

М.С. Півницький, С.П. Шимчук

Луцький національний технічний університет

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ШВИДКОРОЗБІРНОГО ЛАНЦЮГА ДЛЯ РОБОТИ ЗА НЕВЕЛИКИХ ШВИДКОСТЕЙ ОБЕРТАННЯ

В науковій статті розглядається розробка спрощеної конструкції швидкокорозбірного ланцюга для роботи за невисоких швидкостей обертання. Такий ланцюг можна виготовляти з круглого чи фасонного прокату методом штампування. Запропонована спеціальна конструкція ланцюга робить його швидкокорозбірним, недорогим у виготовленні та таким, що може передавати достатньо великі обертові моменти. Виготовляти ланцюг можна різних розмірів, що дозволяє мати досить широку область використання. Крім цього, технологія дозволяє виготовлення такого ланцюга з різних за властивостями конструкційних матеріалів, що забезпечує можливість мати необхідну зносостійкість та використання його за високих температур, наприклад в конвеєрах, що використовуються при виготовленні мінеральної вати.

Ключові слова: ланцюг, ланка, конструкція, гак.

N.S. Pivnytskyi, S.P. Shymchuk

DEVELOPMENT OF A QUICK-RELEASE CHAIN DESIGN FOR OPERATION AT LOW ROTATIONAL SPEEDS

The scientific article deals with the development of a simplified design of a quick-disassembly chain for operation at low rotation speeds. Such a chain can be made from round or shaped rolled products by stamping. The proposed special chain design is quick to disassemble, inexpensive to manufacture, and capable of transmitting sufficiently large torques. You can make a chain of different sizes, which allows you to have a fairly wide area of use. In addition, the technology allows the production of such a chain from structural materials with different properties, which provides the opportunity to have the necessary wear resistance and use it at high temperatures, for example, in conveyors used in the production of mineral wool.

Keywords: chain, link, construction, hook.

Вступ. Ланцюгова передача складається з ланцюга та зірочок, по яких рухається ланцюг. Ці передачі відносять до замкнутих передач зі гнучким зв'язком. Ланцюгові передачі мають найрізноманітніше використання. Наприклад їх дуже широко використовують для передачі обертового моменту та забезпечення руху в:

- автомобільній та автотракторній техніці;
- мотоциклах та велосипедах;
- різного роду транспортерах;
- машинах гірничої промисловості;
- різного роду обладнанні галузевого машинобудування (машинах сільськогосподарського та лісотехнічного призначення, легкої промисловості, металорізальних верстатах та ін.);
- машинах та обладнанні будівельної галузі.

Ланцюгові передачі мають достатньо високий коефіцієнт корисної дії (ККД ланцюгових передач становить 0,96...0,97) та за відповідними ознаками поділяють на передачі з:

- роликівими ланцюгами;
- втулковими ланцюгами;
- зубчастими ланцюгами.

Ланцюгові передачі можуть бути з двома чи кількома зірочками, постійною чи регульованою відстанню між зірочками, з постійним чи регульованим натягом. Ці передачі поділяють на відкриті та закриті, які працюють в умовах сухого тертя та, що працюють зі змащенням. Тому триботехнічні дослідження таких передач зводяться до досліджень на тертя та зношування матеріалів, з яких виготовлено контактуючі ланки зубчатої передачі, з урахуванням умов контактування, навантаження та виду тертя [1 – 2].

На рівні з зірочками важливими, складними у виготовленні та дорогими є ланцюги. Тому розробка конструкцій, раціональний підбір зносостійких матеріалів та технологій виготовлення відносно недорогих швидкокорозбірних ланцюгів, які мають широку область використання – є досить актуальною науково-практичною задачею.

Аналіз спеціальної літератури за тематикою дослідження. Аналітичний огляд сучасної спеціальної наукової та довідникової літератури показує, що, в основному, дослідження різного роду ланцюгів ланцюгових передач базуються на використанні відпрацьованих та неодноразово перевірених в дослідних та виробничих умовах методів та методик розрахунків [3 – 4]. Проте є

випадки, коли потрібно розробляти спеціальні конструкції ланцюгів, наприклад зі швидкорозбірними ланками [5], які будуть дешевшими у виготовленні, порівняно з аналогами, та які досить легко можна адаптувати до різних складних умов роботи (зокрема за високих температур, без змащення чи в умовах агресивних середовищ). В цьому випадку задача зводиться до раціонального підбору матеріалу для ланцюга, практично не змінюючи технологію виготовлення.

