

Аналіз існуючих моделей ланцюгової передачі

Сергій Орищенко, доцент, к.т.н., доцент ¹ (ORCID: 0000-0002-5359-5285),

В'ячеслав Лисак, магістр ¹ (ORCID: 0009-0008-1318-3359)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних сил 31, 03037, Україна

АНОТАЦІЯ

В роботі розглянуто існуючі методики розрахунку ланцюгових, ремінних передач. Розглянуто аналіз впливу сил на елементи ланцюгової передачі. Наведено модель взаємодії ланки ланцюга з зірочкою. Також зроблено огляд існуючих моделей ремінної передачі, і взаємодії шківа з пасом.

Ключові слова: модель, ланцюгова передача, пас, ведуча зірочка, трансмісія, будівельна машина.

1. ВСТУП

На сьогодні при будівництві невеликих об'єктів, або в важкодоступних місцях використовую міні будівельні машини. У них невелика швидкість і вантажопідйомність а використовують важкі редуктори та двигуни, тому з метою зменшення власної ваги таких машин було розглянуто інші передачі крутного моменту такі як ланцюгова чи пасова.

2. МЕТА РОБОТИ

Аналіз існуючих моделей взаємодії ланцюгової передачі «ланцюг-зірочка», а також ремінних передач для передавання крутного моменту від двигуна до робочого органу будівельної машини.

3. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Типова ланцюгова передача представлена на Рис. 1. Ведуча зірочка розташована праворуч, а ведена зірочка – зліва. Ведуча зірочка обертається за годинниковою стрілкою. Тому натягнутий ланцюг є верхнім і передає навантаження, вільний внизу [5]. Кінчики ланцюга позначають перехід між ланками ланцюга та ланками, які зачеплені із зірочкою.

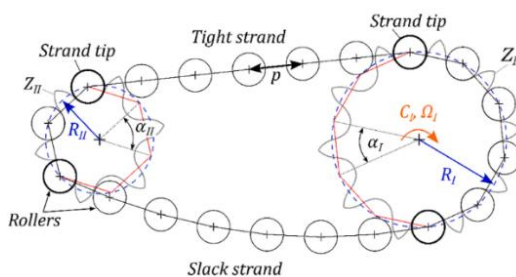


Рисунок 1. Схема принципу ланцюгової передачі

У першому наближенні різницею радіусів між роликком і зубом можна знехтувати. Таким чином, центр ролика, що контактують із зірочкою, лежать у вершинах багатокутника кроку. Рух ланцюга по кроку коло викликає зміну напрямку швидкості ланцюга.

Завдяки формі ланцюга, що приблизно повторює багатокутник виникають періодичні зміни коефіцієнта швидкості обертання.

Біндер [8] першим запропонував модель ланцюгової передачі для розрахунку ефективності. Він розглядав залежність між обертанням ведучої та веденої зірочок за допомогою чотиристороннього механізму.

Теорія повзучості ремня передбачає, як і більшість інших моделей, що коли плоский ремінь наїжджає на шків, ремінь спочатку прилипає ідеально до поверхні шківа рис.2. Крім того, стверджується, що передача енергії відбувається лише завдяки пружному навантаженню та розвантаженню на ремінь. Це вимагає, щоб ремінь подовжувався або вкорочувався вздовж контакту між ремнем і шківом для ведучого та веденого шківів. Це можливо лише за умови відносного руху між ремнем і поверхнею шківа. Цей відносний рух викликає динамічне тертя, яке у свою чергу, це основний механізм, за допомогою якого стрічка завантажується та розвантажується. Відносний рух часто називають пружною повзучістю, звідси назва моделі «Теорія повзучості стрічки». В результаті контактна дуга між ремнем і шківом розщеплюється.

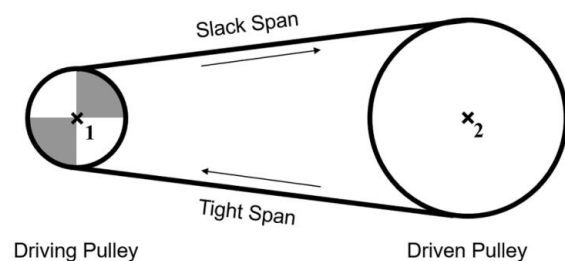


Рисунок 2. Схема принципу пасової передачі

Щоб вивчити вплив налаштування натягу на поведінку та ефективність приводу, необхідно кількісно визначити ослабленість, Рис.3.

Уявлення про натяг ланцюга зазвичай отримують за допомогою вимірювання руху в середині проміжку (тобто від вершини до вершини провисання), виражений як частка.

Середня рекомендація становить 4-6% L для звичайних промислових приводів.

Для чутливих трансмісій (висока швидкість, імпульс, реверс) налаштування можна зменшити до 2-3% [1].

