

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ  
МЕДИЦИНИ І БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ. С.З. ГЖИЦЬКОГО  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

**К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А   Р О Б О Т А**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: “**Модернізація поста для ремонту ходової частини  
автомобіля шляхом удосконалення підйомника**”

Виконав: студент IV курсу групи Ат-44сп  
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”  
(шифр і назва)

Михайло БОЙЧИШИН

(ім'я та прізвище)

Керівник: Степан ХІМКА

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2025

УДК 629.114.3

Бойчишин Михайло В'ячеславович. Модернізація поста для ремонту ходової частини автомобіля шляхом удосконалення підйомника: кваліфікаційна робота. Дубляни: ЛНУВМБ, 2025. 58 с.

Табл. 4; рис. 20; бібліогр. джерел 24.

У роботі проведено дослідження конструктивних особливостей різних типів підйомників. Розглянуто сучасні вимоги до ремонтного поста, зокрема вимоги до якості обслуговування та характеристики сучасного обладнання.

Розроблено систему оцінювання підйомників за ключовими параметрами з урахуванням їхньої пріоритетності та впливу на вибір оптимального варіанту. Визначено найбільш придатну модель для подальшої модернізації.

Запропоновано шляхи вдосконалення конструкції підйомника, обґрунтовано способи їх реалізації, визначено основні переваги та практичну ефективність удосконалення.

Розроблено технічне рішення щодо модернізації моделі підйомника Launch TLT-235SB-380 із застосуванням мікроконтролера Arduino Uno. Створено електричну схему підключення до системи керування, на основі якої розроблено алгоритм та відповідну блок-схему для автоматизованого піднімання на задану висоту.

Встановлено, що впровадження автоматичного керування дозволило зменшити загальний час підйому протягом робочої зміни на 10 хвилин, а також підвищити точність позиціонування автомобіля, що позитивно впливає на комфорт та якість виконання ремонтних робіт.

Ключові слова: підйомник, схема, алгоритм

## ЗМІСТ

|     |                                                    |    |
|-----|----------------------------------------------------|----|
|     | ВСТУП.....                                         | 6  |
| 1   | ОГЛЯД ПІДЙОМНИКІВ .....                            | 8  |
| 1.1 | Аналіз поста ремонту .....                         | 8  |
| 1.2 | Аналіз сучасних підйомників .....                  | 13 |
| 1.3 | Характеристики підйомників.....                    | 16 |
| 1.4 | Обґрунтування теми роботи .....                    | 18 |
| 2   | ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДЙОМНИКА .....       | 20 |
| 2.1 | Визначення критеріїв ефективності підйомників..... | 20 |
| 2.2 | Аналіз за визначеним критеріями ефективності.....  | 23 |
| 2.3 | Обґрунтування вибору підіймача .....               | 29 |
| 3   | МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОСТА РЕМОНТУ.....                    | 32 |
| 3.1 | Пропозиції до модернізації .....                   | 32 |
| 3.2 | Модернізація підіймача Launch TLT-235SB-380 .....  | 34 |
| 3.3 | Система додаткового керування на Arduino.....      | 37 |
| 3.4 | Результати модернізації .....                      | 46 |
| 4   | ОХОРОНА ПРАЦІ .....                                | 48 |
| 4.1 | Основи охорони праці .....                         | 48 |
| 4.2 | Особливості охорони праці для підіймача.....       | 49 |
| 4.3 | Способи запобігання небезпечних ситуацій .....     | 51 |
| 5   | ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА .....                            | 52 |
|     | ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....                            | 55 |
|     | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....                   | 57 |

## ВСТУП

Розвиток автомобільного транспорту супроводжується зростанням вимог до якості технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів. Зі збільшенням кількості автомобілів, ускладненням їхніх конструкцій та впровадженням нових технологій в автомобілебудуванні, особливої актуальності набуває питання удосконалення обладнання, що використовується на станціях технічного обслуговування. Одним із ключових напрямів у цьому контексті є модернізація ремонтних постів, зокрема тих, що призначені для обслуговування та ремонту ходової частини автомобіля.

Ходова частина є однією з найвідповідальніших систем транспортного засобу, яка забезпечує стійкість, плавність ходу, керованість та безпеку руху. Її своєчасне діагностування та якісний ремонт є запорукою безпечної експлуатації автомобіля. Для проведення таких робіт необхідно забезпечити зручний і надійний доступ до відповідних вузлів і агрегатів. Саме тому підйомне обладнання відіграє вирішальну роль у створенні ефективного ремонтного поста.

У сучасних умовах пріоритетним стає не лише забезпечення базової функціональності підйомників, а й їх автоматизація, підвищення енергоефективності, надійності та точності роботи. Впровадження сучасних електронних систем керування дозволяє зменшити людський фактор, знизити навантаження на персонал і підвищити загальну продуктивність обслуговування.

Метою даної дипломної роботи є підвищення ефективності функціонування ремонтного поста для обслуговування ходової частини автомобіля шляхом удосконалення конструкції підйомника. Для досягнення цієї мети було поставлено такі завдання:

- провести аналіз існуючих конструкцій підйомників, що використовуються у сфері автосервісу;
- вивчити сучасні вимоги до технічного оснащення ремонтних постів;

- розробити критерії оцінювання підйомників за техніко-економічними та експлуатаційними показниками;
- обрати оптимальну модель для модернізації;
- запропонувати технічне рішення з використанням сучасних мікроконтролерів (Arduino Uno);
- розробити схему керування та алгоритм роботи системи піднімання;
- оцінити ефективність запропонованого рішення на основі порівняльного аналізу до та після модернізації.

Об’єктом дослідження є пост для ремонту ходової частини автомобіля.

Предметом дослідження є конструкція та принцип роботи електромеханічного підйомника, а також можливості його вдосконалення шляхом автоматизації.