Досить поширеним напрямком досліджень є заміна матеріалів ланок ланцюгів ланцюгових передач, що передбачає використання різного роду полімерних матеріалів. Такий підхід при проектуванні роликів ланцюгів дозволяє суттєво зменшити витрати на виготовлення, покращити їх зносостійкість та інші експлуатаційні характеристики, зокрема можливість використовувати для передачі руху за значних швидкостей [6 – 7]. Проте, для таких ланцюгів є обмеження роботи за високих температур. Зазвичай дослідження в цьому напрямі виконуються з використання програмних продуктів типу SolidWorks [8].

Постановка завдань дослідження. Розробити спрощену конструкцію швидкорозбірного ланцюга для роботи за невисоких швидкостей обертання.

Результати дослідження. Конструкцію швидкорозбірного ланцюга доцільно розробити у вигляді фасонних ланок, що з'єднуються між собою проміжними ланками за допомогою крюків (гаків). Гак можна розглянути, як брус з великою кривизною (рис. 1). Для такого випадку умову міцності можна записати як [9]:

$$\sigma_{max} = \frac{M \cdot y}{F \cdot e(R_0 - y)} + \frac{N}{F} \leq [\sigma],$$

де M – згинальний момент ланки;

N – допустиме навантаження ланки на розрив;

F – площа поперечного перерізу;

R_0 – радіус центру ваги перерізу;

y – відстань від центру ваги до точки, в якій перевіряється умова міцності;

e – зміщення нейтральної лінії згину від геометричного центру перерізу

При цьому необхідно врахувати, що висота перерізу h та радіус гака R знаходяться у співвідношенні:

$$\frac{h}{R} \geq \frac{1}{5}.$$

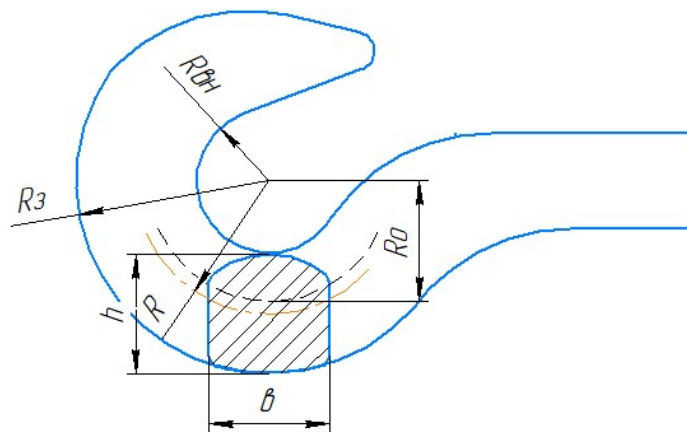


Рис. 1. Розрахункова схема гака

Запас міцності гака, при однаковій геометрії ланки, досліджували в середовищі SolidWorks для сталі 35 та сталі 40X. Залежність коефіцієнту запасу міцності гака від матеріалу приведено на (рис. 2).

З рис. 2 чітко видно, що змінюючи матеріал, можна значно покращити міцнісні та інші механічні й експлуатаційні характеристики ланцюга. Наприклад, змінюючи матеріал зі сталі 35 на сталь 40X, запас міцності гака покращується майже вдвічі.

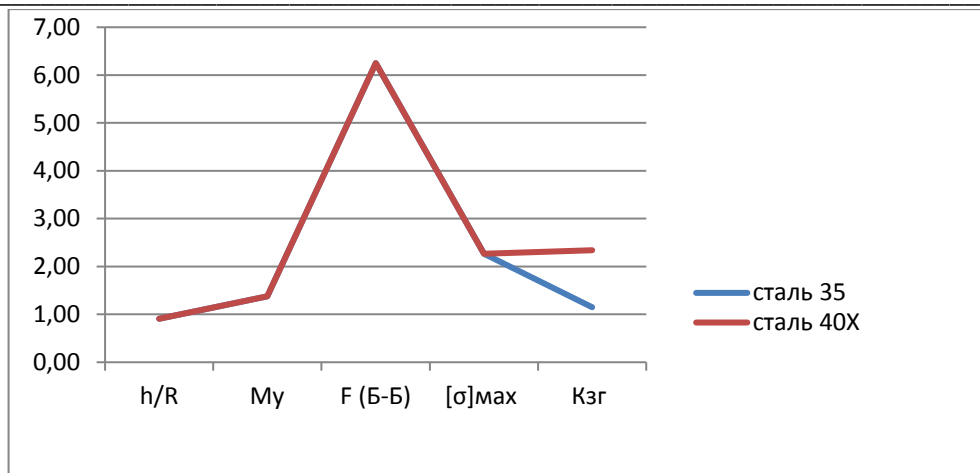


Рис. 2. Залежність коефіцієнту запасу міцності гака від матеріалу

Для того, щоб гак не виходив з зачеплення при зменшенні натягу, запропоновано покращену конструкцію гака (рис. 3). Така конструкція відрізняється від так званої «класичної» конструкції тим, що зверху кріпиться фіксуюча штанга. Таку штангу можна кріпити будь-яким механічним способом кріплення (наприклад запресуванням, зварюванням та ін.).

