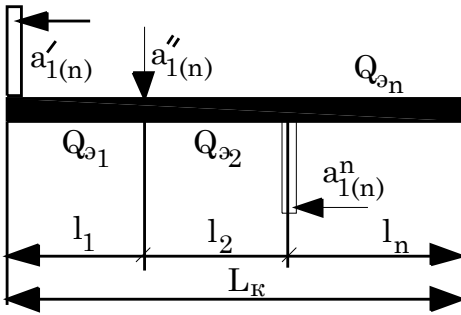
$Q_{e_1}, Q_{e_2}, Q_{e_n}$ – часткові значення експлуатаційних навантажень, створюваних на відповідних відрізках (l_1, l_2, \dots, l_n) довжини конвеєра, т/год.

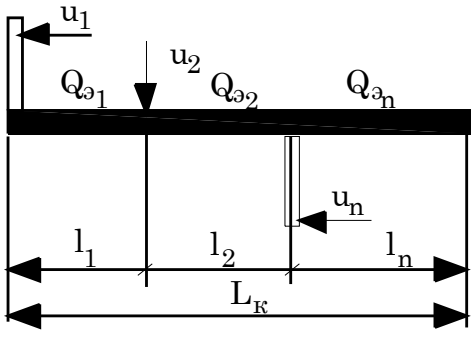
Еквівалентне експлуатаційне навантаження на конвеєр представлено у виді середньозваженої суми часткових експлуатаційних навантажень, створюваних на окремих відрізках конвеєра, приведених до його повної довжини [2]:

Деякі характерні схеми завантаження конвеєрів і аналітичні залежності для визначення експлуатаційного навантаження надані в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Розрахунок експлуатаційного навантаження на конвеєр завантаження якого здійснюється в декількох місцях по його довжині

Джерела надходження вантажопотоків на конвеєр	Характерні схеми надходження на конвеєр	Аналітичні залежності для визначення експлуатаційного навантаження конвеєра
Від двох і більш очисних вибоїв безпосередньо або з попередніх конвеєрів		$Q_{\text{э(прин)}} = \frac{Q_{\text{э1}} \cdot l_1 + Q_{\text{э2}} \cdot l_2 + \dots + Q_{\text{эn}} \cdot l_n}{L_k}$ <p>де</p> $Q_{\text{э1}} = 60 \cdot a'_{1(n)} \cdot K_{t(l_1)}$ $Q_{\text{э2}} = 60 \cdot (a'_{1(n)} + a''_{1(n)}) \cdot K_{t(l_2)}$ $Q_{\text{эn}} = 60 \cdot \sum_1^n a_{1(n)} \cdot K_{t(l_n)}$

<p>Від двох і більш підготовчих вибоїв безпосередньо або з попередніх конвеєрів</p>		$Q_{э(прив)} = \frac{Q_{э1} \cdot l_1 + Q_{э2} \cdot l_2 + \dots + Q_{эn} \cdot l_n}{L_k}$ <p>де</p> $Q_{э1} = 60 \cdot u_1$ $Q_{э2} = 60 \cdot z(u_1 + u_2)$ $Q_{эn} = 60 \cdot z \sum_1^n u_1$
---	---	--

Визначення часткових значень експлуатаційних навантажень варто робити як для випадку коли завантаження конвеєра відбувається в одному місці по його довжині. При цьому, визначаючи значення коефіцієнта навантаження ($K_{t(l_1)}$, $K_{t(l_2)}$, ..., $K_{t(l_n)}$), за довжину конвеєра умовно варто приймати довжину відповідного відрізка конвеєра [2].

У таблиці 1.4 позначені:

z – розрахунковий коефіцієнт, що враховує кількість підготовчих вибоїв.

При виконанні індивідуальної розрахункової роботи немає потреби в визначенні величини Q_e – вона надається во вхідних даних до роботи по кожному варіанту.

2. ТЯГОВИЙ РОЗРАХУНОК СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

Вихідними даними для тягового розрахунку стрічкового конвеєра є:

- Розрахункова годинна продуктивність Q_e , т/год.
- Характеристики траси:
 - максимальна довжина транспортування L , м;
 - кут нахилу вироблення β , град.
- Умови експлуатації конвеєра (стаціонарна, напівстаціонарна установка).

Визначаємо погонну масу вантажу на стрічці конвеєра [2]:

$$q = \frac{Q_e}{3,6v}, \text{ кг/м};$$

Знаходимо опори руху стрічки [2]:

на вантажній вітці:

$$W_B = \left[(q + q_{л} + q'_p) \cdot \omega \cos \beta + (q + q_{л}) \cdot \sin \beta \right] \cdot g \cdot L_B, \text{ Н};$$

на порожній вітці:

$$W_{II} = \left[(q_{л} + q''_p) \cdot \omega \cos \beta - q_{л} \cdot \sin \beta \right] \cdot g \cdot L_{II}, \text{ Н};$$

на барабанах, що відхиляють стрічку:

$$W_6 = (0,04 \dots 0,07) S_{н6}, \text{ Н};$$

на приводних барабанах:

$$W_{пр} = (0,03 \dots 0,05) (S_{н6} + S_{с6}), \text{ Н};$$

де $q_{л}$ – погонна маса стрічки, кг/м;

q'_p і q''_p – погонна маса роликів відповідно на вантажній і порожній вітках, кг/м, що визначається по формулах:

$$q'_p = \frac{G'_p}{l'_p}, \text{ кг/м}; \quad q''_p = \frac{G''_p}{l''_p}, \text{ кг/м},$$

G'_p і G''_p – маса обертових частин верхніх і нижніх роликів, кг;

l'_p і l''_p – інтервал між ролюпопорами на верхній і нижній вітках конвеєра, м;

ω – коефіцієнт опору руху стрічки;

$S_{нб}$ – натяг стрічки в точці набігання на барабан;

$S_{сб}$ – натяг стрічки в точці збігання з приводного барабана;

$L_{в}$ – довжина вантажної вітки стрічки, м;

$L_{п}$ – довжина порожньої вітки стрічки, м.

Погонну масу стрічки $q_{л}$ орієнтовно приймаємо по максимальному тяговому зусиллю, яке може бути передано стрічці від встановленого приводу на конвеєрі [2]:

$$S'_{\max} = 708 \frac{N_{в}}{v} \cdot \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}, \text{Н.}$$

де μ – коефіцієнт тертя між стрічкою і поверхнею барабана;

Визначаємо необхідне розривне зусилля 1 см стрічки [2]:

для гумовотканинної стрічки:

$$i \cdot \sigma = \frac{S'_{\max} \cdot m}{B}, \text{ Н/см,}$$

для гумовотросової стрічки:

$$\sigma' = \frac{S'_{\max} \cdot m}{B}, \text{ Н/см.}$$

де m – запас міцності стрічки;

i – число тканевих прокладок;

σ – розривне зусилля однієї прокладки, Н/см;

σ' – розривне зусилля 1 см ширини гумовотросової стрічки, Н/см.

Визначивши значення $i \cdot \sigma$ або σ' обираємо тип стрічки, кількість тканевих прокладок і визначаємо погонну масу стрічки $q_{л}$.

Визначаємо, орієнтовно, тягове зусилля на приводі конвеєра:

$$W'_0 = k (W_{в} + W_{п}), \text{ Н,}$$

де k – коефіцієнт, що враховує місцеві опори. $k = 1,05 \dots 1,3$.

Мінімальний натяг стрічки на вантажній галузі за умовою припустимого її прогину [2]

$$S_{в}^{\min} \geq 5 (q + q_{л}) g l'_{п}, \text{ Н.}$$

Мінімальний натяг стрічки в точці її збігання з приводного барабана за умовою відсутності пробуксовки [2]:

для рухового режиму роботи приводу конвеєра:

$$S_{сб}^{\min} \geq \frac{k_T \cdot W_o'}{e^{\mu\alpha} - 1}, \text{ Н};$$

для генераторного режиму роботи привода конвеєра:

$$S_{сб}^{\min} \geq \frac{k_T \cdot |W_o'| e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}, \text{ Н};$$

де k_T – коефіцієнт запасу сил зчеплення, $k_T = 1,1 \dots 1,3$.

З цієї умови обираємо натяг конвеєрної стрічки в точці її збігання з приводного барабану.

Визначимо натяг конвеєрної стрічки в характерних точках по довжені тягового органа по формулі:

$$S_i = S_{i-1} + W_{(i-1)-i},$$

де S_{i-1} і S_i – натяг у попередній та наступній точках;

$W_{(i-1)-i}$ – опір руху стрічки на ділянці між цими точками.

