

Анастасія Беляєва

К.т.н. кафедра конструювання машин Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Київ, Україна)

e-mail: an_bell1212@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1696-8687>

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИМОГ ДО ПІДЙОМНИКА ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ОПОР ВУЛИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Стаття присвячена колісному підйомнику для обслуговування опор вуличного освітлення та обґрунтуванню конструктивних та експлуатаційних вимог до нього; є оглядовою та представлена інформація має оглядовий характер. Присвячена ця стаття вибору та обґрунтуванню конструкції підйомника для обслуговування опор вуличного освітлення. Метою роботи є розгляд недоліків побаченого раніше підйомника та обґрунтування нової конструкції колісного підйомника, а саме кожної окремої її деталі, що повинна забезпечувати експлуатацію на опорах вуличного освітлення з опорами різного поперечного перерізу. Особлива увага присвячена вибору гальм для підйомника, що мають відповідати певним умовам.

Ключові слова: опора; вуличне освітлення; аналіз; конструкція; підйомник.

Вступ. Стаття є оглядовою та присвячена розгляду недоліків існуючої конструкції підйомника для обслуговування опор вуличного освітлення та обґрунтуванню вибору складових деталей подібної конструкції колісного підйомника. На підставі вищесказаного в даній статті будуть розглянуті недоліки вже запропонованого аналога колісного підйомника, обрана та обґрунтована конструкція колісного підйомника для обслуговування опор вуличного освітлення.

Постановка задачі

Метою роботи є розгляд недоліків обраної конструкції аналога та обґрунтування складових нової конструкції колісного підйомника, а саме кожної окремої її деталі, що повинна забезпечувати експлуатаційні вимоги для опор різного поперечного перерізу вуличного освітлення.

Результати досліджень

На підставі аналізу патентної інформації та конструкцій аналогічних підйомників, представлених на ринку України та деяких інших країн (Німеччина, США, Канада та Японія), можна сформулювати ряд конструктивних та експлуатаційних вимог.

Загальні вимоги до конструкції такі:

1. Конструкція підйомника повинна допускати збирання, розбирання, налагодження, обслуговування та дрібний ремонт в польових умовах без застосування спеціального інструменту.
2. Масогабаритні характеристики підйомника повинні допускати його транспортування в стандартному причепі автомобіля категорії В та перенесення зусиллям не більше 2-3 людей.
3. Конструкція підйомника повинна забезпечувати його справну роботу в широкому діапазоні температур, вологості, наявності атмосферних опадів, запиленості атмосфери.
4. Конструкція підйомника повинна забезпечувати надійне притискання коліс до верхніх опор.
5. Привід рушійних коліс - електричний (електромеханічний) від акумулятора або стороннього джерела струму за допомогою кабелю (наприклад, від переносного електричного генератора або бортової електричної системи автомобіля).

Оскільки рушієм підйомника виступає набір коліс, то до них також висуваються свої вимоги:

1. Рекомендується використання покупних коліс, розміри яких співмірні з розміром поперечного перерізу опори. Це можуть бути колеса для моторолерів, електричних самокатів тощо. Орієнтовний розмір 10"-16".

2. Диски коліс повинні мати конструктивні елементи, які дозволяють передавати на колесо крутний момент від приводу.

3. Колеса повинні мати широкий та високий профіль, а також розвинений протектор для надійного зчеплення з поверхнею опори.

4. Обов'язкове використання саме пневматичних шин, оскільки вони допускають регулювання тиску і - як наслідок - покращення зчеплення з поверхнею опори (бетон, оцинкований метал, фарбований метал, деревина).

5. Заборонене використання технічних коліс, які призначені для складської техніки, оскільки вони сприймають лише радіальне навантаження і не призначені для сприйняття тангенціального навантаження, що виражається в зминанні шини, проковзування шини відносно диску тощо.

