

УДК 621. 825

О. Олексинин, асп.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Розрахунок тягових і робочих органів трубчастих скребкових конвеєрів

Приведена методика розрахунку робочих і тягових органів трубчастих скребкових конвеєрів. Виведені аналітичні залежності для визначення конструктивних і силових параметрів робочих і тягових органів. Дані практичні рекомендації виробництву з проектування вказаних механізмів.

ланцюговий конвеєр, шарнір, робочий орган, скребок, тяговий розрахунок

Постановка проблеми. Перед машинами та механізмами, які забезпечують механізацію транспортуючих робіт, постають наступні вимоги: відповідність технологічному процесу виробництва, достатня продуктивність, збереження переміщуваного вантажу, безпека і зручність в експлуатації, мінімальна кількість обслуговуючого персоналу, низька вартість. Ці вимоги можуть бути задоволені лише тоді, коли кожна послідовна машина чи механізм, що випускаються (чи виготовляються), будуть більш удосконалені.

Дане обладнання потребує відносно малих виробничих площ, його можна встановлювати з урахуванням будь-яких місцевих умов виробництва. Воно просте в експлуатації, легке в керуванні, з можливістю автоматизації процесів транспортування. Проте при роботі ланцюгових транспортно-технологічних механізмів машин часто виникають перевантаження, що призводить до значних деформацій і поломок елементів цих машин. Відповідно є необхідність у розробленні певної методики розрахунку основних елементів ланцюгового конвеєра.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Дослідженням конструктивних і технологічних параметрів транспортно-технологічних систем сипких матеріалів присвячені роботи : Григорьева А.М., Зенкова Р.Л., Гевка Б.М., Рогатинського Р.М. та багатьох інших. Однак питанням розрахунку тягових і робочих органів трубчастих скребкових конвеєрів для транспортування сипких матеріалів приділено недостатньо уваги і вони потребують свого подальшого вирішення.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є розроблення методики розрахунку тягових і робочих органів трубчастих скребкових конвеєрів. Робота виконується у рамках пріоритетних напрямів розвитку науки й техніки «Новітні та ресурсозберігаючі технології в промисловості, енергетиці та агропромисловому комплексі» на 2010-2015 роки.

Виклад основного матеріалу. Трубчасті скребкові конвеєри впроваджують у різних галузях промисловості та сільському господарстві для транспортування однорідних сипких вантажів. Вони економічно доцільні, оскільки дають змогу ефективно використовувати виробничі площі й транспортувати вантажі по трубчастому вантажопроводу, який можна прокласти по складній просторовій трасі.

Трубчасті конвеєри – це різновид скребкових конвеєрів. Вантаж переміщується безперервним потоком у трубі круглого перерізу. Особливість цього конвеєра в тому, що він одно ланцюговий, а скребки виконані круглого перерізу займають увесь простір

перерізу труби. Тяговим органом в трубчастих конвеєрах використовують калібровані круглоланкові ланцюги, в конвеєрах з просторовою трасою – розбірні пластинчасті втулкові ланцюги, а в окремих випадках – сталеві канати.

Ланцюгові конвеєри застосовують для переміщення сипучих та штучних вантажів. Ланцюги обмежують швидкість (до 1 м/с), але можуть збільшити довжину транспортування при великій продуктивності, оскільки мають більшу міцність. В залежності від несучого органу, ланцюгові конвеєри поділяють на пластинчасті, скребкові, люлечні, полочні, ковшові та підвісні. В конвеєрах загального призначення застосовують пластинчасті ланцюги, тягові розбірні, зварні тощо. Ланцюги повинні бути дешевими, міцними і стійкими проти спрацювання, мати малу масу і просту конструкцію. Найбільшого поширення набули тягові пластинчасті ланцюги за ГОСТ 588-81.

На рис.1 зображено типові тягові і робочі органи трубного ланцюгового конвеєра.



Рисунок 1 – Типові тягові і робочі органи трубного ланцюгового конвеєра

ГОСТ 588-81 передбачає виготовлення ланцюгів з кроком 40...1000 мм. При визначенні кроку ланцюга необхідно звернути увагу на особливості конструкції та роботи ланцюгових конвеєрів:

1. Крок тягових ланцюгів значно більший, ніж у приводних, оскільки ланцюги використовують не тільки в якості тягових органів, але й для закріплення робочих органів.

2. При збільшенні кроку зменшується кількість шарнірів, а відповідно, вага та вартість ланцюга. Крім того, збільшується довговічність ланцюга, оскільки зменшується кількість деталей, що зношуються.

3. При меншому кроці забезпечується більш плавний режим праці ланцюга, одержують менші розміри зірочок, менше передаточне число, а, відповідно, більш проста конструкція привода.

Для кожного випадку слід знайти найкраще поєднання перерахованих факторів. Практично для більшості конвеєрів з малою швидкістю використовують ланцюги з кроком $160 < p_t < 500$ мм.

