

УДК 621.891

DOI 10.36910/775.24153966.2021.72.24

С.П. Шимчук, М.С. Півницький, Н.П. Зайчук
Луцький національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ЛАНЦЮГОВИХ ПЕРЕДАЧ В РІЗНИХ ГАЛУЗЯХ СУЧАСНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

В статті розглядаються конструктивні особливості та область використання ланцюгових передач в різних галузях сучасного машинобудування. Пропонуються нові конструктивні рішення виготовлення малоланкових швидкокорозбірних ланцюгів.

Ключові слова: ланцюгова передача, ланцюг, швидкість, навантаження, коефіцієнт корисної дії

С.П. Шимчук, Н.С. Пивницький, Н.П. Зайчук ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕПНЫХ ПЕРЕДАЧ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ СОВРЕМЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

В статье рассматриваются конструктивные особенности и область использования цепных передач в разных отраслях современного машиностроения. Предлагаются новые конструктивные решения изготовления малозвенных быстроразборных цепей.

Ключевые слова: цепная передача, цепь, скорость, нагрузка, коэффициент полезного действия

S.P. Shymchuk, N.S. Pivnytskyi, N.P. Zaychuk USE OF CHAIN TRANSMISSIONS IN VARIOUS INDUSTRIES OF MODERN MECHANICAL ENGINEERING

The article discusses the design features and applications of chain drives in various industries. The prospects for the use of such transmissions are due to their technological capabilities and economic efficiency. Chain drives can operate at high speeds and transfer significant loads, while still being highly efficient. These transmissions are relatively simple and have good durability. However, in modern mechanical engineering, there are more stringent requirements for manufacturing accuracy, design simplicity, interchangeability, and reducing costs and resources for the manufacture of appropriate products. Therefore, as a result of research, the authors propose new design solutions for the manufacture of quick-detachable chains with a low connection.

Keywords: chain transmission, chain, speed, load, efficiency

Вступ. Ланцюгові передачі (ЛП) дуже широко використовуються в різних машинах: сільськогосподарських та обладнанні для лісопереробної галузі, автомобілях, завантажувально-розвантажувальних пристроях, машинах легкої промисловості, нафтодобувному обладнанні та різного роду транспортерах і конвеєрах. ЛП – це так звані передачі з гнучким зв'язком, які передають рух за допомогою ланцюга, що рухається по зубчатих колесах (зірочках) [1, 2]. Ці передачі можуть працювати при високих швидкостях та передавати значні навантаження (швидкість руху ланцюга у передачі досягає до 35м/с), маючи при цьому високий ККД.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження ланцюгів ланцюгових передач виконуються в частині розрахунку таких передач та їх елементів (в тому числі і з використанням систем автоматизованого розрахунку) [1 – 5], модернізації чи розробці нових конструкцій ланцюгів для відповідних машин [6], дослідження кінематики та динаміки роботи таких передач [7, 8], використання різного роду традиційних та полімерних матеріалів [2, 9], розробки та удосконалення відповідних технологій [10].

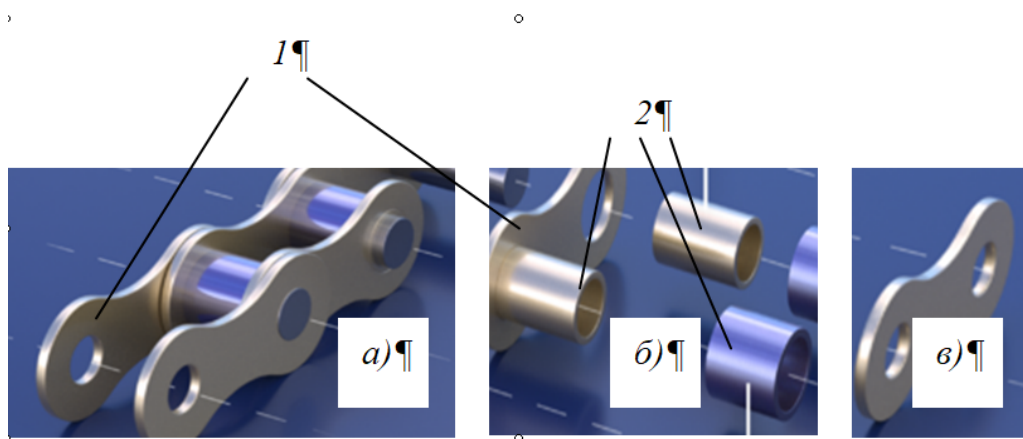
При проектуванні та виконанні відповідних розрахунків ланцюгових передач існуючі методи та методики розрахунку не завжди дають достатню точність, а тому, зазвичай, в таку продукцію закладається підвищений запас міцності, що звичайно призводить до збільшення матеріалоемності і, відповідно, до перевитрати ресурсів та підвищення собівартості. Варто зауважити, що на сьогодні роликіві ланцюги виготовляються як з традиційних металічних матеріалів так і з полімерних. Такий підхід дозволяє покращити ряд експлуатаційних властивостей, зокрема і трибологічні, та здешевити виготовлення ланцюгів.