Величина натягу стрічки на конвеєрі повинна бути такою, щоб були дотримані дві не зв'язані між собою умови:

- забезпечення передачі тягового зусилля стрічці на приводних барабанах без пробуксовки.
- мінімальний натяг стрічки на навантаженій вітці не повинен бути меншим величини S_b^{\min} .

Уточнювання конвеєрної стрічки.

Визначивши дійсний максимальний натяг тягового органа, можна уточнити кількість прокладок стрічки і їх розривне зусилля або розривне зусилля стрічки (для гумовотросової стрічки) яка була обрана раніше [2].

Необхідне тягове зусилля на приводних барабанах конвеєра для рухового режиму його роботи розраховується по формулі:

$$W_o = S_{нб} - S_{сб} + k_{пр}(S_{нб} + S_{сб});$$

для генераторного режиму:

$$W_o = S_{нб} - S_{сб} - k_{пр}(S_{нб} + S_{сб});$$

$S_{нб}$ – натяг стрічки в точці набігання на приводний барабан, Н;

$S_{сб}$ – натяг стрічки в точці збігання з приводного барабана, Н;

$k_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує додаткові опори руху стрічки на приводному барабані, $k_{пр} = 0,03 \dots 0,05$.

Необхідна потужність приводу стрічкового конвеєра на переміщення вантажу для рухового режиму його роботи:

$$N_H = \frac{k_3 \cdot W_o \cdot v}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт},$$

для генераторного режиму:

$$N_r = \frac{k_3 \cdot |W_o| \cdot v \cdot \eta}{1000}, \text{ кВт},$$

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

η – ККД привода, $\eta = 0,8 \dots 0,9$.

Для генераторного режиму необхідно перевірити потужність холостого ходу конвеєра, тому що вона може виявитися більше, ніж при номінальному завантаженні [2].

Опір руху стрічки на вантажній вітці при холостому ході, тобто з ненавантаженою стрічкою:

$$W_{в.х.} = \left[(q_{л} + q'_{п}) \cdot \omega \cos \beta - q_{л} \cdot \sin \beta \right] \cdot g \cdot L_{в}, \text{ Н.}$$

Сумарний опір руху стрічки конвеєра при холостому ході ході:

$$W_{0x} = k (W_{в.х.} + W_{пор}), \text{ Н.}$$

Необхідна потужність двигуна при холостому ході

$$N_{п.х.} = \frac{k_3 \cdot W_{0x} \cdot v}{1000 \cdot \eta}.$$

Якщо встановлена потужність приводу стрічкового конвеєра $N_{в.}$ більше необхідної N_H (N_r або $N_{п.х.}$), то вибір конвеєра зроблено вірно. У іншому випадку необхідно замість одного конвеєра встановити два однакової довжини, або застосувати інший тип стрічкового конвеєра з більшою встановленою потужністю приводу і зробити перерахунок [2].

Після виконання тягового розрахунку конвеєра необхідно побудувати діаграму натягу стрічки при номінальному режимі роботи конвеєра [2].

3. ПОБУДОВА ДІАГРАМИ НАТЯГУ КОНВЕЄРНОЇ СТРІЧКИ

Побудову діаграми натягу розглянемо на прикладі спрощеної схеми похилого конвеєра, у якому приводний барабан встановлений угорі, а кут нахилу конвеєра більше $5...6^\circ$. У цьому конвеєрі опір руху навантаженої вітки $W_v > 0$, а порожньої $W_{пор} < 0$ [2].

Діаграма натягу тягового органа фактично являє собою залежність $S = f(L)$ і будується в масштабі. Оскільки вісь відліку натягу нам ще не відома, надходимо в такий спосіб.

По осі абсцис (вісь x) відкладаємо довжини відрізків, на які розбитий контур тягового органа, а по осі ординат (вісь y) – опори руху тягового органа на відповідних відрізках, причому, якщо опір руху конвеєрної стрічки більше нуля – відкладаємо його нагору, а якщо менше нуля – униз [2].

Виберемо масштаб побудови довжин ділянок по осі x і опорів по осі y . Наприклад, 1 мм по осі x відповідає 50 м довжини конвеєрної стрічки, а 1 мм по осі y відповідає 1 кН сил опорів (або натягів стрічки).

Примітка. Довжини криволінійних і прямолінійних ділянок відстані між граничними крапками яких значно менше, ніж довжина конвеєра допускається на діаграмі натягу не показувати або показувати умовно (поза масштабом) таким чином, щоб вони були візуально помітні на діаграмі (2-3 мм).

Проводимо у відповідному масштабі один від іншого три перпендикуляри. Відстань між цими перпендикулярами відповідають прямолінійним ділянкам контуру тягового органа. Позначимо ці вертикальні лінії відповідно до нумерації граничних точок ділянок, на які розбитий контур стрічки, 1, 2-3, 4 (рис.3.1).

На перпендикулярі 1 відзначимо довільно крапку ①. Оскільки в нас $W_{пор} < 0$ від цієї крапки униз відкладемо величину $W_{пор}$ у відповідному масштабі і зробимо оцінку на вертикалі. Через цю оцінку проведемо горизонтальну лінію до перетинання з перпендикуляром 2-3. Одержимо крапку ②. Оскільки залежність $W_{пор} = f(L)$ прямолінійна з'єднаємо точки ① і ② прямій 1 [2].

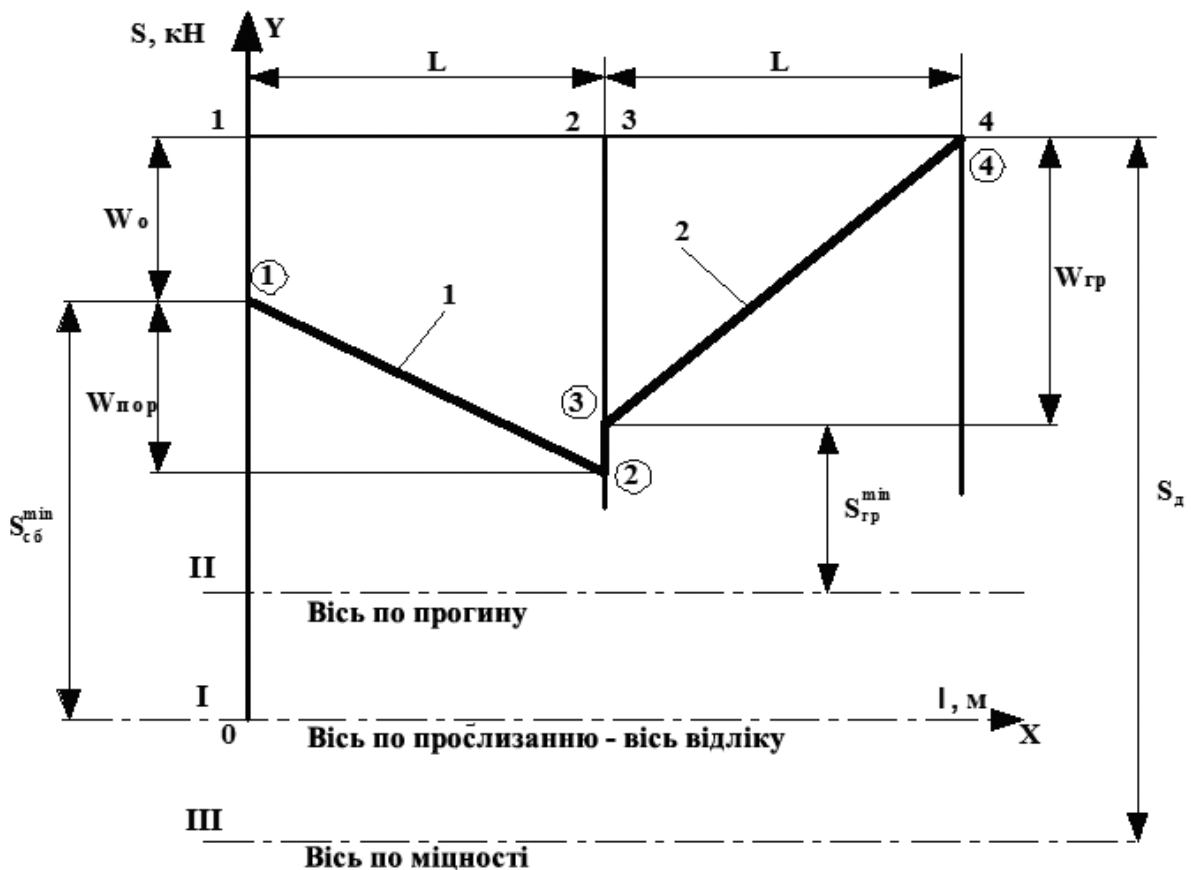


Рис. 3.1. Діаграма натягу тягового органа.