Тягові ланцюги конвеєрів з зануреними скребками працюють в умовах, що не допускають застосування мастильних матеріалів, оскільки вони будуть транспортуватися разом з вантажем, крім цього можуть його пошкодити. Частинки

вантажу, попадаючи шарнір, неоднозначно впливають на працездатність. Тому для конвеєрів даного типу перевагу надають ланцюгам з відкритим самоочисним шарніром. В закордонній практиці шарнір пластинчастого ланцюга захищають кільцями з гуми або пластмаси, однак це значно ускладнює і здорожує ланцюг, створює додаткові опори тертя при поворотах ланок.

До ланок ланцюгів закріплюють скребки, які виготовляють з сталі, чавуну, пластмаси або гуми. Відомі конструкції комбінованих скребків, у яких центральна частина робиться із сталі або чавуна, а бандаж – із гуми або пластмаси. Скребки можуть бути закріплені симетрично (ланцюг проходить крізь центр скребка) та несиметрично (ланцюг проходить зміщено від центру). На рис. 2 зображено тяговий і робочий орган трубного скребкового конвеєра при несиметричному розміщенні скребків.

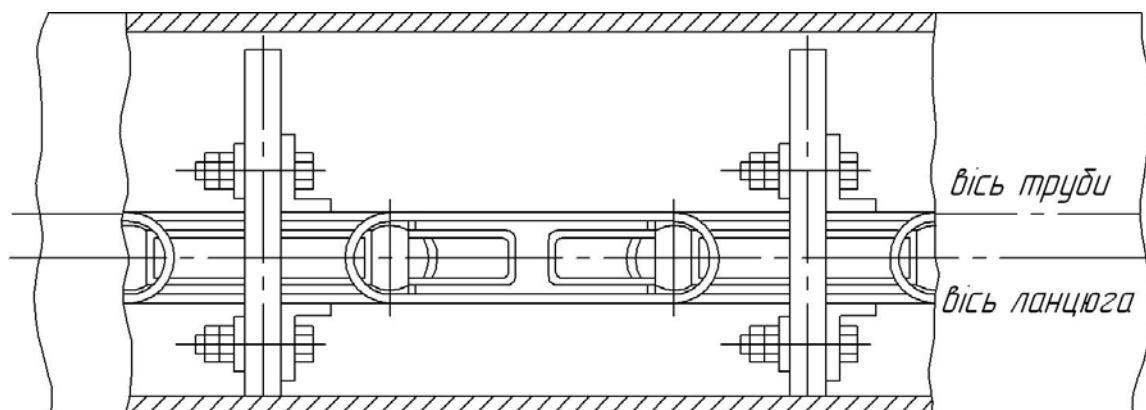


Рисунок 2 – Схема робочих елементів трубного скребкового конвеєра

Скребок приварюють або прикріплюють на болтах до ланки ланцюга. Кріплення може бути центральним, симетричним (ланцюг проходить в центрі скребка) або боковим, асиметричним. При боковому кріпленні скребків і внутрішнім розміщенням ланцюга в зірочках і поворотних пристроях не потрібно вирізів для проходу скребків; для скребків з симетричним кріпленням ці вирізи необхідні. Вирізи деколи роблять і в самих скребках, однак це не рекомендують, так як при деякому повороті скребка площини вирізу і зірочки можуть не співпадати. Скребки з боковим кріпленням непридатні для конвеєрів, що мають трасу з поворотами в праву і ліву сторони. Крок скребків l_c приймають в залежності від кроку тягового ланцюга t_c і діаметра труби D із співвідношення

$$l_c = k_1 t_c = k_2 D, \quad (1)$$

де k_1 – і k_2 – конструктивні коефіцієнти; для конвеєрів з прямолінійною трасою (горизонтальних і похилих) $k_1 = 2 \dots 6$, $k_2 = 2 \dots 3$; для конвеєрів з комбінованою трасою, які мають вертикальні ділянки, $k_1 = 2 \dots 4$, $k_2 = 1$.

При будь-якій трасі крок скребків повинен бути кратним двом крокам ланцюга.

Конвеєри малої продуктивності (до 5 т/год) переміщують вантаж в трубі волочінням круглоланковим ланцюгом без скребків.

Розрахунок конвеєра. Продуктивність Q , тон/год, трубчатого конвеєра

$$Q = 3600 \frac{\pi D^2}{4} \psi \rho v = 2826 D^2 \psi \rho v, \quad (2)$$

де ψ – коефіцієнт заповнення перерізу труби, враховуючи об'єм який займає ланцюг з скребками, $\psi = 0,8 \dots 0,9$; v – швидкість руху скребків, м/с; D – внутрішній діаметр труби, м; ρ – насипна густина вантажу, кг/м³;

Внутрішній діаметр труби

$$D = \sqrt{\frac{Q}{2826\psi\rho v}}. \quad (3)$$

Отриманий діаметр труби заокруглюють до найближчого більшого стандартного розміру. Діаметр скребка приймають на 5...10 мм менше діаметра труби.