Результати виконаної роботи мають практичну цінність для автосервісних підприємств, оскільки дозволяють оптимізувати робочі процеси, підвищити якість ремонту та знизити витрати часу на виконання рутинних операцій. Запропоноване технічне рішення є прикладом застосування недорогих і доступних засобів автоматизації для підвищення ефективності роботи в умовах малого або середнього автосервісу.

## 1 ОГЛЯД ПІДЙОМНИКІВ

### 1.1 Аналіз поста ремонту

Автосервісні підприємства створюються з метою надання широкого спектра послуг, пов'язаних з технічним обслуговуванням, діагностикою, профілактикою несправностей та консультаційною підтримкою власників автомобілів. Однак ефективність такої діяльності безпосередньо залежить від якості обслуговування, швидкості виконання робіт та їхньої вартості. У разі, якщо послуги будуть надто дорогими, повільними або незадовільної якості, клієнти надаватимуть перевагу конкурентам, що призведе до втрати прибутку та падіння репутації сервісу.

Щоб уникнути подібних проблем, автосервіс має відповідати сучасним вимогам як у технічному, так і в організаційному аспектах. Важливу роль у цьому відіграє наявність кваліфікованого та відповідального персоналу, а також використання сучасного, технічно справного обладнання, яке проходить своєчасний технічний огляд. Саме завдяки такій техніці забезпечується висока якість надання послуг, стабільність роботи навіть за умов інтенсивного навантаження та зниження ризику несправностей.

Не менш важливим є облаштування робочого простору: він має бути просторим, чистим, добре освітленим (рис. 1.1), що сприяє не лише зручності виконання робіт, але й дотриманню дисципліни та підвищенню загальної ефективності роботи персоналу. [1].

Пост для ремонту автомобілів повинен відповідати певним вимогам, щоб забезпечити безпеку, комфорт і ефективність роботи. Він має бути просторим, добре освітленим і вентильованим. Робоче місце повинно бути обладнане сучасними інструментами та устаткуванням, що регулярно проходить технічний огляд. Важливо також дотримуватись організації робочого простору для зручності працівників і забезпечення дисципліни на посту.

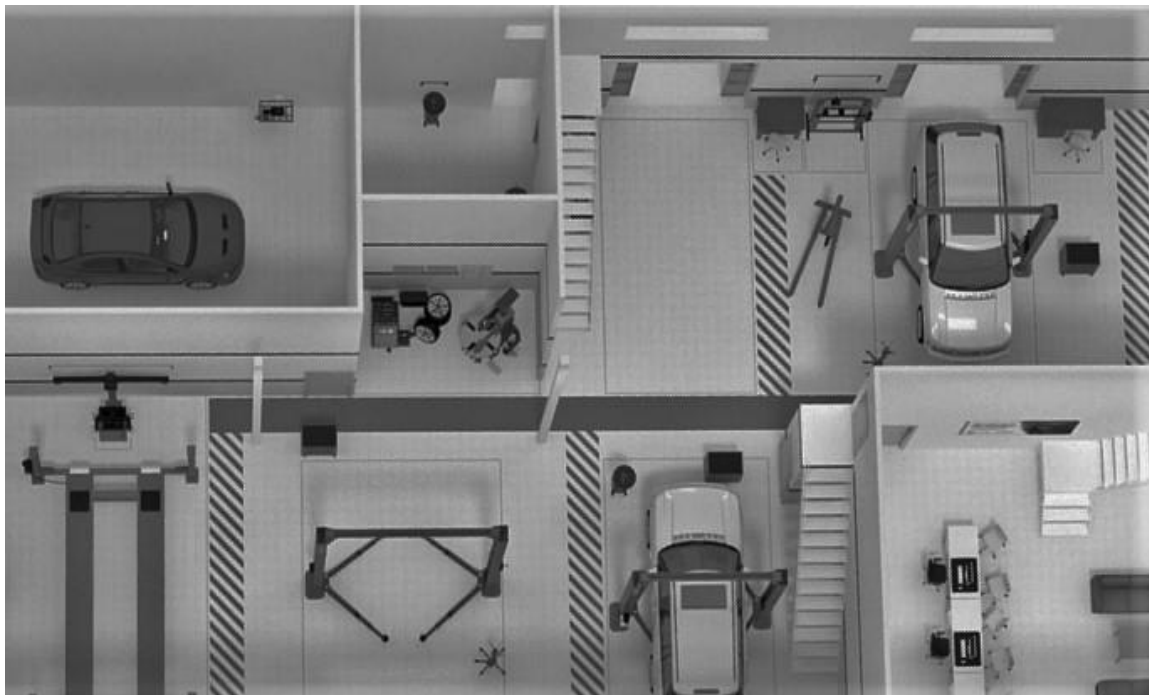


Рисунок 1.1 – План автосервісу і постів для ремонту авто.

На ремонтному посту ключовим елементом оснащення є підйомник — спеціалізоване механізоване обладнання, призначене для піднімання автомобіля на певну висоту з метою забезпечення доступу до нижньої частини транспортного засобу. Підйомники можуть бути різних типів: двостійкові, чотиристійкові, ножичні та інші, кожен із яких має свої конструктивні особливості, що впливають на вантажопідйомність, габарити та умови експлуатації. Підйомники оснащені механізмами безпеки, які запобігають раптовому опусканню вантажу, а також системами блокування в заданому положенні, що забезпечує стабільність під час проведення ремонтних робіт.

У випадках, коли конструктивні обмеження приміщення, зокрема низька висота стель, не дозволяють встановити підйомник або коли необхідно обслуговувати великогабаритні і важкі транспортні засоби, застосовується оглядова яма. Вона являє собою заглиблення в бетонній підлозі довжиною, що дорівнює довжині автомобіля, і шириною, достатньою для комфортного доступу фахівця до днища. Така конструкція дозволяє безпосередньо контактувати з елементами ходової частини, трансмісією та іншими вузлами автомобіля без необхідності його підняття. При цьому особлива увага приділяється забезпеченню безпеки — оглядова яма має бути оснащена

протиковзкими покриттями, освітленням і вентиляцією для комфортної та безпечної роботи.