Постановка завдань. На основі літературного пошуку та аналізу ланцюгів ланцюгових передач запропонувати модель економічно-ефективної спрощеної конструкції ланцюга, що володітиме покращеними експлуатаційними властивостями та матиме широке використання в області галузевого машинобудування.

Виклад основного матеріалу. Ланцюгові передачі поділяють на передачі з:

- втулковими ланцюгами;
- роликівими ланцюгами (рис. 1);

- фасонними ланцюгами.



**Рис. 1. Складові елементи роликів ланцюга:
1 – пластини; 2 – ролики.**

За конструктивними особливостями та умовами експлуатації розрізняють відкриті й закриті ЛП, що працюють за умови сухого тертя та зі змащенням. Міжосьова відстань в ланцюгових передачах може бути постійною та регульованою (з періодичним та неперервним регулюванням натягу). Ланцюгові передачі мають ряд переваг порівняно з іншими механічними передачами. Зокрема:

- можливість використання при значних міжосьових відстанях;
- високий ККД;
- можливість передачі руху одним ланцюгом кільком валам.

Недоліки таких передач пов'язані зі складністю виготовлення ланцюгів, збільшення довжини ланцюга при експлуатації, зношення робочих поверхонь ланок ланцюгів, динамічні явища, що пов'язані з нерівномірністю руху ланцюга (додаткові шуми), низька кінематична точність при реверсивному русі, потреба в додаткових пристроях для регулювання натягу [3].

Так розглянуті вище та зображені на рис.1 роликів ланцюги складаються з багатьох конструктивних елементів, а тому для забезпечення необхідної точності, довговічності, зносостійкості, інших експлуатаційних характеристик (залежно від області використання таких ланцюгів та машин в яких вони експлуатуються) потрібно враховувати ряд параметрів та вирішувати відповідні задачі [2, 3].

Особливий інтерес для сільськогосподарського машинобудування, конвеєрів та підйомних пристроїв гірничодобувної промисловості становлять ланцюгові передачі з фасонними ланцюгами. Зазвичай ці ланцюги працюють за порівняно невеликих швидкостей руху та при значних навантаженнях. Ланки таких ланцюгів виготовляються зварюванням, що потребує додаткових технологічних операцій як при виготовленні так і при можливому ремонті. Тому актуальною науково-прикладною задачею є створення ланцюгів простої конструкції без використання операцій зварювання, що і є об'єктом наших досліджень. Модель суцільної, «беззварної» ланки такого ланцюга зображено на рис. 2. Переваги запропонованої конструкції ланки є очевидні:

- зменшення технологічних операцій при виготовленні;
- підвищення міцності;
- при такій конструкції можна швидко замінити ланку без додаткового обладнання, оскільки ланцюг складається з набору пластин (які кріпляться між собою конструктивно за допомогою натягу), тобто підвищується ремонтпридатність такого ланцюга.

При попередній побудові технологічного процесу виготовлення досліджуваної ЛП планується виготовляти зірочки зі сталі 45, як такої що має необхідну зносостійкість при заданих умовах тертя, а ланки ланцюга зі сталі 35 чи взаємозамінних сталей шляхом штампування. Використання таких матеріалів є економічно обгрунтовано, а запропонована «беззварна» конструкція ланок є технологічною та надійною, порівняно з іншими конструкціями ланцюгів.

