

УДК 621.891

DOI 10.36910/775.24153966.2024.77.3

С.П. Шимчук, М.С. Півницький

Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТРИБОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШВИДКОРОЗБІРНОГО КОНВЕЄРНОГО ЛАНЦЮГА

В роботі досліджено конструктивні та трибологічні властивості ланцюгової передачі, що складається з швидкокорозбірного конвеєрного ланцюга та зірочки. В ході чого змодельовано відповідну ланцюгову передачу та розглянуто особливості контактної взаємодії в ланках такого ланцюга й між ланцюгом і зірочкою. Досліджено зносостійкість в парі тертя зірочка-ланцюг, що виготовляється з вибраних конструкційних матеріалів.

Ключові слова: ланцюг, ланцюгова передача, ланка, зносостійкість, пара тертя

S.P. Shymchuk, N.S. Pivnytskyi

RESEARCH OF THE STRUCTURAL AND TRIBOLOGY PROPERTIES OF THE QUICKLY DISASSEMBLY CONVEYOR CHAIN

The work investigates the structural and tribological properties of a chain transmission consisting of a quick-dismountable conveyor chain and a sprocket. In the course of such a study, such a chain transmission was modeled and the features of the contact interaction in the links of such a chain and between the chain and the sprocket were considered. The wear resistance of the sprocket-chain friction pair, which is made of recommended structural materials, was studied.

Keywords: chain, chain transmission, link, wear resistance, friction pair

Вступ. Приводні ланцюги та ланцюгові передачі дуже широко використовуються в транспорті, сільськогосподарському машинобудуванні, лісовому господарстві, гірничодобувній промисловості та інших галузях машинобудування і транспорту. Такі передачі призначені для передачі руху і, залежно від конструкції ланцюга та кінематичних параметрів передачі загалом, можуть працювати в широкому діапазоні швидкостей та навантажень. Так, наприклад, за високих швидкостей обертання працюють ланцюги в автомобільних двигунах, а за відносно низьких швидкостей та при високих контактних навантаженнях й значних тягових зусиллях – в конвеєрах.

Аналіз спеціальної наукової літератури. В спеціальній науковій літературі ланцюговим передачам приділяється достатньо уваги [1 – 5], що показує інтерес до таких досліджень та сприяє їх практичній реалізації. Проте, як показує літературний та патентний пошук більшість дослідників, в основному приділяє увагу модернізації таких передач [4], заміні матеріалів, з яких виготовляються елементи ланцюгових передач [6]. Детально висвітлені питання, що стосуються розробки конструктивно нових видів ланцюгів в науковій літературі зустрічаються набагато рідше [5].

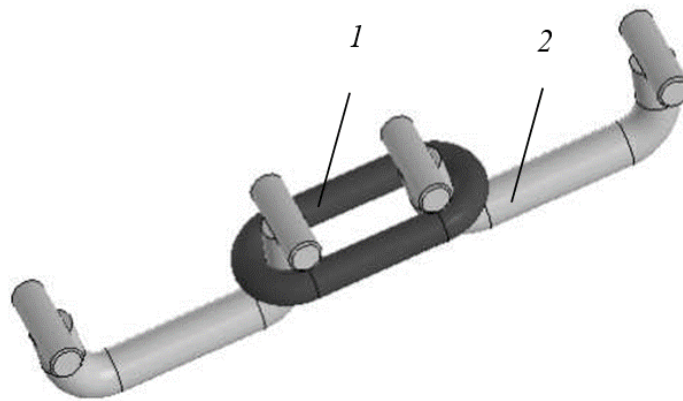
Постановка завдань дослідження. Дослідити основні експлуатаційні властивості швидкокорозбірного конвеєрного ланцюга, що рекомендується для використання при невеликих швидкостях обертання.

Методика дослідження. Моделювання та дослідження міцнісних характеристик було виконано з використанням програмного продукту типу SolidWorks [3]. Випробування на тертя та зношування було виконано за умови сухого тертя, при лінійному контактуванні досліджуваних поверхонь [7 – 10]. Досліджувані зразки виготовлялися з конструкційних матеріалів, що розглядаються як матеріали для виготовлення розробленого ланцюга.

Результати дослідження. Ланцюг досліджуваної конструкції, рекомендується використовувати в ланцюгових передачах різних конвеєрів на підприємствах та обладнанні лісопереробної, сільськогосподарської та гірничодобувної галузей. Також може використовуватись при виробництві мінеральної вати (таке виробництво супроводжується високими температурами та іншими агресивними умовами роботи, зокрема й підвищеним абразивним зношуванням).