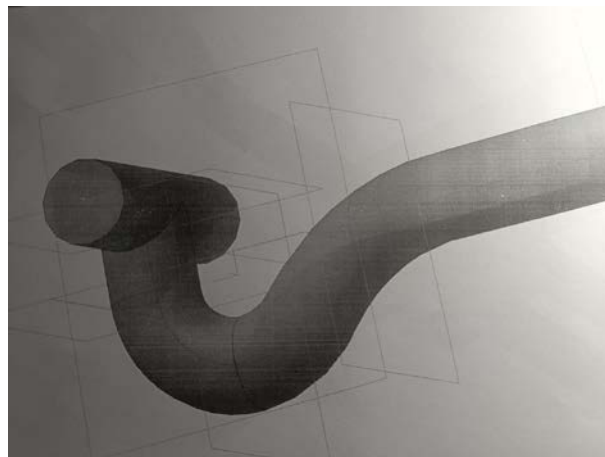


Рис. 3. Покращена конструкція гака

Конструкція швидкозбірного ланцюга для роботи за невисоких швидкостей обертання зображена на рис. 4.

Вона складається з двох ланок, що подібні до ланок круглоланкового ланцюга, які з'єднані між собою проміжною ланкою, що має вигляд сполучених між собою двох гаків. Ланки такого ланцюга можна виготовляти різних типорозмірів і з різних конструкційних матеріалів [10], що дозволяє використовувати таку передачу за високих температур, в різних агресивних середовищах, без та зі змащенням. В якості заготовок можна використовувати круглий чи фасонний прокат. Ланцюг такої конструкції можна виготовляти різної довжини та використовувати для передачі руху через дві чи більше зірочки.

Запропонована конструкція ланцюга є набагато економічно ефективнішою, порівняно з більшістю інших конструкцій ланцюгів. Найбільшим недоліком такої ланцюгової передачі є складність її використання за високих швидкостей обертання (більше 15 м/с).

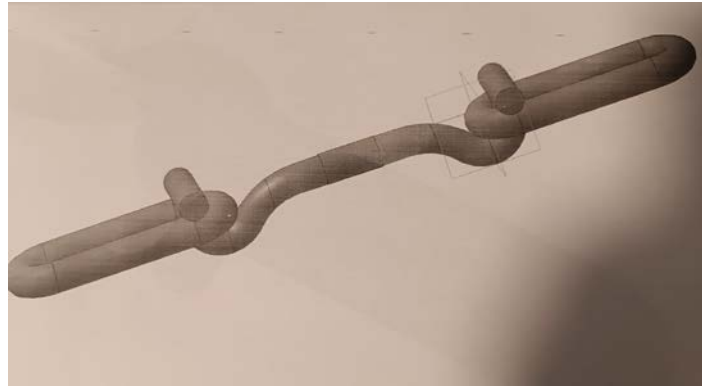


Рис. 4. Конструкцію швидкокорозбірного ланцюга для роботи за невисоких швидкостей обертання

Висновки.

1. Запропоновано конструкцію ланцюга, що є відносно простою та недорогою у виготовленні.
2. Такий ланцюг можна використовувати за невеликих швидкостей обертання.
3. Ланцюгова передача з ланцюгом такої конструкції має хорошу ремонтоздатність, оскільки ланцюг є швидкокорозбірним (елементи ланцюга швидко замінюються на нові без особливих труднощів та додаткового обладнання, при цьому має бути лише трохи підрегульованим натяг ланцюга).
4. Ланцюг такої конструкції може бути виготовленим різних типорозмірів без зміни технології виготовлення.
5. Використовуючи різні конструкційні матеріали можна впливати на вартість виготовлення та міцнісні показники ланцюга.

Список посилань:

1. 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.
2. Стельмах О.У. Розвиток адгезійно-гідродинамічної моделі тертя та зношування: експериментально-методологічні підходи. Монографія / П.П. Савчук, О.В. Стельмах, С.П. Шимчук. – Луцьк : РВВ Луцького НТУ, 2015. – 240 с.
3. Павлище В. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
4. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М. Деталі машин: Підручник. – Вид. 2-ге. – К.: Кондор, 2004. – 584 с.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Писаренко Г.С. Опір матеріалів / Г.С. Писаренко, О.Я. Квітка, Е.С. Уманський. – К.: Вища школа, 2004. – 635 с.
10. 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.