Для ланки ланцюга запропоновано використовувати сталь 35, яка належить до конструкційних вуглецевих сталей, а деталі з неї підлягають ГОСТу 1050 або ДСТУ 7809. Завдяки невисокій вартості

та високим експлуатаційним характеристикам вона використовується для деталей машинобудування та сільськогосподарської техніки, більшість з яких виготовляють прокатуванням.



Рис.2. Запропонована модель «беззварної» ланки ланцюга

Існує велика кількість закордонних аналогів (американські, німецькі, японські, французькі, італійські, англійські, італійські, іспанські, китайські, польські та інші), що надає можливість легкої заміни матеріалу за виникнення необхідності. Серед вітчизняних марок у якості заміника використовують Ст 30, Ст 40, 35Г.

Сталь 35 погано зварюється, а вироби можна отримувати шляхом гарячого штампування чи прокатуванням. Недоліком сталі є те, що вона має низьку корозійну стійкість. Проведенням термічної обробки можна покращити та врегулювати експлуатаційні характеристики сталі (готових виробів). Залежно від особливостей експлуатації проводять термічну обробку гартування та відпуск. Режимми термічної обробки обирають в залежності від габаритів деталей та їх призначення. Охолодження після гартування в більшості проводять у маслі, що сприяє уникненню дефектів гартування. Великою перевагою даної сталі є те, що після відпуску не має можливості отримати відпускну крихкість, тобто отримувана структура не схильна до відпускну крихкості.

Межа міцності σ_b сталі 35 коливається від 390 до 930 МПа, залежно від сортаменту та термічної обробки матеріалу, а межа текучості $\sigma_{0,2}$ до 315 МПа, максимальне відносне видовження сталі становить 45%.

Температури гарячого деформування маловуглецевих сталей зазвичай знаходяться в межах 1150-900 °С. Початкова температура становить 1300°С, однак зі збільшенням вмісту вуглецю вона знижується з кожним відсотком. На практиці температуру деформування обирають на 100-150°С нижче лінії солідусу згідно діаграми стану залізо-вуглець.

За механічними властивостями сталь 35 задовільняє вирішення поставлених задач дослідження, оскільки належить до групи сталей, що використовують для деталей невисокої міцності, які зазнають невеликих навантажень. Згідно розрахунку робочих навантажень вона може використовуватись для фасонних ланцюгів, що зазнають незначних динамічних навантажень.

Висновки.

Як результат виконаних теретичних досліджень, авторами пропонуються нові конструктивні рішення щодо виготовлення малоелементних швидкокорозбірних ланцюгів, а в майбутньому заплановано:

- проводити подальші дослідження «беззварних» ланок фасонних ланцюгів ЛП з урахуванням їх динаміки та можливостей покращення міцнісних, трибологічних та інших експлуатаційних властивостей;
- розробляти нові та використовувати діючі автоматизовані методи розрахунку ланцюгових передач;
- використовувати розглянуті конструкційні матеріали та їх закордонні аналоги, методи та режими обробки для розробки відповідних технологій виготовлення ланок фасонних ланцюгів «беззварної» конструкції.

Література

1. Павлице В. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. Львів: Афіша, 2003. — 560 с.
2. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М. Деталі машин: Підручник. – Вид. 2-ге. — К.: Кондор, 2004. — 584 с.
3. Романовский Б.В. Уточненный расчет на усталостную прочность пластин роликовых цепей / В сб. Механические передачи, НИИМАШ, М.: 1971.
4. Д.Н. Решетов. Расчет деталей машин на ЭВМ. Под ред. Д.Н. Решетова и С.А. Шувалова. – М.: Высшая школа, 1985, 370 с.
5. 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.
6. С. Півницький, В. Гайдучок, М. Півницький, М. Петров. Механізація внесення твердих добрив // Вісник Львівського національного аграрного університету. – Львів, 2008. – № 12. – Т. 1. – с. 494 – 500.
7. 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.
8. Рябов Г.К. Определение приведённого числа звеньев цепи, соударяющихся с зубьями звёздочек. Вестник машиностроения №8, 1968.
9. Композиционные материалы. Справочник / Под ред. Д.М. Карпиноса. К.:Наукова думка, 1985, 592 с.
10. 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.