Для локального піднімання або підтримки окремих частин автомобіля застосовують гідравлічні пересувні домкрати. Вони поділяються на низькопрофільні моделі, що дозволяють піднімати об'єкти, розташовані близько до підлоги, і високі домкрати з подовженими штоками (“довгою шиєю”), які використовуються для підтримки вузлів чи агрегатів після підняття основним підйомником. Гідравлічний механізм домкрата забезпечує плавність і точність регулювання висоти підйому, що є важливим для безпечного виконання ремонтних операцій. Наявність коліс на рамі домкрата підвищує мобільність обладнання, дозволяє швидко переміщати його в необхідну точку робочої зони без значних фізичних зусиль, що оптимізує робочий процес та скорочує час на підготовку до ремонту (рис.1.2).



Рисунок 1.2 – планування сучасного посту ремонту з інструментом

Крім базового підйомного обладнання, робочий пост повинен бути оснащений додатковими технічними засобами, такими як спеціалізовані підпирні стійки, ключі, знімачі, пристрої для контролю параметрів автомобіля (наприклад, динамометричні ключі, вимірювачі рівня тощо), системи освітлення високої інтенсивності, які забезпечують належну видимість навіть у важкодоступних зонах. Всі інструменти та обладнання повинні бути

розміщені таким чином, щоб забезпечувати максимально ергономічний та безпечний доступ для технічного персоналу.

Дотримання зазначених вимог забезпечує підвищення ефективності та якості ремонтних робіт, зменшення часу їх виконання, а також зниження ризиків травматизму та поломок обладнання. Важливим фактором є регулярне технічне обслуговування та контроль справності підйомників і допоміжних механізмів, що гарантує надійність і довговічність використання обладнання на ремонтному посту. [2]

Для зберігання інструментів та витратних матеріалів на ремонтному посту використовують шафи, які можуть бути як стаціонарними, так і пересувними для зручності переміщення по робочій зоні. У таких шафах зберігаються комплекти ключів різних типів — комбіновані, торцеві, головки з відповідними номіналами, а також динамометричні ключі, які забезпечують правильне затягування відповідно до встановлених норм. Крім того, в них розміщують різноманітні ручні інструменти: викрутки, молотки, лом, монтажні пристрої, а також спеціалізовані інструменти, рекомендовані виробниками запчастин для виконання специфічних робіт.

У шафах також зберігаються витратні матеріали: болти, гайки, стяжки, гумові трубки, шланги, металеві дроти, електроди для зварювання, свердла, різальні та нарізні круги. Особливу увагу приділяють вимірювальним приладам — лінійкам, метрам, рулеткам, штангенциркулям, кутникам, циркулям, а для електротехнічних вимірювань використовується мультиметр.

Для огляду та оцінки деталей передбачено спеціальний стіл з додатковим освітленням, де можна проводити точні розрахунки необхідних параметрів. Оскільки часто виникає потреба у зварювальних роботах, на посту має бути відповідне зварювальне обладнання — напівавтоматичне або електродугове. Важливо, щоб робоче місце було оснащено системою витяжки для видалення шкідливих газів, а персонал мав засоби індивідуального захисту.

Для очищення поверхонь або продувки деталей із заданою силою подачі повітря застосовують компресорні установки. Існують системи з великим ресивером, які забезпечують подачу стисненого повітря до кількох робочих

місць одночасно. У таких випадках можна встановити пневматичний гайкокрут, що значно полегшує та пришвидшує розбирання і складання вузлів та агрегатів. Якщо ж пневматичне обладнання встановити неможливо, альтернативою є електричні портативні або мережеві гайкокрути (рис. 1.3), які забезпечують достатній рівень продуктивності та мобільності.



Рисунок 1.3 – вигляд сучасного поста з підйомником

Завдяки наявності всього цього комплексу обладнання майстер має змогу виконувати ремонтні роботи на найвищому професійному рівні, що забезпечує високу якість обслуговування і дає можливість сервісу надавати гарантії на виконані послуги. Для керівництва автосервісу одним із ключових факторів є ефективність інвестицій, тому при виборі обладнання особлива увага приділяється оптимальному співвідношенню ціни, якості та функціональних можливостей. Це дозволяє уникнути зайвих витрат на дорогі аналоги з ідентичними характеристиками і забезпечує раціональне використання фінансових ресурсів підприємства, одночасно підтримуючи високий рівень сервісу і задоволення клієнтів. Крім того, сучасне обладнання повинно бути надійним, зручним у використанні та легко інтегруватися в існуючі технологічні процеси, що також впливає на загальну ефективність роботи сервісу.

## 1.2 Аналіз сучасних підйомників

Сучасний ринок пропонує широкий вибір обладнання, зокрема підйомників для ремонту автомобілів. При виборі підйомника слід враховувати типи ремонтних, технічних оглядових та профілактичних робіт, які виконує сервіс, а також їх обсяги. Важливо також звертати увагу на спеціалізацію сервісу щодо типів автомобілів, надаючи пріоритет якісному та своєчасному виконанню послуг. Крім того, не менш важливим є співвідношення ціни та функціональних можливостей, які виробник пропонує за певну вартість, адже саме це впливає на економічну доцільність придбання обладнання.[4]

До основних типів підйомників відносять двостійковий підйомник (рис. 1.4), який є одним із найпоширеніших при ремонті ходової частини легкових автомобілів. Цей підйомник відрізняється простою конструкцією та зручністю встановлення. Він забезпечує доступ майстру практично до всіх ділянок автомобіля, не заважаючи виконанню робіт. Завдяки чотирьом регульованим лапам можливе точне позиціювання на опорних точках транспортного засобу, що робить його універсальним для обслуговування автомобілів різних розмірів. Підйомники цього типу можуть бути симетричними або асиметричними залежно від довжини та форми лап.