Відкладемо на середній вертикалі нагору від точки ② 2...3 мм і поставимо точку ③. Відстань між точками 2 і 3 відповідає опору руху стрічки на відхиляючому барабані, (ділянка 2-3 на рис.3.1). Оскільки сила опору руху стрічки на відхиляючому барабані завжди позитивна то вона буде завжди на діаграмі відкладатися нагору. З'єднуємо точки ② і ③. Від точки ③ у відповідному масштабі відкладаємо нагору (тому що $W_B > 0$ у нашому прикладі) величину W_B і робимо оцінку. Від цієї оцінки проводимо горизонталь до перетинання з перпендикуляром 4, що відповідає точці набігання стрічки на приводний барабан, і ставимо на ній точку ④. З'єднуємо точки ③ і ④ відрізком 2 [2].

Від точки ① униз у відповідному масштабі відкладемо величину $S_{сб}^{min}$, проведемо горизонтальну вісь, що назвемо віссю

по прослизанню, і позначимо цифрою I. Від крапки з найменшим натягом на навантаженій вітки, у нашому прикладі це точка ③, у відповідному масштабі відкладемо величину S_B^{\min} , проведемо горизонтальну вісь, назвемо її віссю по прогину і позначимо цифрою II. З двох осей I і II за вісь відліку натягу конвеєрної стрічки приймемо нижню(у нашому прикладі вісь I) [2].

Примітка. Якби ми в нашому прикладі за вісь відліку прийняли вісь II, то умова $S_1 \geq S_{\text{сб}}^{\min}$ не була б виконана.

У деяких випадках може вийти, що нижній із двох осей I і II виявиться вісь II.

Від точки з найбільшим натягом тягового органа (у нашому випадку це точка ④) відкладемо униз величину припустимого зусилля конвеєрної стрічки S_d у відповідному масштабі і через отриману точку проведемо горизонтальну вісь, що назвемо віссю по міцності і позначимо цифрою III (рис.3.1). Якщо вісь III виявиться вище осі відліку, то це означає, що стрічка не задовольняє умовам міцності. Умовою забезпечення достатньої міцності стрічки на розрив є перебування цієї осі на діаграмі натягу тягового органа нижче прийнятої осі відліку [2].

На діаграмі показана величина тягового зусилля W_0 , яка є різницею натягів стрічки в точках, що набігають на приводний барабан і збігають із приводного барабана.

Діаграма натягу конвеєрної стрічки дозволяє визначити натяг стрічки в будь-якій крапці по довжині тягового органа.

4. ПРИКЛАД ВИБОРУ І ТЯГОВОГО РОЗРАХУНКУ ПОХИЛОГО СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

4.1. Вибір та розрахунок стрічкового конвеєра встановленого на ухилі

Вхідні дані для розрахунку:

Приймальна здібність $Q_{к.пр} = 11,5 \text{ м}^3/\text{хв}$;

Експлуатаційна продуктивність $Q_e = 650 \text{ т/год}$;

Довжина транспортування $L = 670 \text{ м}$;

Кут нахилу виробки $\beta = 9^\circ$;

Максимальний розмір транспортуємого матеріалу $a_{\max} = 270 \text{ мм}$;

Стрічковий конвеєр стаціонарний.

По величині $Q_{к.пр}$ та в залежності від способу установки та кута нахилу конвеєра приймаємо по таблиці Д.1 обираємо швидкість руху стрічки та ширину стрічки: ширина стрічки $B = 1000 \text{ мм}$ швидкість руху стрічки $v = 2,0 \text{ м/с}$. Обираємо конвеєр ЗЛ100У. Потужність приводу $N_y = 550 \text{ кВт}$. Швидкість руху стрічки $v = 2,5 \text{ м/с}$.

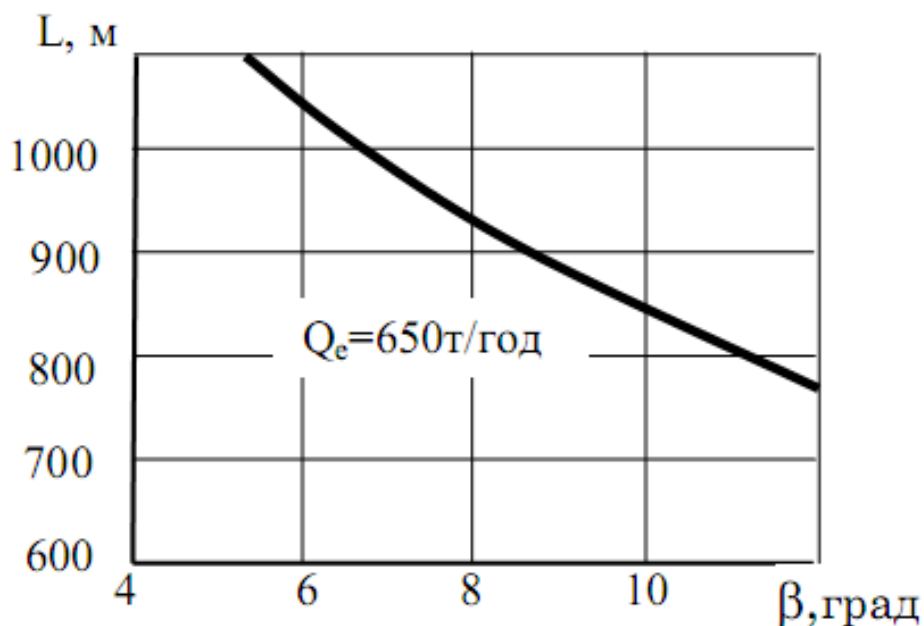


Рис. 4.1. Залежність продуктивності конвеєра ЗЛ100У від кута його встановлення та довжини

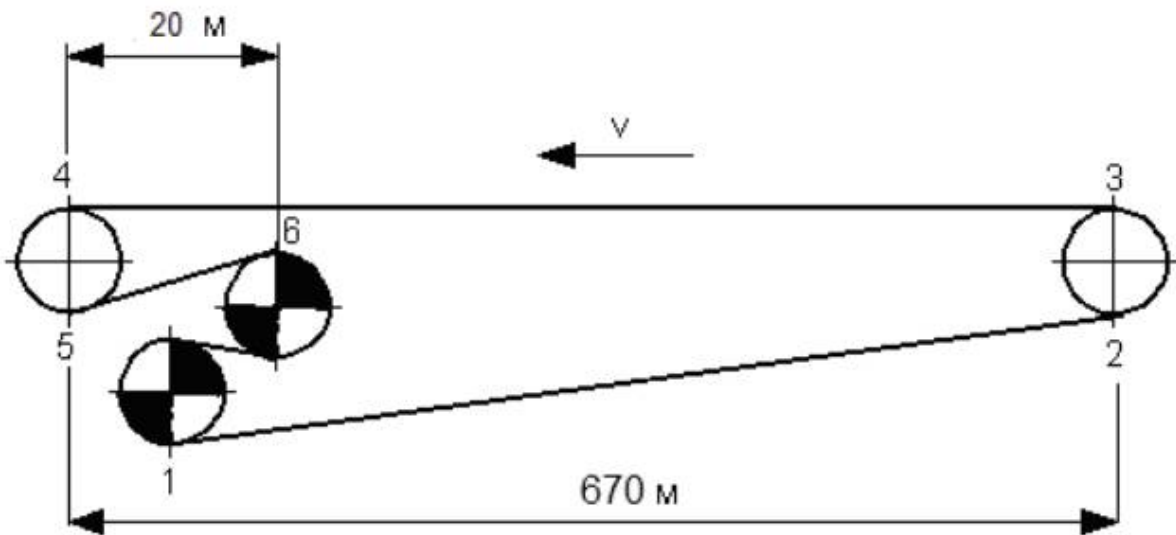


Рис. 4.2. Кінематична схема конвеєра ЗЛ100У

Перевіримо ширину стрічки на кусковатість:

$$B_{\min} = 2 \cdot a_{\max} + 200 = 2 \cdot 270 + 200 = 740 \text{ мм.}$$

Ширина стрічки задовольняє кусковатості матеріалу.