Вкрай важливим елементом підйомника є гальмівна система. Тому до неї висуваються такі вимоги:

1. Режим роботи гальмівної системи - нормально увімкнений. Тобто, по замовчанню гальма затиснуті, а оператор розтискає їх залежно від потреб. Затискання повинне забезпечуватись лише механічним способом (пружина або вантаж), гідравлічна система не допускається.

2. Гальмівна система повинна бути продубльована щонайменше двома незалежними каналами керування.

3. Гальма повинні забезпечувати оптимальний температурний режим і не допускати перегріву.

4. Гальмами повинні бути оснащені всі колеса підйомника.

На рис. 1 наведено приклад прогнозованої конструкції підйомника [1] засобами Lego для обслуговування опор вуличного освітлення.

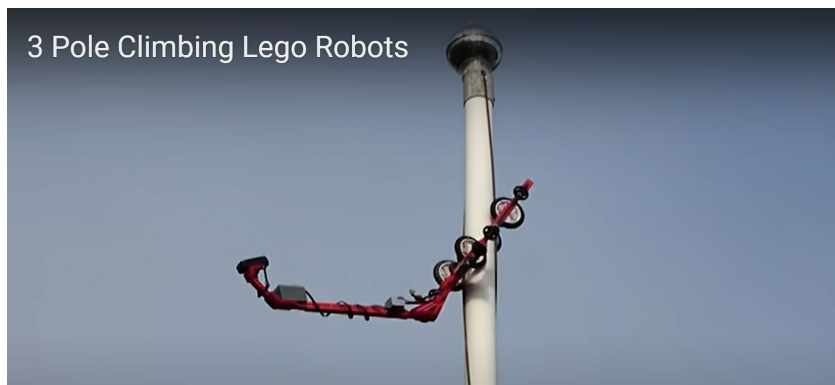


Рис. 1. Проект підйомника Lego

Перевагою такого типу підйомника є те, що він не залежить від стану ґрунту, а тому значно знижується ймовірність випадків, коли складно буде тримати рівновагу. Притискання коліс до поверхні опори здійснюється гравітаційним способом шляхом перекосу рами підйомника відносно осі опори. За даними ресурсу, підйомник випробовувався на флагштоку заввишки 8 метрів, завтовшки від 13 до 8 см і синтетичними канатами на поверхні опори.

В той же час представлений підйомник характеризується рядом недоліків:

- Притискання коліс до поверхні опори за допомогою перекосу рами не можна вважати надійним, оскільки притискне зусилля залежить від маси корисного навантаження, вильоту руки маніпулятора, вітрового навантаження тощо.

- Розміщення кабелів навколо руки маніпулятора може сприяти їхньому пошкодженню та обмеженню рухів маніпулятора.

- По мірі зменшення розмірів поперечного перерізу опори змінюється кут нахилу рами (чим менший переріз, тим більший кут нахилу), що може призвести до перевищення граничного кута тертя.

Розглянемо недоліки підйомника, що зображений на рис.1. Так, це демонстрація механізму для лазіння стовпами за допомогою Lego. Підйомник випробовується на флагштоку заввишки 8 метрів, завтовшки від 13 до 8 см і мотузками на поверхні.

І першим недоліком, що ми бачимо – це самі проводка, якими окутаний маніпулятор підйомника. Маніпулятор розрахований для руху в різних напрямках та ця проводка буде заважати вільному переміщенню маніпулятора і тому є небезпечним як для самої конструкції, так і для робітника та обладнання, які будуть в ньому знаходитися.

Другим вагомим недоліком є каркас з багатьма отворами, що не витримає великого навантаження і, в кращому випадку, погнеться чи не витримають з'єднувальні кріплення, а це загрожує подальшій роботі всього підйомника.

Третім недоліком є багато рухомих механізмів, що треба постійно обслуговувати та слідкувати за роботою самих механізмів.

Четвертим недоліком є те, що навантажений підйомник може пошкодити троси, що висять на стовпі, а також пошкодити робітнику та обладнанню.

Також великим недоліком є кріплення коліс, вони не витримають навантаження.