а)



б)

Рисунок 1.4 – Двостійковий: а) нижня синхронізація, б) верхня синхронізація.

Чотиристійковий підйомник (рис. 1.5) має більш міцну і масивну конструкцію, що дозволяє піднімати важчі вантажі. Завдяки своїм габаритам система синхронізується простіше та надійніше. Наявність трапу, закріпленого між чотирма стійками, обмежує доступ до нижньої частини автомобіля, проте цей тип підйомника дозволяє виконувати розвал-сходження за умови наявності додаткових канавок на платформі. У багатьох випадках він є більш зручним і безпечним варіантом порівняно з оглядовою ямою.



Рисунок 1.5 – Чотири стійковий підйомник

Ножичний підйомник (рис. 1.6) є одним із найбільш універсальних і компактних типів підйомників. Завдяки особливій конструкції рухомої основи вдалося створити простий, надійний і малогабаритний механізм. Підйом відбувається за допомогою гідроциліндра, який розкриває всю конструкцію, а приводом служить електродвигун. Існує дві основні модифікації: довга платформа, яка використовується для регулювання розвалу-сходження, та коротка платформа з вільними колесами, що забезпечує повний доступ до ходової частини автомобіля..



Рисунок 1.6 – Ножничний підйомник а) короткий платформа б) довгій платформі

Плунжерні підйомники (рис. 1.7) в Україні не набули великої популярності, проте на заході вони є одними з провідних варіантів для авторемонтних майстерень. Для їх встановлення не потрібно багато простору. Основна підйомна частина розташована під землею, а зверху залишається лише платформа, на яку встановлюється автомобіль. Аналогічно двостійковим підйомникам, плунжерні можуть мати симетричні або асиметричні лапи, а також довгі або короткі платформи, подібно до ножичних моделей. Ці підйомники здобули популярність завдяки компактним розмірам та надійності в роботі.



Рисунок 1.7 – Плунжерні підіймачі

Більшість сучасних підйомників працюють на електромеханічному принципі. У популярних двостійкових моделях кожна стійка оснащена окремим приводом, і за допомогою електронної або механічної системи синхронізації забезпечується плавне та одночасне підняття автомобіля. При

виборі системи варто віддавати перевагу тій, яка найкраще відповідає поставленим завданням і забезпечує максимально ефективну роботу. [5]

### 1.3 Характеристики підйомників

Для початку розглянемо технічні характеристики двостійкового підйомника з симетричними лапами Peak 208с (рис. 1.8). Основна механічна, найбільш габаритна частина цього підйомника має висоту 3602 мм, загальну ширину зі стійками 3390 мм, відстань між стійками — 2780 мм. Довжина лап варіюється від 683 до 1159 мм, максимальна висота підняття лапи становить 1815 мм, а найнижча точка — 192 мм. Загальна вага підйомника — 628 кг. Підйом оснащений електродвигуном потужністю 2 кВт, синхронізованим через верхню частину стійок. Він може піднімати автомобілі вагою до 4 тонн за 45 секунд. Живлення пристрою здійснюється від електромережі з напругою 380 В.

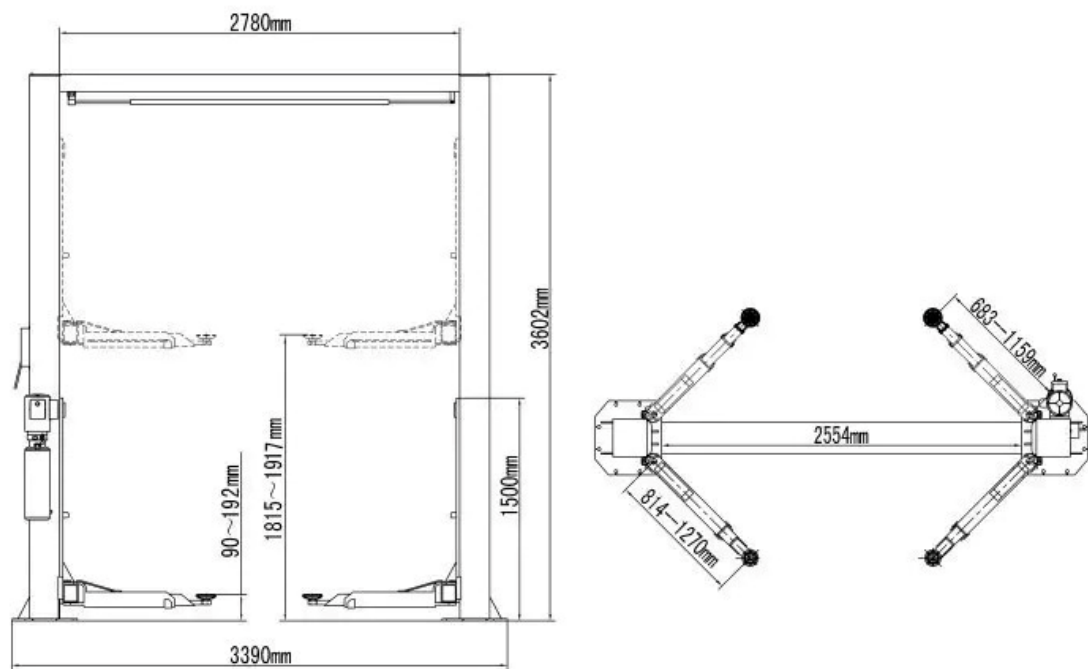


Рисунок 1.8 – Схема підіймача PEAK 208с

Що стосується характеристик чотиристійкового підйомника Peak 414А (рис. 1.9), він є більшим та більш масивним пристроєм. Оснащений електродвигуном потужністю 3 кВт, цей підйомник може піднімати вантажі вагою до 6,0 тонн на висоту 1915, мм за 1 хвилину. Силова частина пристрою

важить 1546 кг, а загальні габарити основи становлять 3324 мм у ширину, 2185 мм у висоту та 5500 мм у довжину. Внутрішня платформа з відкидними трапами має робочий простір довжиною 6528,0 мм і шириною 2594,0 мм.