Визначимо погонну вагу вантажу, що знаходиться на стрічці конвеєра за наступною формулою:

$$q = \frac{Q_e}{3,6 \cdot v} = \frac{650}{3,6 \cdot 2,5} = 72 \text{ кг/м,}$$

де v – швидкість руху стрічки конвеєра, $v = 2,5$ м/с;

Погонна вага роликоопор:

Вантажна вітка

$$q'_p = \frac{G'_p}{l'_p} = \frac{25}{1,2} = 20,8 \text{ кг/м.}$$

Порожня вітка

$$q''_p = \frac{G''_p}{l''_p} = \frac{21,5}{2,4} = 8,9 \text{ кг/м;}$$

де G'_p, G''_p – вага частин відповідно верхньої та нижньої роликоопор, які обертаються (таблиця Д.2), кг.
 l'_p, l''_p – відстань між роликоопорами відповідно вантажної і порожньої вітки, $l'_p=1,2\text{м}$, $l''_p=2,4\text{м}$.

Визначаємо орієнтовно погонну вагу стрічки по встановленій потужності двигуна конвеєра.

Максимально можливе тягове зусилля, що може розвинути привід конвеєра, визначаємо по такій формулі:

$$W_{от} = 708 \cdot \frac{N_y}{v} = 708 \cdot \frac{550}{2,5} = 156 \text{ кН}$$

де $N_y = 550 \text{ кВт}$ – сумарна встановлена потужність двигунів.

Максимально можливий натяг конвеєрної стрічки (по встановленій потужності):

$$S'_{max} = W_{от} \cdot \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} = 156 \cdot \frac{10}{10 - 1} = 173 \text{ кН},$$

де α – сумарний кут обхвату стрічкою приводних барабанів, $\alpha = 440\text{град} = 7,7 \text{ рад}$;

μ – коефіцієнт зчеплення стрічки з приводним барабаном, для вологої атмосфери, та футерованих резиною барабанів $\mu=0,3$;

$e^{\mu\alpha}$ – тяговий фактор, $e^{\mu\alpha} = 10$.

По величині S'_{max} попередньо обираємо тип конвеєрної стрічки. Необхідне розривне зусилля стрічки

$$i \cdot \sigma = \frac{S'_{max} \cdot m}{B} = \frac{173 \cdot 8,5}{100} = 14,7 \text{ Н/см},$$

де i – кількість тканевих прокладок;

$m = 8,5$ – запас міцності конвеєрної стрічки;

σ – розривне зусилля 1 однієї тканевої прокладки стрічки;

$B = 100 \text{ см}$. – ширина стрічки.

В якості тягового органу конвеєра попередньо обираємо гу-

мовотканеву стрічку 2РШТА-300, кількість прокладок – 5, для якої $\sigma = 2940$ Н/см. Погона вага стрічки $q_{л} = 16,7$ кг/м.

Тоді

$$i \cdot \sigma = 5 \cdot 2940 = 14,7 \text{ Н/см.}$$

Визначаємо опір руху вантажної і порожньої гілки стрічки:

$$W_{в} = \left[(q_{л} + q'_{п} + q) \cdot \omega \cdot \cos \beta + (q_{л} + q) \cdot \sin \beta \right] \cdot g \cdot L_{в}, \text{ Н,}$$

де: $\omega = 0,035$ – коефіцієнт опору руху стрічки;

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

$L_{в} = 670$ м – довжина навантаженої вітки стрічкового конвеєра.

$$W_{в} = \left[(16,7 + 20,8 + 72) \cdot 0,035 \cdot \cos 9^\circ + (16,7 + 72) \cdot \sin 9^\circ \right] \cdot 9,81 \cdot 670 \approx 116 \text{ кН.}$$

$$W_{пор} = \left[(q_{л} + q''_{п}) \cdot \omega \cdot \cos \beta - q_{л} \cdot \sin \beta \right] \cdot g \cdot L_{п}, \text{ Н}$$

де $L_{п} = 650$ м – довжина порожньої вітки.

$$W_{пор} = \left[(16,7 + 8,9) \cdot 0,035 \cdot \cos 9^\circ - 16,7 \cdot \sin 9^\circ \right] \cdot 9,81 \cdot 650 \approx -11 \text{ кН.}$$

Визначимо приблизно тягове зусилля на приводі конвеєра

$$W'_0 = k \cdot (W_{в} + W_{пор}), \text{ Н;}$$

$$W'_0 = 1,1 \cdot (116 - 11) \approx 115,5 \text{ кН,}$$

де k – коефіцієнт, який враховує місцеві опори руху стрічки. $k = 1,1$.

Визначимо мінімальний натяг стрічки на вантажній гілці за умовою припустимого її прогину:

$$S_{в}^{\min} \geq 5 \cdot (q + q_{л}) \cdot g \cdot l'_{п}, \text{ Н;}$$

$$S_B^{\min} \geq 5 \cdot (72 + 16,7) \cdot 9,81 \cdot 1,2 = 5,2 \text{ кН}$$

Визначимо мінімально необхідний натяг стрічки в точці її збігання з приводного барабану:

$$S_{сб}^{\min} \geq \frac{k_m \cdot W'_0}{e^{\mu\alpha} - 1}$$

$$S_{сб}^{\min} \geq \frac{1,2 \cdot 115,5}{10 - 1} \approx 15 \text{ кН}$$

де k_T – коефіцієнт запасу сил зчеплення. $k_T = 1,2$.

Визначимо загальне тягове зусилля на приводі установки.

Спочатку визначимо натяг у характерних точках за методом обходу по контуру. Натяг стрічки в точці її сбігання з приводного барабану S_1 повинно бути обрано таким чином, щоб запобігти пробуксовці стрічки:

$$S_1 \geq S_{сб}^{\min}$$

Приймаємо $S_1 = 18 \text{ кН}$

$$S_2 = S_1 + W_{пор} = 18 - 11 = 7 \text{ кН};$$

$$S_3 = S_2 + W_{2-3} = S_2 + 0,05 \cdot S_2 = 1,05 \cdot 7 \approx 7,4 \text{ кН};$$

$$S_3 \geq S_B^{\min} \text{ – умова по прогину стрічки виконана};$$

$$S_4 = S_3 + W_{3-4} = S_3 + W_B = 7,4 + 115,5 = 122,9 \text{ кН};$$

$$S_5 = S_4 + W_{4-5} = 1,05 \cdot S_4 = 1,05 \cdot 122,9 = 129 \text{ кН}.$$

Оскільки ділянка 5-6 мала в порівнянні з довжиною конвеєра, то нею зневажаємо і рахуємо, що $S_6 = S_5 = 129 \text{ кН}$.

Таким чином, натяг стрічки в крапці набігання на приводний барабан $S_{нб} = S_6 = 129 \text{ кН}$, а натяг стрічки в крапці збігання з приводного барабану $S_{сб} = S_1 = 18 \text{ кН}$

Визначимо дійсне загальне тягове зусилля на приводі по формулі:

$$W_0 = S_{нб} - S_{сб} + k_{пр} \cdot (S_{нб} + S_{сб})$$

де $k_{пр}$ – коефіцієнт опору руху стрічки на приводних барабанах, $k_{пр} = 0,04$.

$$W_0 = 129 - 18 + 0,04 \cdot (129 + 18) \approx 117 \text{ кН}.$$

Уточнюємо тип конвеєрної стрічки.

Максимальний дійсний натяг стрічки за результатами розрахунку складає:

$$S_{\max.д} = S_6 = 129 \text{ кН};$$

Необхідне розривне зусилля конвеєрної стрічки вибирається по залежності:

$$i \cdot \sigma = \frac{S_{\max.д} \cdot m}{B} \leq \frac{S_p}{m} \geq \frac{S_{\max.д}}{m}$$
$$i \cdot \sigma = \frac{S_{\max.д} \cdot m}{B} = \frac{129 \cdot 8,5}{100} = 11 \text{ Н/см}$$

Остаточно обираємо конвеєрну стрічку 2РШТА-300 з 4 тканевими прокладками, допустима міцність якої:

$$S_p = \frac{i \cdot \sigma \cdot B}{m} = \frac{4 \cdot 2940 \cdot 100}{8,5} = 138 \text{ кН.}$$

$S_p > S_{\max.д.}$, отже стрічка проходить.

