

АНАЛІЗ СХЕМ НОЖНИЧНОГО ПІДЙОМНИКА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано доцільність використання ножничних підйомників. Розглянуто відомі схеми ножничних підйомників. Визначено переваги розглянутих схем. Приведено розрахунки силових характеристик виконавчого механізму для обраної схеми ножничного підйомника.

Ключові слова: ножничний підйомник, гідропривод, пневмопривод.

Abstract

The expediency of using scissor lifts has been analyzed. Well-known schemes of scissor lifts are considered. The advantages of the considered schemes are determined. The power characteristics of the executive mechanism for the selected scheme of the scissor lift are given.

Keywords: scissor lift, hydraulic drive, pneumatic drive.

Вступ

Історія створення ножничного підйомника налічує свої коріння у середині ХХ століття, коли інженери та конструктори почали активно досліджувати нові технології для підняття вантажів та виконання робіт на висоті. Зростання потреб у будівельній та промисловій сферах вимагало введення надійних та ефективних механізмів [1-4], що сприяло появі концепції ножничного підйомника.

Сучасний розвиток галузі гідравліки та пневматики [5-10], ножничні підйомники отримали нові можливості. Впровадження гідравлічних та пневматичних систем дозволило значно покращити функціональність та надійність цих механізмів. З'явилися моделі, оснащені гідроприводами [11-14], які забезпечували більш потужний та стабільний підйом вантажів.

Результати дослідження

Ножничний підйомник є механічним пристроєм, призначеним для підняття та позиціонування платформи на висоті, використовуючи з'єднані складні опори у формі перехресної Х, які нагадують ножиці. Цей механізм становить невід'ємну частину робочих інструментів у будівництві, обслуговуванні інфраструктури, ремонтних роботах та інших галузях, де потрібен доступ до важкодоступних місць.

Основні компоненти ножничного підйомника включають (див. рис. 1 та 2).

1. Станина: станина або база є основною платформою, на якій розміщені інші компоненти. Ця частина має жорстку конструкцію для забезпечення стабільності механізму під час використання.

2. Платформа: платформа – це робоча область, де оператор чи вантаж розміщуються. Платформи можуть бути різних розмірів та форм, залежно від конкретних потреб та завдань.

3. Опори (Ножі): опори, або ножі, виступають у ролі з'єднаних складних опор у вигляді перехресної Х. Ці ножі можуть розкриватися та згинаються, щоб забезпечити необхідну структурну опору для підняття та утримання платформи.

4. Актуатори: актуатори є механізмами, які забезпечують рух опор для підняття платформи. Вони можуть бути гідравлічними [15-20], пневматичними або механічними, залежно від конструкції та функціональності підйомника.

5. Система керування: ножничні підйомники зазвичай оснащені системами керування, які дозволяють операторові управляти рухом та позиціонуванням платформи. Ці системи можуть включати електронні панелі керування та сучасні технології автоматизації.

Основні етапи робочого циклу ножничного підйомника:

- підняття платформи: актуатор, активований відповідним джерелом енергії створює силу F , яка дозволяє ножам розкриватися. Цей рух забезпечує підняття платформи до потрібної висоти.
- позиціонування платформи: після підняття платформи оператор може користуватися системою керування для точного позиціонування і виконання робіт на висоті.
- зниження платформи: для опускання платформи може використовуватися відпускання тиску в актуаторі чи інші механізми, що дозволяють ножам згинатися та платформі поступово опускатися.

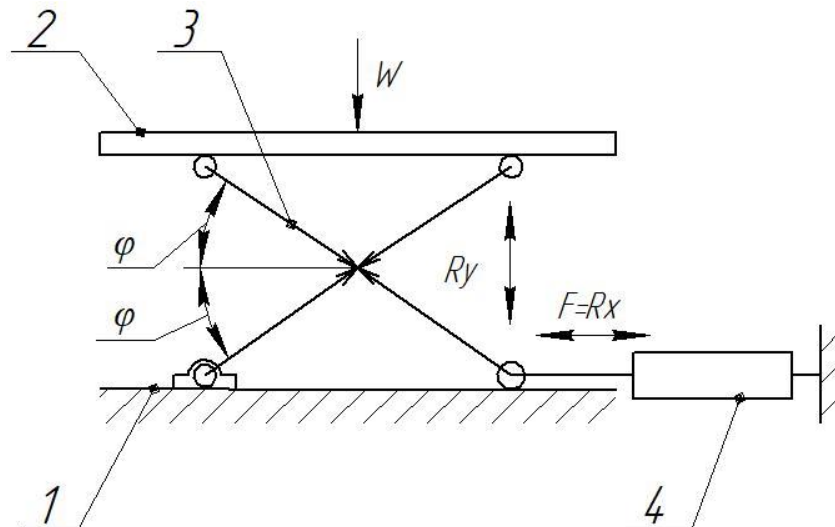


Рисунок 1– Ножничний підйомник із актуатором знизу

Ножничний підйомник із актуатором знизу (див. рис. 1). У варіанті з актуатором знизу ножничний підйомник використовує принцип пантографа, де тиск направляє до зовнішньої частини опор, розташованих нижче. Це дозволяє використовувати гідравлічні, пневматичні, механічні або м'язові засоби для ефективного підняття вантажу [21-25].