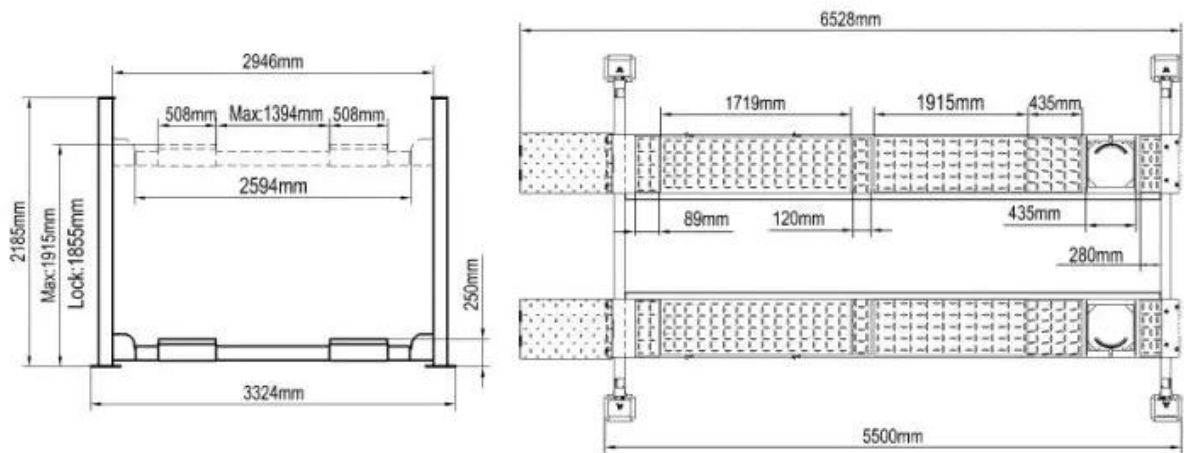


Рисунок 1.9 – Чотиристійковий підіймач PEAK 414A

На відміну від габаритних чотиристійкових підійомників, ножичний підійомник Skyrack 3030 (рис. 1.10) відрізняється своєю компактністю. Його ширина становить всього 1950 мм, а довжина не перевищує 2234,0 мм. У складеному стані висота підійомника становить лише 110,0 мм. Такі компактні розміри зумовлюють менш потужний електродвигун — 2,20 кВт, який приводить у дію гідроциліндр для підняття платформи. Цей підійомник здатний піднімати автомобілі вагою до 3 тонн за 55 секунд на висоту до 1850,0 мм.

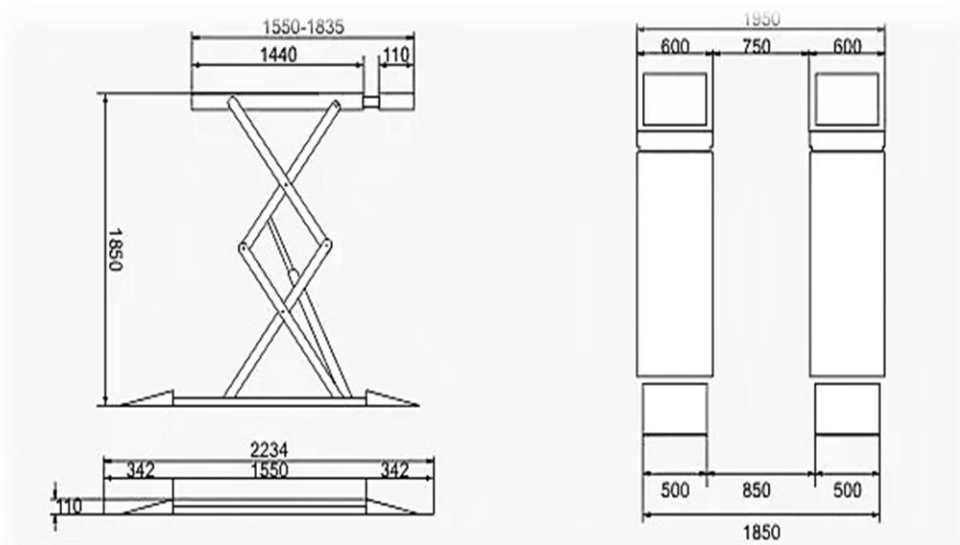


Рисунок 1.10 – Ножичний підіймач SKYRACK 3030

Компактним варіантом для робочої ділянки є також плунжерний підйомник ML 2.35 PV (рис. 1.11). Його двигун і гідравлічні циліндри розташовані під землею, проте для їхнього розміщення необхідний простір із розмірами: глибина 2455,0 мм, ширина 420,0 мм та довжина 1560 мм. Установлений електромотор має потужність 3,5 кВт, а вантажопідйомність підйомника становить 3,5,0 тонни. На поверхні знаходяться дві платформи з поршнями, які можуть підніматися на висоту до 1950 мм, при цьому у складеному стані їх висота становить лише 95 мм. Відстань між основами платформ — 1335 мм, а довжина самих платформ варіюється від 1700 до 2400 мм.