Визначаємо потрібну сумарну потужність двигунів приводу конвеєра:

$$N_n = \frac{k_3 \cdot W_0 \cdot v}{1000 \cdot \eta},$$

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

η – к.к.д. приводу, $\eta = 0,85$.

$$N_n = \frac{1,2 \cdot 117000 \cdot 2,5}{1000 \cdot 0,85} \approx 413 \text{ кВт}$$

Встановлена сумарна потужність приводу конвеєра 3Л100У складає $N = 550$ кВт. В нашому випадку: $N_y > N_n$, тобто привод забезпечує нормальну роботу конвеєра.

Діаграма натягу конвеєрної стрічки надана на рисунку 4.3.

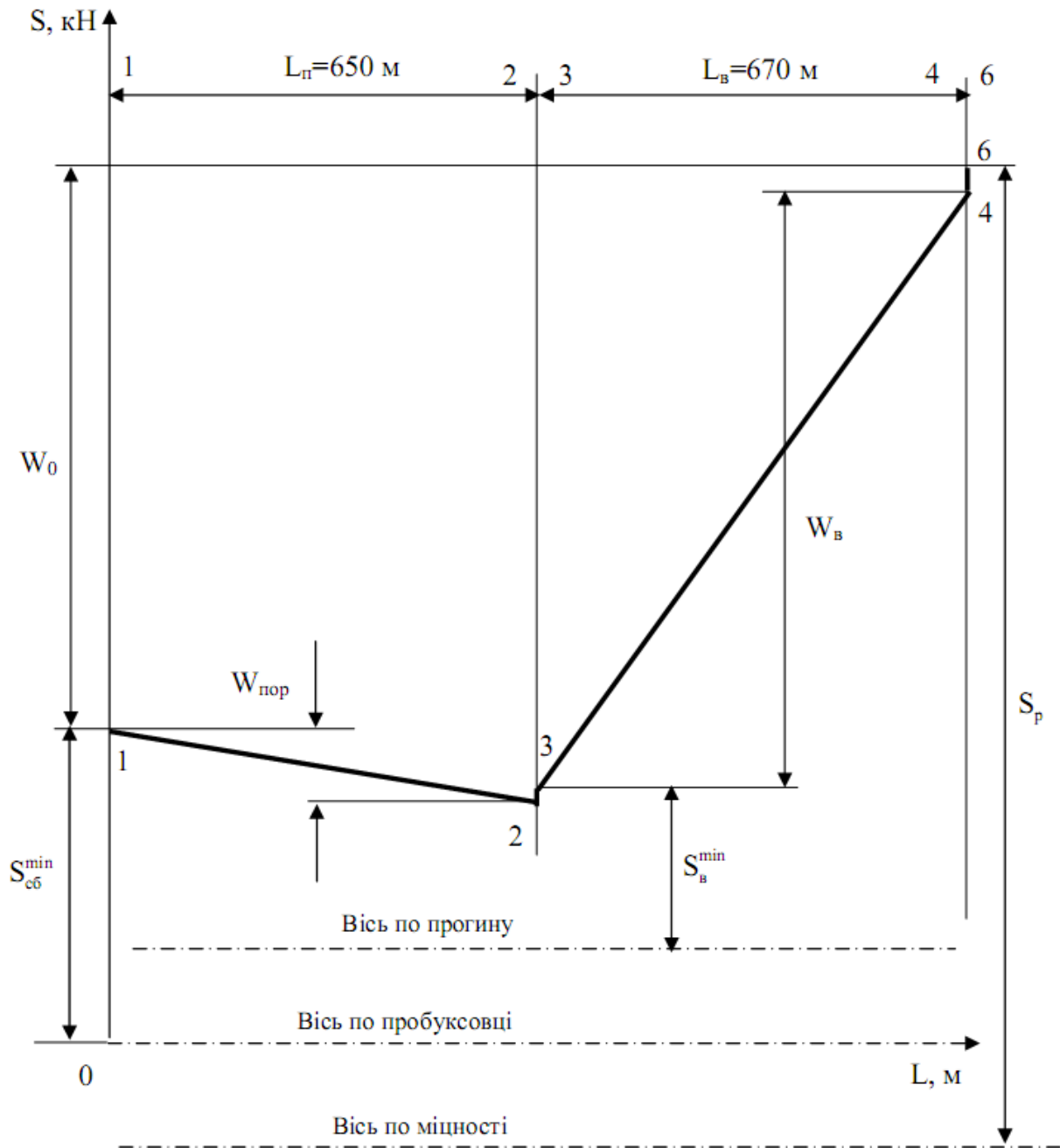


Рис. 4.3. Діаграма натягу конвеєрної стрічки

4.2. Вибір та розрахунок стрічкового конвеєра встановленого на бремсбергу

Вхідні дані для розрахунку:
 Приймальна здібність $Q_{\text{к.пр}} = 8 \text{ м}^3/\text{хв}$;

Експлуатаційна продуктивність $Q_e=470$ т/год;
 Довжина транспортування $L=470$ м;
 Кут нахилу виробки $\beta = -9^\circ$;
 Максимальний розмір транспортуємого матеріалу $a_{\max}=270$ мм;
 Стрічковий конвеєр стаціонарний.

По величині $Q_{к.пр}$ та в залежності від способу установки та кута нахилу конвеєра приймаємо по таблиці Д.1 швидкість руху стрічки та ширину стрічки: ширина стрічки $B = 800$ мм швидкість руху стрічки $v = 2,5$ м/с. Обираємо конвеєр 2Л80У. Потужність приводу $N_y=110$ кВт. Швидкість руху стрічки $v = 2,5$ м/с.

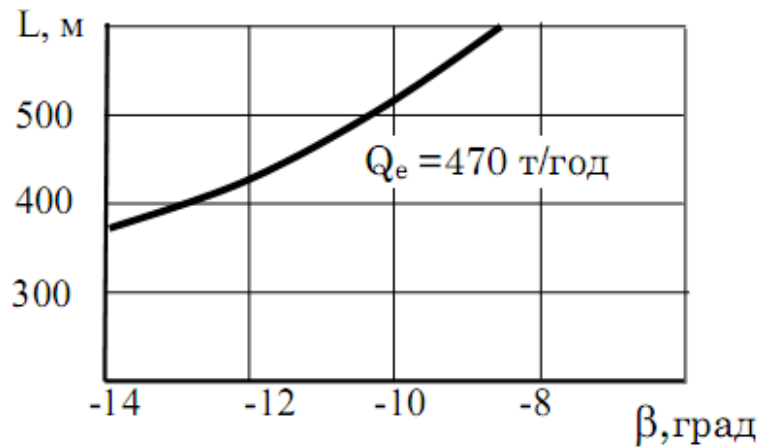


Рис. 4.4. Залежність продуктивності конвеєра 2Л80У від кута його встановлення та довжини

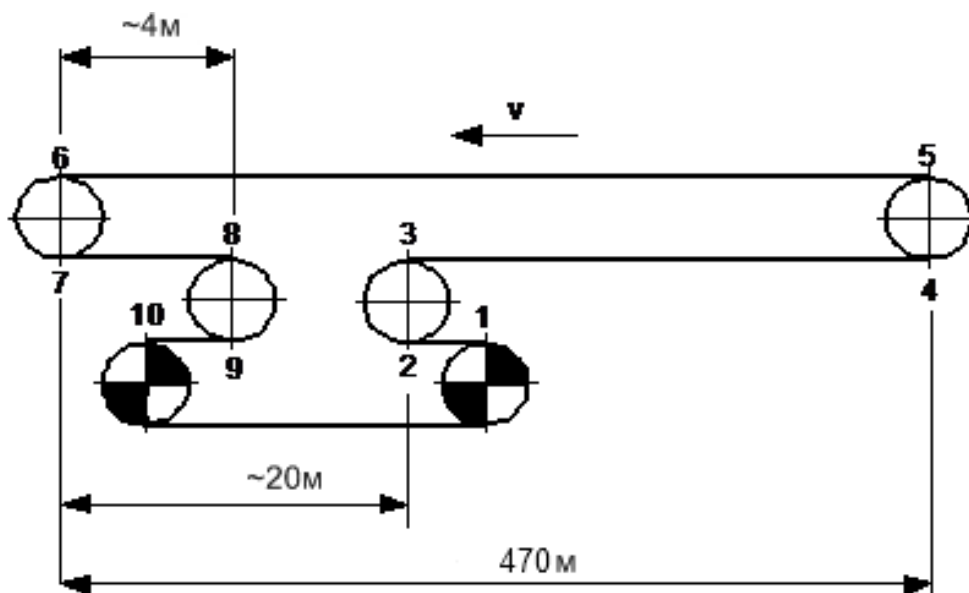


Рис. 4.5. Кінематична схема конвеєра 2Л80У

Перевіримо ширину стрічки на кусковатість:

$$B_{\min} = 2 \cdot a_{\max} + 200 = 2 \cdot 270 + 200 = 740 \text{ мм.}$$

Ширина стрічки задовольняє кусковатості матеріалу.