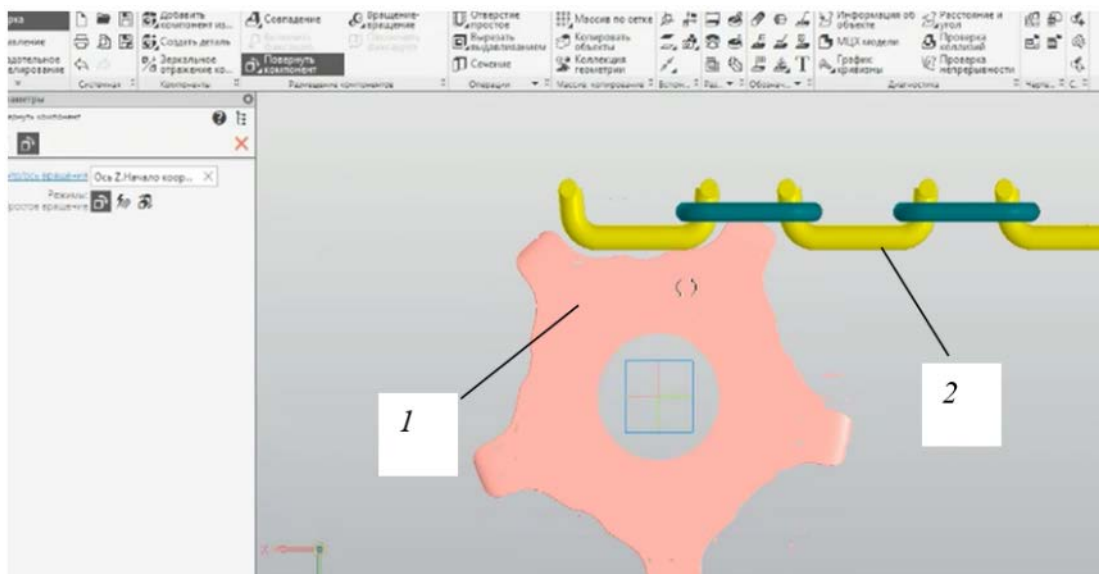
Модель ланцюга наведено на рис. 1. Досліджуваний ланцюг складається з двох типів, конструктивно різних між собою ланок. Це овальні ланки 1, які з'єднуються між собою проміжними ланками «С»-подібної форми (ланки 2). Для запобігання саморозбиранню ланок ланцюга, при роботі чи інших можливих варіантах зменшення необхідного натягу передачі, на кінцях ланок 2 приварюються, чи кріпляться іншим способом, спеціальні запобіжні поперечини. Ланки з'єднуються між собою без додаткових кріпильних елементів.

Моделювання розробленої ланцюгової передачі виконували в середовищі SolidWorks (рис. 2). Розрахунок ланцюгової передачі відбувається по відомих методиках [11 – 13].



**Рис. 1. Модель досліджуваного ланцюга:
1 – овальні ланки; 2 – «С»-подібні ланки**

Під час роботи, ланки ланцюга, контактують між собою в точці контакту та завдяки особливій конструкції попереджують виникнення розгинаючих сил, що дає змогу виготовити ланцюг покращеної металоемкості. Така конструкція дозволяє ланці з'єднання працювати тільки на розтяг і дає можливість значно зменшити вагу цієї ланки порівняно з відомими аналогами, а овальній ланці надійно контактувати з зірочкою. Довжина овальної ланки має бути більшою від радіусу заокруглення.



**Рис. 2. Результати моделювання розробленої ланцюгової передачі в середовищі
SolidWorks:
1 – зірочка; 2 – ланцюг**

В робочому стані ланцюга діє сила розтягу N (рис. 3). Під дією цієї сили передається тягове зусилля від джерела руху до робочого органу. При навантаженні, у з'єднувальній ланці, за рахунок кута α і поперечини A , виникає сила розтягу N_1 . Через заклинювання поперечини A з площиною овальної ланки B у поздовжній частині з'єднувальної ланки діє лише сила розтягу N , а у вертикальній частині – сила N_1 .

Моделювання контактної взаємодії при терті спряжених поверхонь ланцюга було виконано за методикою [7 – 10], при лінійному контактуванні зразків з вибраних для дослідження матеріалів. Ширина контакту становила 3 мм. Дослідження проводились при контактному навантаженні $P=20$ Н. Частота обертання контрзразка ω , в усіх випадках становила 185 об/хв. Сумарний шлях тертя становив 4500 м.

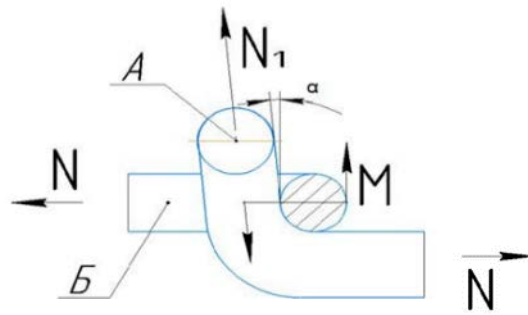


Рис. 3. Схема дії сил у зачепленні досліджуваного ланцюга між з'єднувальними ланками

Тертя, у досліджуваній системі, виникає між поверхнями овальних та проміжних ланок «С»-подібної форми ланцюга, а також між поверхнями ланок ланцюга та зірочкою. Враховуючи матеріали, з яких доцільно виготовляти ланцюгову передачу такого типу [14, 15], дослідимо наступні пари тертя: сталь 40Х – сталь 40Х, сталь 45 – сталь 45, сталь 35 – сталь 35, сталь 40Х – сталь 45. За критерій зносостійкості, було вибрано величину лінійного зносу нерухомого плоского зразка, вимірюваного за допомогою профілографа-профілометра Калібр М-201.