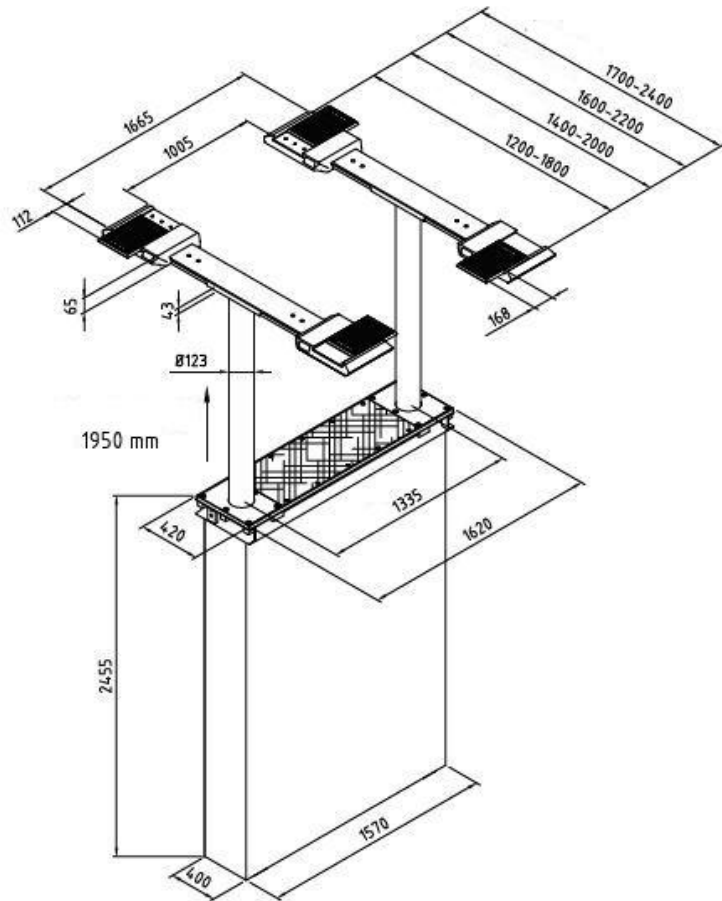


Рисунок 1.11 – Плунжерний підіймач Ml 2.335 Pv

#### 1.4 Обґрунтування теми роботи

Підйомник є одним із ключових інструментів в роботі автосервісу. Без нього виконання більшості операцій стає значно менш зручним, а робота

майстра сповільнюється, що може відштовхнути клієнтів від повторного звернення до вашого сервісу. Крім того, відсутність підйомника змушує витрачати більше фізичних зусиль на ремонтні роботи, що суттєво знижує загальну продуктивність автосервісного поста і, як наслідок, веде до втрати потенційного прибутку. Ігнорувати важливість цього обладнання або недооцінювати його значення було б помилкою. У системі чітко налагоджених і ефективних робочих процесів підйомник виконує важливу та незамінну роль.

Не завжди є можливість чи бажання детально вивчати ринок сучасних авто-підйомників, і внаслідок цього існує ризик вибрати обладнання, яке не найкращим чином відповідає специфіці наявного приміщення або типу і вазі обслуговуваних автомобілів. Наприклад, підйомник з вантажопідйомністю 5 тонн може виявитися надмірним для сервісу, який працює з легковими авто до 3 тонн, що зробить його дорожчим і менш економічним у порівнянні з моделями з меншими характеристиками. У цій роботі будуть наведені порівняльні характеристики різних сучасних підйомників, що допоможе зробити обґрунтований вибір.

Придбання та встановлення підйомника — не настільки складне завдання, як правильний вибір типу обладнання, який максимально ефективно відповідатиме умовам приміщення і потребам сервісу. Це сприятиме підвищенню продуктивності роботи та покращенню зручності для майстрів. Водночас важливо враховувати можливі недоліки техніки, які можуть стати критичними у процесі експлуатації. Основна мета цієї роботи — модернізація та вдосконалення підйомника, а також обґрунтування необхідності та доцільності запропонованих змін.[6]

## 2 ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДЙОМНИКА

### 2.1 Визначення критеріїв ефективності підйомників

Варто наголосити, що більшість виробників випускають різні моделі підйомачів, які можуть суттєво відрізнятися між собою навіть за умови наявності ліцензій та патентів. При детальному аналізі виявляється, що такі підйомачі можуть мати зовсім різні матеріали, типи з'єднань, шви, механізми та принципи роботи.

Насамперед слід звернути увагу на *вантажопідйомність* — це показник максимальної маси, яку підйомач здатен безпечно підняти. Зазвичай вона вказується в кілограмах або тонах. На цей параметр впливають конструкція обладнання, використані матеріали та потужність приводу.

Іншим важливим фактором є *надійність*. Вона включає якість матеріалів, загальну конструкцію, сучасність гідравлічної або іншої системи підйому, а також електроніку. Надійність знижується за відсутності систем безпеки, таких як аварійна зупинка, захист від перевантаження, гальмівні механізми та фіксатори положення.

Не менш важливим є критерій *вартості*. У нашій реальності бюджет СТО часто обмежений та залежить від інфляції чи непередбачених витрат. Ціна формується залежно від типу підйомача, його оснащення, репутації бренду, комплектації та додаткових сервісів (наприклад, гарантії). Популярні бренди, як правило, дорожчі, навіть якщо подібні характеристики пропонують менш відомі виробники.

*Складність ремонту та обслуговування* — це критерій, що набуває актуальності після певного періоду експлуатації. Важливо, щоб до підйомача були доступні запчастини, документація, технічна підтримка. Це особливо важливо при наявності специфічних моделей або у разі, коли виробник не має представництва в країні.

Наступний показник — *габаритні розміри*. Вони визначають простір, який підйомач займає на сервісі. Це висота колон, ширина між стійками

(робочий простір), довжина лап або платформи. Все це впливає на зручність роботи з різними автомобілями.

Останній критерій — *металоємність*. Вона включає масу підіймача, товщину і якість металу. Метал має бути стійким до скручування, перепадів температур, корозії, а також до точкових ударів. Погана якість металу може призвести до деформацій і руйнування конструкції в процесі експлуатації.

Обираючи підіймач, необхідно враховувати всі ключові параметри, зважаючи не лише на ціну чи бренд, а й на функціональність, надійність, доступність обслуговування і відповідність умовам роботи. Раціональний підхід до вибору забезпечить довготривалу й безпечну експлуатацію обладнання.

Ось кругова діаграма (рис. 2.1.), що ілюструє важливість основних критеріїв при виборі автомобільного підйомника. Вона відображає шість ключових параметрів, які слід враховувати:

Вантажопідйомність — базова характеристика, що визначає максимально допустиму масу автомобіля.