Ці всі недоліки порушують виконання основних конструктивних та експлуатаційних вимог до підйомників, що були описані вище.

Почнемо розгляд саме з конструкції підйомника та її обґрунтування, що запропонована на рис.2.

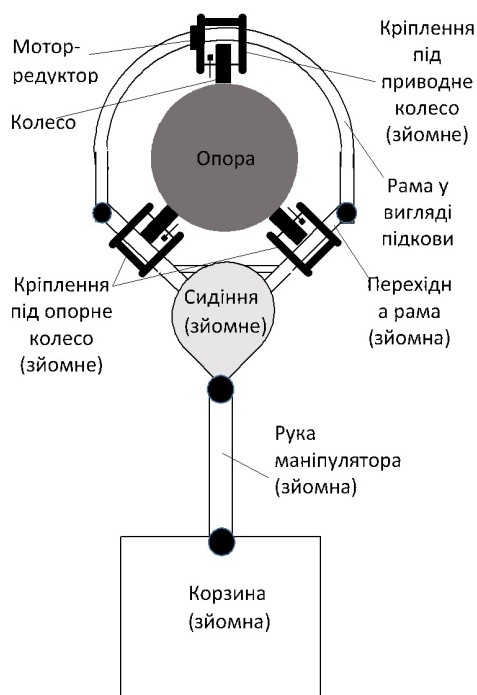


Рис.2 Пропонована конструкція підйомника (конструктивна схема, вигляд зверху)

Пропонується змінити форму каркасу підйомника з прямокутного на каркас у формі підкови, що буде розбірною (рис.2). При навантаженні ймовірність того, що вона деформується дуже мала. Також не буде зайвих кутів, що можуть травмувати людину при зборці підйомника і конструкція буде більш проста, також буде менше рухомих проблемних місць.

Матеріалом каркасу варто вибрати таким, що буде:

- легкий в обслуговуванні;
- можна провести дрібний ремонт в польових умовах без застосування спеціального інструменту.
- матеріал є доступним за характеристиками, ціною, на ринку;
- може використовуватися без пошкоджень у будь-яку погоду;
- має найвищий термін служби,
- не вимагає витрат на додаткову обробку (наприклад, фарбування),
- є механічно найміцнішим з аналогів.

Матеріал каркасу не повинен бути дуже легким, але повинен витримувати не аби які навантаження.

Переріз матиме прямокутну форму, так як при кріпленні коліс до каркасу можна буде не робити отворів і тому буде менше поверхонь, що дадуть тріщини, а, звідти, і меншу вірогідність її пошкодження. Для визначення параметрів труби та товщини її стінок потрібен розрахунок.

Що стосуються кріплення колеса, найбільш підходящим буде кріплення та колеса опорного моторного колеса самоката, що показано на рис. 3 [2].



Рис. 3 Опорне колесо індивідуального наземного транспортного засобу

Колесо встановлюється у вилку, пера якої зазвичай виконуються у вигляді паралельних пластин із товстого листового металу. Взаємне розташування отворів осі та кріплення супортів стандартизовані та не потребують особливого розгляду. Гальмівні диски (рис.4) [3] мають декілька способів кріплення до маточини колеса. Найбільш поширеними є кріплення на шліць (так зване центр Lok), або на шість болтів, розташованих по колу діаметром 44 мм. Шліцьові кріплення можуть передавати дещо більші гальмівні моменти. Слід віддавати перевагу останньому кріпленню, оскільки більшість колісних дисків на ринку мають таке кріплення. А при потребі виготовити індивідуальний диск або маточину не потребуватиме складного обладнання, наприклад зуборізне обладнання. Достатньо мати свердлильний верстат і різьбонарізний інструмент. Таке кріплення дає

значну перевагу у надійності при навантаженні та створює передумови для встановлення супортів дискових гальм, що, в свою чергу, дозволяє не окутувати маніпулятор проводами. Гальмівні диски мають декілька типорозмірів, що дозволяє підібрати їх залежно від бажаного гальмівного моменту (рис.5) [4].