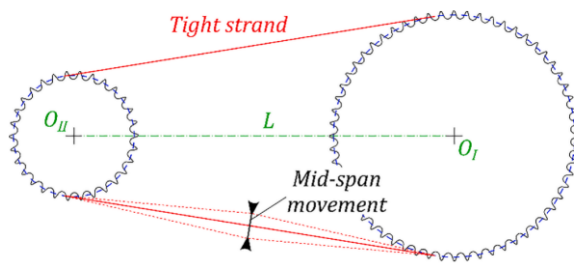


Рисунок 3. Схема провисання передачі

У цій моделі передбачається, що всі кутові сектори зірочок ідентичні. Отже, зірочка повністю визначається одним кутом, сектор у місцевій системі координат.

Кутовий сектор визначається як кутова крива, де є кожна частина або дуга кола, або пряма лінія. Визначення частин має забезпечувати безперервність нахилу (тобто похідну від кривої). Крім того, визначена геометрія повинна бути такою, щоб ролик не міг торкатися профілю більше ніж в одній точці.

Це означає, що радіус будь-якої опуклої частини кола (особливо нижнього кола зуба радіусом r) повинен бути більшим, ніж ролик.

Теорія зсуву пояса, запропонована Фірбанком у 1970-х роках, стверджує, що передача енергії також відбувається в клейкій дузі шківа. Це стало можливим завдяки зрізу еластичної поверхні плоского ремня. Модель була розроблена для боротьби з тим що поширена конструкція плоских поясів з армуванням сталевим тросом вони настільки жорсткі, що вважаються нееластичними, що, отже, скасовує фундаментальне припущення теорії повзучості паса при навантаженні та розвантаженні при розтягуванні.

Отже, завантаження та розвантаження паса є наслідком деформації зсуву пружної поверхні покриття паса.

Ця деформація зсуву виникає через різницю в швидкості між центральною лінією паса та поверхнею шківа.

Поведінка тертя зазвичай також регулюється кулонівським тертям, де враховуються як статичний, так і динамічний коефіцієнти тертя. Контактна дуга все ще розділена на адгезійну та ковзаючу дугу, також бере участь у передачі енергії. Модель реалізовано для відкритого приводу.

Теорія зсуву стрічки була розвинута для моделювання взаємодії паса та шківа [2,4], а також нещодавно більш детально змодельований за допомогою моделі пензля Френдо та Буккі для розгляду статичного ефекту прилипання-ковзання [6] та вплив пружності стрічки [7].

4. ВИСНОВОК

Розглянуто існуючі моделі ланцюгової передачі, і взаємодії ланцюга з зірочкою, а також передачу крутного моменту за допомогою пасової передачі. Перевагами цим передач у відмінності від редукторних, є менша вага та можливість використання без змащувальних матеріалів. Тому такі передачі і краще використовувати у легких мобільних машинах які використовуються на невеликих будівельних майданчиках.

Список літератури

- [1] Назаренко І. І. *Машини для виробництва будівельних матеріалів*: Підручник. К.: КНУБА, 1999. 488 с.
- [2] J Xi, Z Feng, G Wang, F Wang, J of Mech Science & Technology. 2015. Vol. 29-1. P. 181-189.
- [3] Chowdhury S., Yedavalli R. K. Vibration of high speed helical geared shaft systems mounted on rigid bearings, *Int. J. Mech. Sci.* 2018. Vol. 142-143 P. 176-190. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2018.04.033>.
- [4] K. Lee, S. Ahn, D. Hyun, T. Seo, Position prediction of viscoelastic rope on traction sheave with rope-slip model. *Mech. Mach. Theory.* 2023. Vol. 180. P. 105131, URL: <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2022.105131>.
- [5] Al-Haddad L. A., Shijer S. S., Jaber A. A., Al-Ani S. T., Al-Zubaidi A. A., Abd E. T. Application of AdaBoost for stator fault diagnosis in three-phase permanent magnet synchronous motors based on vibration-current data fusion analysis, *Electr. Eng.* 2024. <https://doi.org/10.1007/s00202-023-02195-6>.
- [6] Mohammed S. A., Al-Haddad L. A., Alawee W. H., Dhahad H. A., Jaber A. A., Al-Haddad S. A. Forecasting the productivity of a solar distiller enhanced with an inclined absorber plate using stochastic gradient descent in artificial neural networks. *Multiscale and Multidisciplinary Modeling, Experiments and Design.* 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s41939-023-00309-y>.
- [7] Kim C. U., Chung J. Y., Song J. H. Dynamic analysis of long heavy-duty roller chain for bucket elevator of continuous ship unloader. *Adv. Mech. Eng.* 2017. Vol. 9 (8). P. 1-11, URL: <https://doi.org/10.1177/1687814017723296>.
- [8] Binder R. C. *Mechanics of the Roller Chain Drive: Based on Mathematical Studies* by R. C. Binder, Prentice-Hall, 1956. 204 p.