Надійність — включає якість матеріалів, безпеку, тип приводу та конструктивну цілісність.

Ціна — впливає на досяжність покупки та залежить від типу, бренду й комплектації.

Складність обслуговування — оцінює доступність запчастин, документації й сервісного обслуговування.

Габарити — важливі при обмеженому просторі СТО та для комфортної роботи.

Металоємність — характеризує міцність, зносостійкість і довговічність конструкції.

Ці критерії повинні розглядатися комплексно, щоб підіймач був не лише ефективним, а й економічно доцільним у використанні.



1. Вантажопідійомність-20%;
2. Ціна-20%;
3. Надійність-20%;
4. Складність ремонту і обслуговування-15%;
5. Габаритні розміри-15%;
6. Металоємність-10%

Рисунок 2.1. – Діаграма важливості критеріїв у виборі підіймача.

Застосовність підіймача на станціях технічного обслуговування, зокрема й вітчизняних, є важливим критерієм, що визначається станом ринку та рівнем довіри до певного виробника. Якщо конкретна модель відомого бренду набуває широкого розповсюдження та популярності серед користувачів, це часто призводить до її домінування на ринку. У такому випадку значно легше знайти як запасні частини, так і спеціалістів, які мають досвід з ремонту, монтажу й обслуговування цієї моделі. Крім того, обмін досвідом між СТО, інструкції, технічна документація і підтримка таких моделей поширені значно краще.

У той же час менш відомі або нові моделі, які ще не встигли зарекомендувати себе на ринку, можуть викликати певну недовіру з боку покупців. Через це вони менш охоче купуються, що ще більше знижує їхню представленість у сервісах. Відповідно, виникають труднощі з пошуком комплектуючих, сервісного обслуговування та кваліфікованих спеціалістів. У результаті навіть за хороших технічних характеристик такі підіймачі можуть

виявитися менш придатними до використання в умовах СТО через низьку практичну інтеграцію в ринок.

Таким чином, обираючи підіймач, варто зважати не лише на його технічні параметри, а й на рівень поширення, підтримки й адаптованості до локального ринку — адже це безпосередньо впливає на зручність його експлуатації в довгостроковій перспективі.

## **2.2 Аналіз за визначеним критеріями ефективності**

Для обґрунтування доцільності модернізації конкретного типу підіймача необхідно проаналізувати найбільш популярні та поширені моделі, що використовуються на сервісних станціях або постах. Порівняння основних технічних характеристик дозволить виявити найбільш затребувані варіанти на ринку. Модернізація маловідомих або неактуальних моделей є економічно необґрунтованою та малоімовірною в реальних умовах експлуатації. Усі наведені нижче моделі мають високий попит на маркетплейсах, серед постачальників обладнання для СТО або отримали широке визнання серед автомайстрів через репутацію виробника чи рекомендації фахівців галузі.

Підіймач Launch TLT-235SB-380 двостійковий з нижньою синхронізацією, прикритою металевим кожухом, що забезпечує захист від корозії. Максимальна вантажопідйомність становить 3500 кг при висоті підйому 188 см. Завдяки сучасній конструкції та широкій наявності в продажу, не виникає труднощів з обслуговуванням чи ремонтом. Підіймач оснащений електрогідравлічним приводом, який у разі несправності потребує втручання спеціаліста, однак вирішення проблем зазвичай є швидким. Габаритні розміри становлять: ширина 300 см, висота 286 см, довжина передніх лап — 90–140 см, задніх — 60–110 см. Вага установки — 610 кг. Ця модель популярна на ринку завдяки оптимальному співвідношенню ціни (92 500 грн) та технічних характеристик.

Модель РЕАК 208 також є двостійковим підіймачем із нижньою синхронізацією, захищеною кожухом. Забезпечує підйом вантажів до 4000 кг на висоту 185 см. Виготовлена з металу меншої товщини порівняно з конкурентами, а якість зварних швів поступається іншим моделям. Проте електрогідравлічний привід відзначається надійністю. У встановленому стані конструкція займає площу: ширина — 339 см, висота — 285 см, довжина лап — 683–1159 мм. Вага підіймача — 582 кг. Зазвичай використовується як додатковий підіймач для важких транспортних засобів або з метою економії коштів, оскільки вартість моделі становить 82 400 грн.

Двостійковий підіймач PWR-240A від компанії POWERLIFT має синхронізацію через жолоб, що підвищує захищеність механізму від забруднення та корозії. Вантажопідйомність становить 4 т, максимальна висота підйому — 1825 мм. Оснащений електрогідравлічним двигуном потужністю 2,2 кВт. За належного технічного обслуговування модель працює стабільно. Конструкція виконана з металу середньої товщини, при цьому деякі з'єднання розташовані не оптимально. Габарити: висота — 2842 мм, ширина — 2900 мм, довжина передніх лап — 705–1045 мм, задніх — 906–1460 мм. Вага — 559 кг. Часто використовується як бюджетна альтернатива. Вартість — 86 950 грн.

Launch TLT250AT ще одна двостійкова модель з верхньою синхронізацією, що забезпечує вільний доступ до підлоги під автомобілем. Максимальне навантаження — 5 т, висота підйому — 192 см. Конструкція виготовлена з якісного металу відповідно до європейських стандартів. Оснащена сучасним електрогідравлічним приводом. Габарити: ширина — 350 см, висота — 481 см, довжина лап — 95–180 см. Вага — 960 кг. Модель рідко використовується через значні розміри. Ціна — 193 240 грн.

ОМА 210I двостійковий підіймач із верхньою синхронізацією, яка не створює перешкод на підлозі. Вироблений в Європі з якісного металу із застосуванням роботизованого зварювання. Піднімає до 4200 кг на висоту 2011 мм. Обладнаний сучасним електрогідравлічним приводом. Габарити: висота — 4190 мм, ширина — 3364 мм, передні лапи — 630–970 мм, задні —

922–1422 мм. Вага — 715 кг. Через високу ціну (269 740 грн) модель менш поширена, але вважається дуже надійною.