Рис. 4. Типи кріплення дискових гальм до колеса

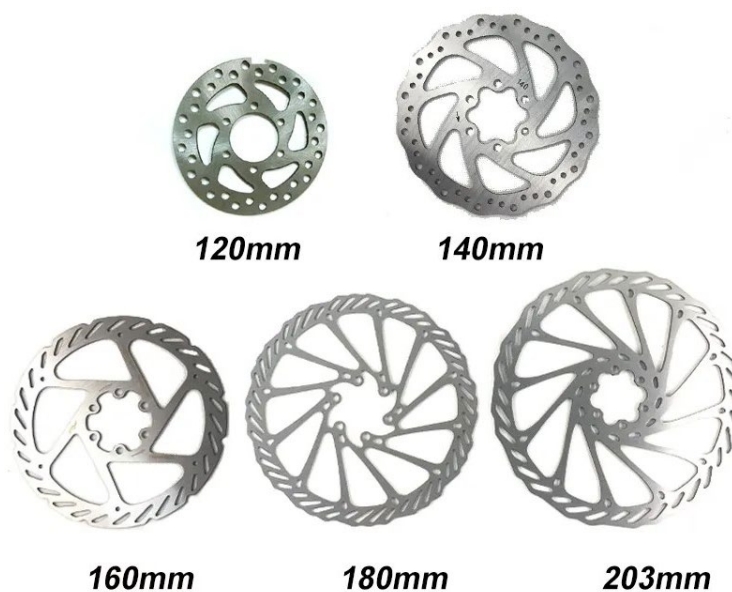


Рис. 5. Типорозміри дисків з 6-болтовим кріпленням

Серед існуючих гальм, а саме:

- дискові гальма,
- барабанні гальма,
- ободні (колодкові) гальма.

були обрані саме дискові. Типи гальм розташовані у порядку ефективності. Тому, враховуючи переваги та недоліки кожного типу гальма, були обрані саме дискові гальма [5].

У дискових гальм є свої переваги та недоліки. Перевагами є:

- доступність комплектуючих на ринках,
- добре охолодження,
- добре працюють в широкому діапазоні погодних умов,
- легка гальмівна система,
- широка модуляція гальмівного зусилля,

- простота налаштування та обслуговування,
- зручний контроль гальмування.

В цьому випадку дуже важливо мати гальма з такими перевагами, а особливо для умов, в яких буде використовуватись підйомник [5].

Також у цих гальм є свої недоліки, а саме:

- при випадковому точковому ударі можливе пошкодження диску,
- може знадобитися періодичне регулювання та технічне обслуговування;
- погані, суворі умови їзди можуть зменшити продуктивність;
- дискові гальма нижчої якості схильні до пошкодження ротора.

Ці недоліки можна вважати незначними у зв'язку з тим, що їх використання буде більш лояльним, ніж вони призначені [5].

Самі колеса необхідно обирати за наступними параметрами:

- вони повинні витримувати велике тангенціальне навантаження,
- шини та тиск в них необхідно підбирати так, щоб було добре зачеплення з опорою,
- діаметр, наприклад, 11 дюймів.

Що стосується маніпулятора, бажано, щоб він мав більшу кількість ланок, що дозволить йому пересуватися більш вільно і контролювано та остання ланка повинна бути у вигляді ємності типу корзини, що складається та становиться плоскою. Корзина повинна бути зроблена у вигляді клітки з метою полегшення конструкції підйомника та зменшення парусності. У робочому стані кількість ступенів рухів повинна бути такою, щоб надавати тільки необхідні переміщення у просторі, всі інші - фіксовані. Сам маніпулятор варто виконувати з матеріалу, що відповідає вимогам, наведеним вище, маніпулятор не може бути легким у відмінності від корзини, яка буде зроблена, наприклад, з титану, так як титан є легким та надійним.