Визначаємо погонне навантаження, на стрічку конвеєра від вантажу:

$$q = \frac{Q_e}{3,6 \cdot v} = \frac{470}{3,6 \cdot 2,5} = 52 \text{ кг/м}$$

де v – швидкість руху стрічки конвеєра, $v = 2,5$ м/с;

Погонна вага роликоопор:

Вантажна гілка

$$q'_{\text{р}} = \frac{G'_{\text{р}}}{l'_{\text{р}}} = \frac{22}{1,3} = 17 \text{ кг/м.}$$

Порожня гілка

$$q''_{\text{р}} = \frac{G''_{\text{р}}}{l''_{\text{р}}} = \frac{19}{2,6} = 7 \text{ кг/м;}$$

де $G'_{\text{р}}$, $G''_{\text{р}}$ – вага частин, які обертаються, відповідно верхньої та нижньої роликоопори, кг.

$l'_{\text{р}}$, $l''_{\text{р}}$ – відстань між роликоопорами відповідно вантажної і порожньої гілці, $l'_{\text{р}} = 1,3$ м, $l''_{\text{р}} = 2,6$ м.

Визначаємо орієнтовно погонну вагу стрічки по встановленій потужності двигуна конвеєра.

Максимально можливе тягове зусилля, що може розвинути привід конвеєра, визначаємо по такій формулі:

$$W_{\text{от}} = 708 \cdot \frac{N_y}{v} = 708 \cdot \frac{110}{2,5} = 31 \text{ кН}$$

де $N_y = 110$ кВт – сумарна встановлена потужність двигунів.

Максимально можливий натяг конвеєрної стрічки (по встановленій потужності):

$$S'_{\max} = W_{\text{от}} \cdot \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} = 31 \cdot \frac{7,77}{7,77 - 1} \approx 36 \text{ кН},$$

де α – сумарний кут обхвату стрічкою приводних барабанів, $\alpha = 470 \text{ град} = 8,2 \text{ рад}$;

μ – коефіцієнт зчеплення стрічки з приводним барабаном, для вологої атмосфери, та футерованих резиною барабанів $\mu = 0,25$;

$e^{\mu\alpha}$ – тяговий фактор, $e^{\mu\alpha} = 7,77$.

По величині S'_{\max} попередньо обираємо тип конвеєрної стрічки. Розривне зусилля стрічки

$$i \cdot \sigma = \frac{S'_{\max} \cdot m}{B} = \frac{36 \cdot 8,5}{80} = 3,8 \text{ кН/см},$$

де i – кількість тканевих прокладок;

$m = 8,5$ – запас міцності конвеєрної стрічки;

σ – розривне зусилля 1 однієї тканевої прокладки стрічки, Н/см;

$B = 80 \text{ см}$. – ширина стрічки.

В якості тягового органу конвеєра попередньо обираємо гумовотканеву стрічку 2ШТА-100, кількість прокладок – 4, для якої $\sigma = 980 \text{ Н/см}$. Погона маса стрічки $q_{\text{л}} = 9,84 \text{ кг/м}$.

Тоді

$$i \cdot \sigma = 4 \cdot 980 = 3920 \text{ Н/см}.$$

Визначаємо опір руху вантажної і порожньої вітки стрічки:

$$W_{\text{в}} = \left[(q_{\text{л}} + q'_{\text{п}} + q) \cdot \omega \cdot \cos \beta - (q_{\text{л}} + q) \cdot \sin \beta \right] \cdot g \cdot L_{\text{в}},$$

де: $\omega = 0,04$ – коефіцієнт опору руху стрічки;

$L_{\text{в}} = 470 \text{ м}$ – довжина навантаженої вітки стрічкового конвеєра.

$$W_B = [(52 + 9,84 + 17) \cdot 0,04 \cdot \cos 9^\circ - (52 + 9,84) \cdot \sin 9^\circ] \cdot 9,81 \cdot 470 \approx -30,2 \text{ кН.}$$

$$W_{\text{пор}} = [(q_{\text{л}} + q''_{\text{п}}) \cdot \omega \cdot \cos \beta + q_{\text{л}} \cdot \sin \beta] \cdot g \cdot L_{\text{n}}$$

де $L_{\text{n}} = 450$ м – довжина порожньої вітки.

$$W_{\text{пор}} = [(9,84 + 7) \cdot 0,04 \cdot \cos 9^\circ + 9,84 \cdot \sin 9^\circ] \cdot 9,81 \cdot 450 \approx 9,7 \text{ кН.}$$

Визначимо приблизно тягове зусилля на приводі конвеєра

$$W'_0 = k \cdot (W_B + W_{\text{пор}})$$

$$W'_0 = 1,2 \cdot (-30,2 + 9,7) \approx -25 \text{ кН,}$$

де k – коефіцієнт, який враховує місцеві опори руху стрічки. $k = 1,2$.

Визначимо мінімальний натяг стрічки на вантажній гілці за умовою припустимого її прогину:

$$S_B^{\text{min}} \geq 5 \cdot (q + q_{\text{л}}) \cdot g \cdot l'_{\text{п}}$$

$$S_B^{\text{min}} \geq 5 \cdot (52 + 9,84) \cdot 9,81 \cdot 1,3 = 3,9 \text{ кН}$$

Визначимо мінімально необхідний натяг стрічки в точці її збігання з приводного барабану:

$$S_{\text{сб}}^{\text{min}} \geq \frac{k_{\text{т}} \cdot |W'_0| \cdot e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}$$

$$S_{\text{сб}}^{\text{min}} \geq \frac{1,25 \cdot 25 \cdot 7,77}{7,77 - 1} \approx 36 \text{ кН}$$

де k_T – коефіцієнт запасу сил зчеплення на приводних барабанах, $k_T = 1,25$.

Визначимо загальне тягове зусилля на приводі установки.

Спочатку визначимо натяг конвеєрної стрічки у характерних точках за методом обходу по контуру. Натяг стрічки в точці її сбігання з приводного барабану S_1 повинно бути обрано так, щоб запобігти пробуксовці стрічки:

$$S_1 \geq S_{сб}^{\min}$$

Приймаємо $S_1 = 37$ кН;

$$S_2 \approx S_1 = 37 \text{ кН};$$

$$S_3 = S_2 + W_{2-3} = S_2 + 0,05 \cdot S_2 = 1,05 \cdot 37 = 39 \text{ кН};$$

$$S_4 = S_3 + W_{пор} = 39 + 9,7 = 48,7 \text{ кН};$$

$$S_5 = S_4 + W_{3-4} = S_4 + 0,05 \cdot S_4 = 1,05 \cdot 48,7 = 51 \text{ кН};$$

$$S_6 = S_5 + W_{5-6} = S_5 + W_B = 51 - 30,2 = 20,8 \text{ кН};$$

$S_6 \geq S_{гр}^{\min}$ – умова по прогину стрічки виконана;

$$S_7 = S_6 + W_{6-7} = 1,05 \cdot S_6 = 1,05 \cdot 18,8 = 22 \text{ кН}.$$

Оскільки ділянка 7–8 мала в порівнянні з довжиною конвеєра, то нею зневажаємо і рахуємо, що $S_8 = S_7 = 22$ кН.

$$S_9 = S_8 + W_{8-9} = 1,05 \cdot S_8 = 1,05 \cdot 22 = 23 \text{ кН}.$$

Оскільки ділянка 9–10 мала в порівнянні з довжиною конвеєра, то нею зневажаємо і рахуємо, що $S_{10} = S_9 = 23$ кН.

Таким чином, натяг стрічки в крапці набігання на приводний барабан $S_{нб} = S_{10} = 23$ кН, а натяг стрічки в крапці збігання з приводного барабану $S_{сб} = S_1 = 37$ кН.

Визначимо дійсне загальне тягове зусилля на приводі по формулі:

$$W_0 = S_{нб} - S_{сб} - k_{пр} \cdot (S_{нб} + S_{сб})$$

де $k_{пр}$ – коефіцієнт опору руху стрічки на приводних барабанах, $k_{пр} = 0,04$.

$$W_0 = 23 - 37 - 0,04 \cdot (23 + 37) \approx -11,6 \text{ кН}.$$

Визначимо натяги конвеєрної стрічки, та тягове зусилля на приводі при холостому ході роботи конвеєра.