Переваги ножничного підйомника із актуатором знизу:

- більша стабільність: розташування актуатора знизу забезпечує підвищену стабільність під час підняття вантажу або робіт на висоті;
- збільшена надійність: актуатор, знаходячись в захищеному місці під платформою, менше піддається впливу негативних факторів навколишнього середовища, що збільшує тривалість його служби та знижує витрати на обслуговування;
- ефективність та точність підйому: актуатори, знаходячись у нижній частині конструкції, можуть бути більш компактними, забезпечуючи велику ефективність та точність підйому.

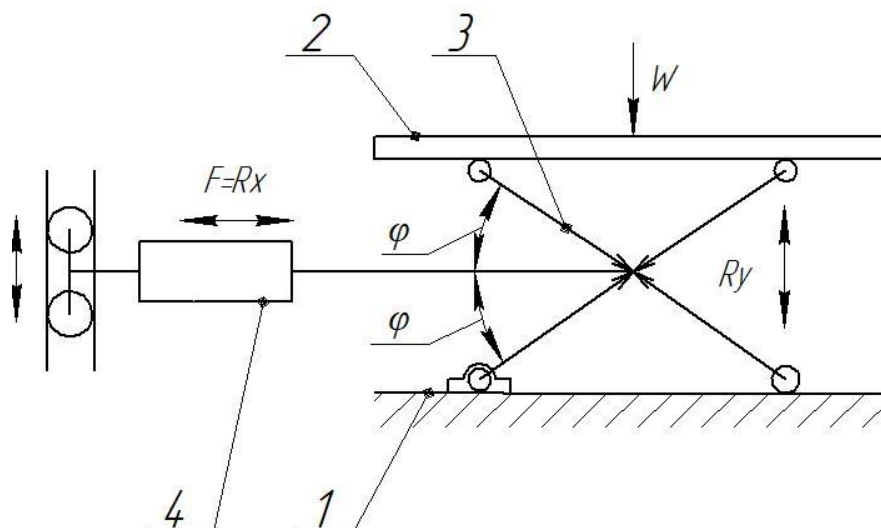


Рисунок 2 – Ножничний підйомник із актуатором по центру

Ножичний підйомник із актуатором по центру (див. рис. 2). У випадку з актуатором по центру тиск направлений на центральну частину опор, забезпечуючи подовження механізму та підняття вантажу.

Переваги ножичного підйомника із актуатором по центру:

- більша точність та контроль: центрально розташований актуатор дозволяє забезпечити більшу точність та контроль над підняттям та зниженням платформи, особливо при виконанні робіт, які вимагають великої точності;
- оптимальна стабільність: розташування актуатора по центру сприяє рівномірному розподілу навантаження, що призводить до оптимальної стабільності в усіх точках підняття;
- компактність конструкції: цей дизайн може бути більш компактним, що робить механізм маневреним та придатним для використання в обмежених просторах.

Вплив положення опори на зусилля актуатора (див. рис. 3). Навантаження на актуатор суттєво зменшується під час піднімання навантаження. Зміна навантаження становить становить в 66 раз при підніманні вантажу в 400 кг від 5 до 80 градусів. Це варто враховувати під час проєктування ножичних підйомників, та використовувати системи керування, які здатні незалежно ставитись до такої зміни навантаження [26-30].