Висновки

Вище були розглянуті недоліки обраної конструкції, запропоновані та обґрунтовані складові для нової конструкції колісного підйомника, а саме кожної окремої її деталі, що повинна забезпечувати експлуатацію на опорах вуличного освітлення з опорами різного поперечного перерізу, розглянуті більш детально та обрані гальма для підйомника, що є, мабуть, головним після надійності самої конструкції для безпеки робітників, які будуть користуватися цим підйомником.

Список використаних джерел

1. 3 Pole Climbing Lego Robots [Electronic resource]. – Access mode: https://www.youtube.com/watch?v=mzmbooqj9ko&ab_channel=brickexperimentchannel
2. Самокат Scale Sports SS-04 Белый двухколесный складной дисковый тормоз колеса 200 мм [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://prom.ua/p1382426815-samokat-scale-sports.html>
3. Electric Scooter Brake Guide [Electronic resource]. – Access mode: <https://rider-guide.com/guides/electric-scooter-brakes/>
4. 6 Bolt or Centrelock Brakes [Electronic resource]. – Access mode: https://ican-cycling.com/cdn/shop/articles/6_bolt_or_centrelock_brakes.jpg?v=162951599
5. Ротори (гальмівні диски) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ve-logo.com.ua/rotor>

References

1. Brick Experiment Channel. (2021). 3 Pole Climbing Lego Robots. https://www.youtube.com/watch?v=Mzmb00QJ9ko&ab_channel=BrickExperimentChannel
2. Scooter Scale Sports SS-04 White two-wheel folding disc brake wheels 200 mm. (n.d.). <https://prom.ua/p1382426815-samokat-scale-sports.html>
3. 6 Bolt or Centrelock Brakes. (n.d.). https://icancycling.com/cdn/shop/articles/6_Bolt_or_Centrelock_Brakes.jpg?v=162951599
4. Rotors (brake discs). (n.d.). <https://velogo.com.ua/rotor>
5. Electric Scooter Brake Guide. (n.d.). <https://riderguide.com/guides/electric-scooter-brakes/>

Отримано 10.07.2023

UDC 621.876.11

Anastasia Bieliaieva

PhD in Technical Sciences of the Department of "Machine Design" National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" (Kyiv, Ukraine)

e-mail: an_beli1212@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1696-8687>

JUSTIFICATION OF CONSTRUCTIVE AND OPERATIONAL REQUIREMENTS FOR AN ELEVATOR FOR MAINTENANCE OF STREET LIGHTING SUPPORTS

Abstract. The article is an overview, and the presented information is of an overview nature and is dedicated to the justification of the choice of component parts of the selected structure of mechanized lifts for servicing street lighting poles. The purpose is to consider the shortcomings of the chosen analogue and to justify the components of the chosen design of the wheel lift, namely each individual part of it, which should ensure operation on street lighting poles with poles of different cross-sections. The main structural and operational requirements for the component parts of the selected lift structure were determined, namely: the lift components must be reliable, quickly reconfigurable in the field and without the use of special tools; the fastening of the wheels to the frame must be reliable and durable enough to withstand a heavy load; wheels must withstand large tangential loads, have good grip on the surface supports; brakes must meet certain requirements; the manipulator must be so reliable that it is possible to lift not only tools and equipment, but also a person, be compact and have enough controlled degrees of movement to easily fold down to the smallest possible dimensions; weight and size characteristics should allow its transportation in cargo or cargo-passenger vehicles of category "B" and above, as well as on trailers (semi-trailers) to them. Deficiencies of the existing design are identified and changes to the design details are proposed. Special attention is paid to brakes. Among the existing brakes are: disc brakes, drum brakes, foot brakes, regenerative brakes and electronic brakes. Disk ones were chosen. Types of brakes are arranged in order of efficiency types of electric scooter brakes. Therefore, taking into account the advantages and disadvantages of each type of brake, disc brakes were chosen. The wheels themselves must be selected according to the following parameters: they must withstand a large tangential load, tires and the pressure in them must be selected so that there is good engagement with the support, a diameter of 11 inches.

Key words: support; street lighting; analysis, construction; hoist.