Опір руху навантаженої гілки при холостому ході:

$$W_{в.х} = \left[(q_{л} + q'_{п}) \cdot \omega \cdot \cos \beta - q_{л} \cdot \sin \beta \right] \cdot g \cdot L_{в} = \\ = \left[(9,84 + 17) \cdot 0,04 \cdot \cos 9^{\circ} - 9,84 \cdot \sin 9^{\circ} \right] \cdot 9,81 \cdot 470 \approx -2 \text{ кН};$$

Опір руху порожньої гілки при холостому ході:
 $W_{пор} = W_{пор.х} = 9,7 \text{ кН}.$

Тягове зусилля при холостому ході(орієнтовно):

$$W'_{0.х} = k \cdot (W_{в.х} + W_{пор.х}) \\ W'_{0.х} = 1,2 \cdot (-2 + 9,7) \approx 9 \text{ кН},$$

Оскільки, $W'_{0.х} > 0$, привод конвеєра працює в руховому режимі при холостому ході, і

$$S_{сб.х}^{\min} \geq \frac{k_r \cdot W'_{0.х}}{e^{\mu\alpha} - 1} = \frac{1,25 \cdot 9}{7,77 - 1} \approx 1,7 \text{ кН}.$$

Тому що $S_{сб}^{\min} > S_{сб.х}^{\min}$, приймаємо $S_1 = 37 \text{ кН};$

$$S_2 \approx S_1 = 37 \text{ кН};$$

$$S_3 = S_2 + W_{2-3} = S_2 + 0,05 \cdot S_2 = 1,05 \cdot 37 = 39 \text{ кН};$$

$$S_4 = S_3 + W_{пор} = 39 + 9,7 = 48,7 \text{ кН};$$

$$S_5 = S_4 + W_{3-4} = S_4 + 0,05 \cdot S_4 = 1,05 \cdot 48,7 = 51 \text{ кН};$$

$$S_6 = S_5 + W_{5-6} = S_5 + W_{в} = 51 - 2 = 49 \text{ кН};$$

$$S_7 = S_6 + W_{6-7} = 1,05 \cdot S_6 = 1,05 \cdot 49 = 51 \text{ кН}.$$

Оскільки ділянка 7– 8 мала в порівнянні з довжиною конвеєра, то нею зневажаємо і рахуємо, що $S_8 = S_7 = 51 \text{ кН}.$

$$S_9 = S_8 + W_{8-9} = 1,05 \cdot S_8 = 1,05 \cdot 51 = 54 \text{ кН}.$$

Оскільки ділянка 9 – 10 мала в порівнянні з довжиною конвеєра, то нею зневажаємо і рахуємо, що $S_{10} = S_9 = 54 \text{ кН}.$

Таким чином, натяг стрічки в кінці набігання на приводний барабан $S_{нб} = S_{10} = 54$ кН, а натяг стрічки в кінці збігання з приводного барабану $S_{сб} = S_1 = 37$ кН.

Визначимо дійсне загальне тягове зусилля на приводі по формулі:

$$W_{0,x} = S_{нб} - S_{сб} + k_{пр} \cdot (S_{нб} + S_{сб})$$

де $k_{пр}$ – коефіцієнт опору руху стрічки на приводних барабанах, $k_{пр} = 0,04$.

$$W_{0,x} = 54 - 37 + 0,04 \cdot (54 + 37) \approx 21 \text{ кН.}$$

Уточнюємо тип конвеєрної стрічки.

Максимальний дійсний натяг стрічки за результатами розрахунку складає:

$$S_{\max,д} = S_9(\text{при холостому ході конвеєра}) = 54 \text{ кН;}$$

Необхідне розривне зусилля конвеєрної стрічки вибирається по залежності:

$$S_p \geq S_{\max,д}$$

$$i \cdot \sigma = \frac{S_{\max,д} \cdot m}{B} = \frac{54 \cdot 8,5}{80} = 5,7 \text{ кН/см}$$

Остаточню обираємо конвеєрну стрічку ТА-150 з 5 тканевими прокладками, допустима міцність якої:

$$S_p = \frac{i \cdot \sigma \cdot B}{m} = \frac{5 \cdot 1470 \cdot 80}{8,5} \approx 69 \text{ кН.}$$

$S_p > S_{\max,д}$, отже стрічка проходить по міцності.

Визначаємо необхідну сумарну потужність двигунів приводу конвеєра.

При робочому режимі роботи привода:

$$N_n = \frac{k_3 \cdot |W_0| \cdot v \cdot \eta}{1000} = \frac{1,2 \cdot 11,6 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 0,9}{1000} \approx 31 \text{ кВт,}$$

де k_3 – коефіцієнт запасу потужності, $k_3 = 1,2$;
 η – к.к.д. приводу, $\eta = 0,9$.

При холостому ході:

$$N_{n.x} = \frac{k_3 \cdot W_0 \cdot v}{1000 \cdot \eta} = \frac{1,2 \cdot 21 \cdot 10^3 \cdot 2,5}{1000 \cdot 0,9} \approx 70 \text{ кВт.}$$

Встановлена сумарна потужність приводу конвеєра 2Л80У складає $N = 110$ кВт. В нашому випадку: $N_y > N_n$ та $N_{n.x}$, тобто привод забезпечує нормальну роботу конвеєра на довжені транспортування 470м при куті нахилу 9° .

Діаграма натягу конвеєрної стрічки надана на рисунку 4.6.