Результати дослідження наведено в таблиці 1.

Табл. 1.

Залежності величини зношування вибраних спряжень матеріалів досліджуваного ланцюга від вибраних умов тертя

Матеріал пари тертя		Величина сумарного лінійного зносу I, мкм
Матеріал зразка	Матеріал контрзразка	
Сталь 40Х	Сталь 40Х	6,3
Сталь 45	Сталь 45	7,5
Сталь 35	Сталь 35	8,2
Сталь 40Х	Сталь 45	7

Висновки.

Досліджено конструктивні параметри та експлуатаційні характеристики швидкокорозбінного конвеєрного ланцюга.

В ході досліджень розроблено модель такого ланцюга, приведено схему дії сил у зачепленні досліджуваного ланцюга між з'єднувальними ланками.

Результати трибологічних досліджень свідчать, що для виготовлення запропонованої ланцюгової передачі, можна використовувати усі розглянуті спряження матеріалів, проте найбільш доцільно використовувати спряження сталь 40Х – сталь 40Х та сталь 40Х – сталь 45.

Список використаних джерел:

1. Пилипенко О.І., Полуян А.В. Побудова моделей і порівняльний аналіз кінематики ланцюгових передач в металевому та полімерному виконанні //Наукові нотатки. – 2013. – №. 41 (2). – С. 96-102.
2. Пилипенко О.І., Степенко А.П., Козар І.Ф. Вплив похибок виготовлення ланцюгів на контактну взаємодію елементів ланцюгових передач з різних матеріалів. Вісник Чернігівського технологічного інституту №3. Машинобудування. Електроніка. Чернігів, 1997. – С.75-84.

3. Пилипенко О.І., Полуян А.В. 3D-моделювання кінематики ланцюгової передачі за допомогою програмного комплексу SolidWorks. – Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції «АВІА-2013» 21-23 травня 2013 року, м. Київ. – Том 1, С. 3.10 – 3.13.
4. С.П. Шимчук, М.С. Півницький, Н.П. Зайчук. Використання ланцюгових передач в різних галузях сучасного машинобудування // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. - Луцьк: Луцький НТУ - 2021. – Випуск 72, с. 170-174.
5. М.С. Півницький, С.П. Шимчук Розробка конструкції швидкорозбірного ланцюга для роботи за невеликих швидкостей обертання // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. - Луцьк: Луцький НТУ - 2023. – Випуск 76, с. 183-186.
6. С.П. Шимчук. Проблема імпортозаміщення матеріалів конструкційного призначення машинобудівними підприємствами України / С.П. Шимчук, Н.П. Зайчук, М.С. Півницький, І.В. Орловський, Яцек Щот // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. - Луцьк: Луцький НТУ - 2023. – Випуск 75, с. 92-94.
7. Стельмах О.У. Особливості зношування сталі ШХ15 в режимі граничного тертя: монографія / О.У. Стельмах, Р.Є. Костюнік, С.П. Шимчук, Н.П. Зайчук. – Луцьк : Вежа-Друк, 2013. – 160 с.
8. Стельмах А.У., Сидоренко О.Ю., Костюнік Р.Є. Методика ідентифікації ГСМ по противоизносным и антифрикционным свойствам с учетом реальных условий их работы // Технологические системы. – Киев: ЗАО «Компания «Индустриальные технологии». – 2002. – №3. – С.96 – 101.
9. Шимчук С.П. Прилад тертя для дослідження конструкційних і мастильних матеріалів при односторонньому і реверсивному терті / С.П. Шимчук // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Випуск 41, частина 2. Луцьк, 2013. – с.262-268.
10. Шимчук С.П. Прилад для дослідження тертя ковзання в умовах вібрації. / Шимчук С.П., Селезньов Е.Л., Шимчук Ю.П., Микитюк О.О. // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки» за галузями знань «Технічні науки». Випуск № 49. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015., 190 – 193 с.
11. Павлице В. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
12. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М. Деталі машин: Підручник. – Вид. 2-ге. – К.: Кондор, 2004. – 584 с.
13. Писаренко Г.С. Опір матеріалів / Г.С. Писаренко, О.Я. Квітка, Е.С. Уманський. – К.: Вища школа, 2004. – 635 с.
14. Технологія конструкційних матеріалів: Підручник / М.А.Сологуб, І.О.Рожнецький, О.І.Некоз та ін. – К.: Вища школа, 2002. – 374 с.
15. Гарнець В. М. Конструкційне матеріалознавство / В. М. Гарнець, В. М. Коваленко. – К.: Либідь, 2007. – 384 с.