Тяговий розрахунок виконують методом обходу по контуру. Мінімальний натяг ланцюга приймають: $S_{\min} = 0,5 \dots 1,0$ кН. – для конвеєрів з прямолінійною трасою; $S_{\min} = 1,5 \dots 2,0$ кН. – для конвеєрів з криволінійними ділянками траси.

Опір руху холостої вітки на горизонтальних і похилих ділянках

$$W_x = q_0 L_x g (f_c \cos \beta \pm \sin \beta), \quad (4)$$

де q_0 – погонне навантаження від ходової частини конвеєра, кг/м;

L_x – довжина холостої ділянки, м;

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

f_c – коефіцієнт тертя скребка по трубі, $f_c = 0,3 \dots 0,5$ – для сталюого чи пластмасового скребка, $f_c = 0,5 \dots 0,6$ – для обгумованого скребка

β – кут нахилу ділянки конвеєра, град.

Сила опору руху вантажу і конвеєра на горизонтальних і похилих ділянках робочої вітки

$$W = (q + q_0) L g (w_r \cos \beta \pm \sin \beta), \quad (5)$$

де q – погонне навантаження від вантажу, кг/м;

q_0 – погонне навантаження від ходової частини конвеєра, кг/м;

L – довжина навантаженої ділянки, м; w_r – коефіцієнт опору переміщенню вантажу по трубі $w_r = 0,6 \dots 0,7$.

Сила опору руху вантажу і конвеєра на вертикальних ділянках навантаженої вітки

$$W = (q + q_0) H g w'_r, \quad (6)$$

де H – довжина вертикальної ділянки, м; $w'_r = 2,5 \dots 3$ – коефіцієнт опору на вертикальній ділянці.

Сила опору руху ланцюга на криволінійній ділянці траси, де ланцюг змінює напрям руху, спираючись через скребки на нерухому площину жолоба:

$$W_{кр} = S_{наб} (e^{f_c \alpha} - 1), \quad (7)$$

де $S_{наб}$ – натяг ланцюга при вході на криволінійну ділянку; α – кут повороту траси, $\dots^\circ$; f_c – коефіцієнт тертя скребка по трубі.

Висновки. В даній статті приведена методика розрахунку робочих і тягових органів трубчастих скребокних конвеєрів. Завдяки наявності суцільних круглих скребків по всьому січенні труби (виключаючи зазори) транспортує вантаж на горизонтальних і вертикальних ділянках конвеєра рухається без відставання з тою ж

швидкістю, що і скребки. В цьому значенні перевага трубчастих конвеєрів порівняно з конвеєрами, що мають контурні скребки.

Недоліком трубчастих конвеєрів, як і скребкових любого типу, являється зношування труби і скребків, особливо на криволінійних ділянках при транспортуванні абразивних вантажів. Однак для рівномірного зношування прямолінійні секції труби можна періодично прокручувати навколо поздовжньої осі на деякий кут по мірі зношування нижньої частини труби в зоні дотику з нею скребка. А зношені скребки можна замінити новими або замінити окремі елементи при використанні комбінованих скребків.

Список літератури

1. Волков Р. А., Гнутов А. Н., Дьячков В.К. и др. Конвейеры: Справочник./ Под общ. ред. Ю.А. Пертена. Л.: Машиностроение, Ленинградское отд-ние, 1984. - 367 с.
2. Дьячков В.К. Машины непрерывного транспорта – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. – 1961.
3. Зенков Р. Л. и др. Машины непрерывного транспорта: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности “Подъемно-транспортные машины и оборудование”/Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н. Колобов, - 2 – е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.: ил.
4. Ромакин Н.Е. Машины непрерывного транспорта : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Е. Ромакин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.
5. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины: Учеб. пособие для машиностроительных вузов. – 3-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с., ил.
6. Декл. пат. на кор. модель 52568 Україна, B65G 33/00. Гнучкий ланцюговий конвеєр / Гевко Б.М., Ляшук О.Л., Стефанів В.М., Диня В.І., Олексішин О.В., Дячун А.Є., Гевко І.Б.; заявник і власник патенту ТНТУ.- №52568 заявл. 06.04.2010; опубл. 25.08.2010р. Бюл.№16.

О. Олексішин

Расчет тяговых и рабочих органов трубчатых скребковых конвейеров

Приведена методика расчета рабочих и тяговых органов трубчатых скребковых конвейеров. Выведены аналитические зависимости для определения конструктивных и силовых параметров рабочих и тяговых органов. Даны практические рекомендации производству по проектированию указанных механизмов.

О. Oleksyshyn

Calculation of traction and working organs of tubular scraper conveyors

The design procedure of working and traction organs of the tubular chain conveyors. The derived analytical dependence for determining the design and operating parameters of power and traction bodies. Practical recommendations are expounded for production on designing these mechanisms.

Одержано 20.01.12