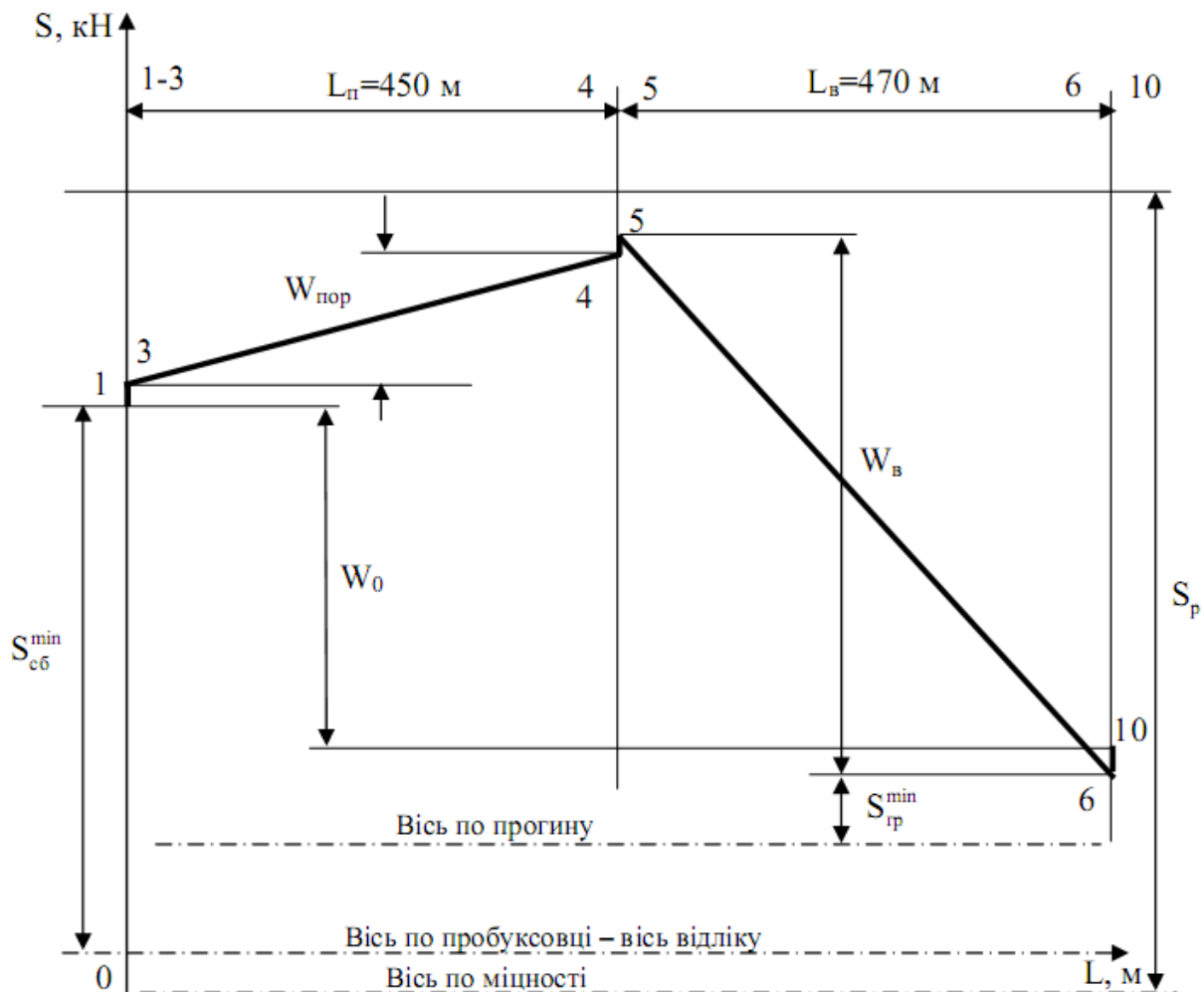


Рис. 4.6. Діаграма натягу конвеєрної стрічки

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ РОБІТ

Варіанти завдань

№	$Q_{\text{пр}}$	Q_e	L	β	№	$Q_{\text{пр}}$	Q_e	L	β
1	5,0	270	595	3	26	5,0	290	540	4
2	5,4	260	510	-3	27	4,4	250	660	-4
3	2,8	170	740	4	28	3,0	180	715	5
4	6,5	300	490	7	29	6,2	310	520	6
5	6,3	260	885	-9	30	6,0	285	840	-8
6	6,5	280	595	-11	31	6,4	300	635	-12
7	7,0	380	588	6	32	7,2	360	640	7
8	7,5	400	797	3	33	7,2	400	690	4
9	7,9	430	645	5	34	7,6	450	390	6
10	10,4	500	587	9	35	10,4	560	650	8
11	13,3	850	1275	-1	36	13,8	840	1085	-2
12	2,8	120	595	-14	37	3,0	150	540	-13
13	15,7	850	495	-11	38	15,6	880	440	-12
14	16,0	900	1190	-7	39	15,8	910	1090	-6
15	12,5	600	785	10	40	12,4	520	775	9
16	12,0	550	590	11	41	13,2	630	715	10
17	15,1	760	790	9	42	15,3	850	690	8
18	7,0	360	795	-8	43	7,0	390	730	-7
19	7,2	400	1095	-7	44	7,2	380	925	-6
20	8,0	450	490	-10	45	8,0	470	465	-9
21	11,1	520	695	10	46	11,5	650	685	9
22	8,0	420	395	9	47	7,8	460	370	8
23	4,2	120	990	12	48	3,3	140	880	11
24	15,5	700	745	12	49	15,7	720	680	14
25	4,8	170	890	7	50	4,8	280	850	6

Вхідні данні для розрахунку:

- Стационарний стрічковий конвеєр;
- Максимальний розмір шматка вантажу, що транспортується - 270 мм;
- Прийомна здатність $Q_{\text{к.пр}}$, м³/хв;
- Експлуатаційна продуктивність Q_e , т/ч;
- Довжина транспортування L, м;
- Кут нахилу вироблення β , град.

В ході виконання індивідуальної розрахункової роботи необхідно виконати наступні завдання

1. Вибрати ширину конвеєрної стрічки та швидкість її руху.
2. Вибрати стрічковий конвеєр, надати його схему і характеристики.
3. Виконати тяговий розрахунок обраного стрічкового конвеєра і побудувати діаграму натягу його конвеєрної стрічки.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основные положения по проектированию подземного транспорта новых и действующих угольных шахт.– М., ИГД им. А.А. Скочинского, 1986. – 355с.
2. Проектування транспортних систем енергоємних виробництв / В.О.Будішевський, В.О.Гутаревич, О.О.Пуханов та ін. – Донецьк, 2008.– 454с.
3. Теоретические основы и расчеты транспорта энергоемких производств / [под ред. В.А. Будишевского, А.А. Сулимы]. – Донецьк, 1999. –216 с.
4. Транспорт на горных предприятиях / [под общей ред. Б.А. Кузнецова] .– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1976.– 552 с.

ДОДАТКИ

Таблиця Д. 1.

Хвилинна прийомна здатність конвеєра $Q_{к.пр.}$, м³/хв

Спосіб установки конвеєра	Кут нахилу вироблення, град	Ширина стрічки В, мм							
		800			1000			1200	
		Швидкість руху стрічки, v, м/с							
		1,6	2,0	2,5	1,6	2,0	2,5	2,5	3,15
Стационарний	до 6	6,6	8,2	10,3	10,7	13,4	16,8	24,8	31,2
	7 – 18	6,2	7,8	9,7	10,2	12,7	15,9	23,5	29,6
Напівстационарний	до 6	5,9	7,4	9,2	9,7	12,1	15,1	-	-
Пересувний	7 – 18	5,6	7,0	8,8	9,2	11,5	14,3	-	-

Таблиця Д.2.

Маса обертових частин роликоопор

Ширина стрічки, мм	Жолобчаста роликоопора (вантажна галузь)		Пряма роликоопора (порожнякова галузь)	
	Діаметр ролика, мм	Маса G'_p , кг	Діаметр ролика, мм	Маса G''_p , кг
800	127	22	127	19
1000	127	25	127	21,5
1200	159	45	159	35

Таблиця Д.3.

Коефіцієнт опору рухові стрічки ω

Ширина конвеєрної стрічки, мм	Довжина конвеєра, м	
	$L \leq 200$	$L > 200$
$B = 800$	0,05	0,04
$B > 800$	0,04	0,035

Таблиця Д. 4.

Коефіцієнт тертя між стрічкою і поверхнею барабана

Умови використання конвеєра	Наявність футеровки	Розрахунковий коефіцієнт тертя, якщо обкладки стрічки	
		Непальна резина	ПВХ
Вироблення, що примикають до очисного вибою	Немає	0,15	0,1
	Є	0,25	0,15
Інші вироблення	Немає	0,25	0,15
	Є	0,35	0,25

Таблиця Д. 5.

Маса (розрахункова) 1 м² гумовотканинних стрічок, кг

Тип стрічки	Товщина зовнішніх обкладок, мм	Число тканинних прокладок					
		3	4	5	6	7	8
БКНЛ-65	3/1	7,3	8,2	9,1	10	10,9	11,8
БКНЛ-100	3/1	7,9	9	10,1	11,2	12,3	13,4
	4,5/2	10,8	11,9	13	14,1	15,2	16,3
БКНЛ-150	3/1	8,5	10,8	11,1	12,1	13,7	15
	4,5/2	11,4	12,7	14	15,3	16,6	17
ГА-100	4,5/2	11,1	12,3	13,5	14,7	15,9	17,1
ТК-100	6/2	12,8	14	15,2	16,4	17,6	18,8
ТК-150	4,5/2	11,7	13,1	14,5	15,9	17,3	18,7
ТК-200	6/2	13,4	14,8	16,2	17,6	19	20,4
ТК-300	4,5/2	12	13,5	15	16,5	18	19,5
ГА-300	6/2	13,7	15,2	16,7	18,2	19,7	21,2
ГА-400	4,5/2	12,3	13,9	15,5	17,1	18,7	20,3

Таблиця Д. 6.

Технічні характеристики гумовотканинних конвеєрних стрічок

Тип стрічки	Число прокладок	Межа міцності прокладки, Н/см (не менше)
2ШБКНЛ-65	3–8	540
2ШБКНЛ-100	3–8	980
2ШТА-100 2ШТК-100	3–8	980
ПВХ-120	4–6	1180
СПВХ-120	4–6	1180
2ШБКНЛ-150	3–6	1470
2ШТА-150 2ШТК-150	3–6	1470
2ШТК-200-2	3–6	1960
2РШТЛК-200	3–6	1960
2РШТК-300 2РШТА-300	3–5	2940
2РШТЛК-300	3–6	2940

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання індивідуальної розрахункової роботи
«Вибір та розрахунок стрічкового конвеєра»
з нормативної навчальної дисципліни циклу
професійної та практичної підготовки
ТРАНСПОРТНІ МАШИНИ І КОМПЛЕКСИ
ГІРНИЧИХ ТА
ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ
для студентів всіх форм навчання

Галузь знань: 0505 «Машинобудування та матеріалообробка»
Напрямок підготовки: 6.050503 «Машинобудування»

Укладач:

Пуханов Олександр Олександрович, старший викладач