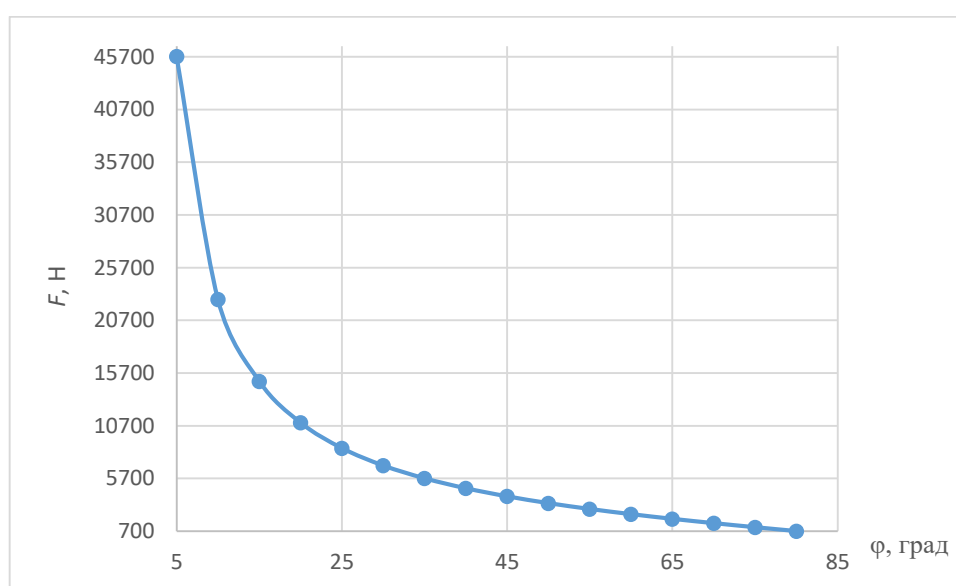


Рисунок 3 – Вплив кута нахилу опори на зусилля актуатора

Варто також зазначити, що при старті з положення в $\varphi=5$ градусів зусилля актуатора - більше за вагу вантажу в 12 разів, однак після положення в $\varphi=45$ градусів зусилля актуатора - менше за вагу вантажу.

Висновки

Провівши аналіз ножичних підйомників із місцем прикладання зусилля актуатора знизу і по центру, можна зробити висновок, що для компактної конструкції ножичного підйомника варто обрати схему із нижнім розташуванням дії зусилля актуатора. Однак при цьому потрібно провести детальний аналіз конструкції на міцність, щоб забезпечити запас міцності для місця прикладання зусилля від актуатора. В гідравлічних чи пневматичних схемах системи керування потрібно враховувати змінну зусилля актуатора шляхом введення апаратури нечутливої до зміни тиску.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Petrov, O., Kozlov, L., Lozinskiy, D., Piontkevych, O.: Improvement of the hydraulic units design based on CFD modeling. In: Lecture Notes in Mechanical Engineering XXII, pp. 653–660 (2019). https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_65
2. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвоза // Промислова гідравліка і пневматика. – 2011. – № 34(4). – С. 80-83.

3. Березюк О.В. Методика інженерних розрахунків параметрів обладнання для зневоднення твердих побутових відходів у сміттєвозі // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2020. – № 2. – С. 73-81. – <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-149-2-73-81>
4. Березюк О.В. Огляд конструкцій машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів // Вісник машинобудування та транспорту. – 2015. – № 1. – С. 3-8.
5. Березюк О.В. Розробка та дослідження нової структури екологічної машини для очистки населених пунктів від твердих відходів // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2008. – № 1. – С. 92-98.
6. Лозінський Д.О. Оптимізація електрогидравлічного розподільника з незалежним керуванням потоків / Д.О. Лозінський, Л.Г. Козлов, О.В. Піонткевич, О.І. Кавецький // Вісник машинобудування та транспорту, 2023. – №17(1). – С. 87-91. DOI: 10.31649/2413-4503-2023-17-1-87-91
7. Kozlov L. Optimization of design parameters of the counterbalance valve for the front-end loader hydraulic drive / L. Kozlov, Yu. Burennikov, O. Piontkevych, O. Paslavka // Proceedings of 22nd International Scientific Conference «МЕХАНИКА 2017». – Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017. – P. 195 – 200.
8. Піонткевич О. В. Математична модель гідроприводу фронтального навантажувача з гальмівним клапаном / О. В. Піонткевич. – Вінниця : Вісник машинобудування та транспорту, 2015. – №2. – С. 83 – 90.
9. Коц І.В., Березюк О.В. Вібраційний гідропривод для пресування промислових відходів // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2006. – № 5. – С. 146-149.
10. Березюк О.В. Планування багатofакторного експерименту для дослідження вібраційного гідроприводу ущільнення твердих побутових відходів // Вібрації в техніці та технологіях. – 2009. – № 3 (55). – С. 92-97.
11. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвозі // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – № 4. – С. 81-86.
12. Березюк О.В. Науково-технічні основи проектування приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів: автореф. дис. д-ра техн. наук. – Хмельницький, 2021. – 46 с.
13. Polishchuk, L. & Khmara, O. & Piontkevych, O. & Adler, O. & Tungatarova, A. & Kozbakova, A. Dynamics of the conveyor speed stabilization system at variable loads. Informatyka, Automatyka, Pomiarы W Gospodarce i Ochronie Środowiska. 2022. Vol. 12. No. 2. P. 60-63. DOI: 10.35784/iapgos.2949
14. Kozlov L. Optimization of Design Parameters of a Counterbalance Valve for a Hydraulic Drive Invariant to Reversal Loads / L. Kozlov, L. Polishchuk, O. Piontkevych, V. Purdyk, O. Petrov, V. Tverdomed, A. Tungatarova // Mechatronic Systems, W. Wójcik, S. Pavlov, and M. Kalimoldayev, eds., Vol. 1, Routledge, London, 2021 pp. 137–148. DOI: 10.1201/9781003224136-12
15. Березюк О.В. Дослідження динаміки гідроприводу вивантаження твердих побутових відходів із сміттєвозів // Машинознавство. – 2008. – № 10 (136). – С. 25-28.
16. Березюк О.В. Дослідження динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвозі // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2009. – № 33. – С. 403-406.
17. Савуляк В.І., Березюк О.В. Дослідження динаміки приводу плити для пресування твердих побутових відходів // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2002. – № 4. – С. 83-86.
18. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу повороту важеля маніпулятора на операції завантаження твердих побутових відходів у сміттєвозі // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2010. – № 3. – С. 93-98.
19. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі вібраційного гідроприводу пресування твердих побутових відходів // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – 2008. – № 38. – С. 96-102.
20. Polishchuk L. Dynamics of adaptive drive of mobile machine belt conveyor / L. Polishchuk, O. Piontkevych // Proceedings of 22nd International Scientific Conference «МЕХАНИКА 2017». – Kaunas University of Technology, Lithuania, 19 May 2017. – P. 307 – 311.
21. Козлов Л. Г. Гідропривод з гідрозамком / Л. Г. Козлов, О. В. Піонткевич. – Пат. 107185 Україна, МПК Е 02 F 9/22, № u201511543; Опубл. 25.05.2016, Бюл. № 10. – 8 с.

22. Муращенко А. М. Розрахунок мобільних приводів машин / А. М. Муращенко, О. М. Яхно, О. П. Губарев, В. Г. Василюк, М. Коваленко // Problems of Friction and Wear. – 2019. – Vol. 3(84). P. 83 – 89

23. Kozlov L. The experimental stand for determining the characteristics of the hydraulic drive control system with the multifunctional counterbalance valve / L. Kozlov, O. Piontkevych, N. Semichasnova, D.D. Ubidia Rodrigues. – ВНТУ: II Міжнародна науково-технічна конференція «Гідро-та пневмоприводи машин», 2016. – С. 119 – 120.

24. Лозінський Д. О. Дослідження ступеня герметичності керованого зворотного клапана пропорційного електрогідролічного розподільника / Д. О. Лозінський, В. Г. Пилявець. – Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2015. – № 3. – С. 109 – 113.

25. Козлов Л. Характеристики мехатронного приводу під час просторового руху маніпулятора / Л. Козлов, С. Репінський, О. Паславська, О. Піонткевич // Наукові праці Вінницького національного технічного університету, 2017. – № 2. – 9 с. Електронний ресурс: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/507>

26. Березюк О.В. Вплив основних параметрів вібраційного гідроприводу на показники вібрації в процесі ущільнення твердих побутових відходів // Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій. – 2009. – № 8. – С. 380-387.

27. Березюк О.В. Генератор імпульсів тиску диференціальної дії // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2009. – № 3. – 9 с. – Режим доступу до журналу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2009-3/2009-3.files/uk/09ovboda_ua.pdf

28. Березюк О.В., Сторожук С.Б., Коц І.В. Математичне моделювання вібраційного гідроприводу плити пресування твердих побутових відходів // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – 2006. – № 40. – С. 20-25.

29. Савуляк В.І., Березюк О.В. Вплив матеріалів напрямних плити для пресування відходів на динаміку гідроприводу // Вібрації в техніці та технологіях. – 2003. – № 3. – С. 52-54.

30. Дерібо О.В. Електрогідролічний стежний привод пристрою для обробки поверхневим пластичним деформуванням / О.В. Дерібо, О.В. Сердюк, І.О. Сивак // Вісник Вінницького політехнічного інституту: ВНТУ. – 2010. – №6. – С. 76-79

Василишен Богдан Вікторович – студент групи ІПМ–216, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vasbogdan23@gmail.com.

Маркевич Микола Васильович – студент групи ІПМ–216, Факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: fgrggedb@gmail.com.

Наукові керівники:

Козлов Леонід Геннадійович – д. техн. наук, професор, завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: osna2030@gmail.com

Піонткевич Олег Володимирович — к-т техн. наук, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: piontkevych@vntu.edu.ua.

Vasylyshen Bohdan V. – student of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vasbogdan23@gmail.com.

Markevych Mykola V. – student of the Department of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: fgrggedb@gmail.com.

Scientific supervisors:

Kozlov Leonid H. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: osna2030@gmail.com.

Piontkevych Oleh V. — Candidate of Technical Sciences, Associate professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: piontkevych@vntu.edu.ua.