Erco HC4502N двостійковий підіймач з верхньою синхронізацією, вантажопідйомністю до 4,5 т. Стандартна висота конструкції — 405 см, підйом — до 2 м. Висока надійність досягається завдяки товстому металу, тросам і роботизованому зварюванню. Електрогідравлічний мотор простий в обслуговуванні. Ширина — 386 см, лапи симетричні (90–175 см), вага — 835 кг. Вартість — 190 820 грн. Використовується на СТО з великою завантаженістю.

Launch TLT455W чотирьохстійковий підіймач з електрогідравлічним приводом і пневматичним блокуванням. Підйом: до 5,5 т на 190 см. Виготовлений з товстого металу, оснащений якісними компонентами та системами безпеки. Габарити: висота колон — 2172 мм, довжина платформи з трапами — 6825 мм, ширина — 3445 мм. Вага — 1750 кг. Використовується для 3D-діагностики та регулювання розвалу-сходження. Ціна — 315 500 грн.

SkyRack SR-4050N чотирьохстійковий підіймач вантажопідйомністю 5 т, висота підйому — 186 см. Механізми і датчики попереднього покоління здешевлюють модель, проте вона залишається надійною. Простота конструкції полегшує ремонт. Габарити: висота — 214 см, довжина платформи з трапом — 595 см, ширина — 315 см. Вага — 1340 кг. Призначення — розвал-сходження та слюсарні роботи. Ціна — 249 9500 грн.

Butler LOGIC50LA сучасний італійський чотирьохстійковий підіймач, вантажопідйомністю 5,0 т. Оснащений датчиками положення, захисними механізмами та сучасною електронікою. Обслуговування можливе лише кваліфікованими спеціалістами. Висота — 2614 мм, довжина платформи — 6707 мм, ширина — 3355 мм, вага — 1800 кг. Призначений для преміальних СТО. Вартість — 494 500 грн.

Aircraft PPN-4000K ножичний пересувний підіймач з пневматичним підсиленням, вантажопідйомністю 4 т, висота підйому — 40 см. Компактний, маса — 320 кг. Має аварійний клапан безпеки. Розміри: у складеному стані —

13 см заввишки, ширина — 174 см, довжина — 223 см. Призначення — шиномонтаж і легкі слюсарні роботи. Ціна — 66 950 грн.

SkyRack 3030c ножичний електрогідравлічний підіймач вантажопідйомністю 3 т, висота підйому — 100 см. Простий в експлуатації, має запобіжний клапан. Габарити: довжина — 145 см, ширина — 178 см, висота у складеному стані — 11 см. Вага — 425 кг. Застосовується для кузовних і шиномонтажних робіт. Вартість — 92 500 грн.

Плунжерний підіймач MAHA ZS SQUARE II вантажопідйомністю 3,5 т, висота підйому — 1976 см. Підземне розташування обладнання забезпечує вільний простір, але ускладнює технічне обслуговування. Глибина — 240 см, відстань між плунжерами — 135 см, довжина платформи — 140–200 см. Ціна — 320 700 грн.

Autop Stenhoj Masterlift 2.35 Saa 260 плунжерний підійомник з вантажопідйомністю 3,6 т, висота — 1950 мм. Міцна сталева касета захищає внутрішні механізми. Глибина встановлення — 2625 мм, відстань між циліндрами — 2660 мм. Вартість — 482 700 грн. Застосовується на сучасних сервісах преміум-класу.

Після аналізу основних моделей підіймачів різних типів і конструкцій стає можливим провести класифікацію за ключовими параметрами (табл. 2.1). Це дозволяє краще розуміти попит на ринку, переваги СТО та готовність клієнтів до компромісів між функціональністю й ціною. У поточних економічних умовах більшість майстерень схильні обирати дешевші альтернативи. Оцінки, подані в таблиці, можуть бути використані як база для подальшого вибору, порівняльного аналізу або адаптації до інших моделей, які не увійшли до переліку.

На основі наведених даних можна визначити, за якими критеріями окремі моделі мають переваги, а за якими — поступаються. Це дозволяє сформувати відповідні оцінки (табл. 2.2).

Таблиця 2.1 – Характеристики підіймачів

| № 3/п | Марка і модель підіймача              | Вантажопідійомність, кг | Ціна, грн | Надійність       | Складність ремонту і обслуговування | Габаритні розміри                | Металосмність, кг | Застосування на СТО |
|-------|---------------------------------------|-------------------------|-----------|------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|
| 1     | Launch TLT-235SB-380                  | 3 500                   | 92 400    | Вище середнього  | Середня                             | H:286 см<br>W:300 см             | 610               | Вище середнього     |
| 2     | PEAK 208                              | 4 000                   | 82 000    | Середня          | Середня                             | H:285 см<br>W:339 см             | 582               | Середня             |
| 3     | POWERLIFT PWR-240A                    | 4 000                   | 86 940    | Середня          | Середня                             | H:284 см<br>W:290 см             | 559               | Нижче середнього    |
| 4     | LAUNCH TLT250AT                       | 5 000                   | 193 000   | Вище середнього  | Нижче середнього                    | H:481 см<br>W:350 см             | 960               | Низька              |
| 5     | OMA 210I                              | 4 200                   | 270 000   | Вище середнього  | Нижче середнього                    | H:419 см<br>W:336 см             | 715               | Низька              |
| 6     | Erco HC4502N                          | 4 500                   | 191 000   | Вище середнього  | Нижче середнього                    | H:405 см<br>W:386 см             | 835               | Низька              |
| 7     | LAUNCH TLT455W                        | 5 500                   | 315 000   | Вище середнього  | Середня                             | H:217 см<br>W:344 см<br>L:572 см | 1750              | Нижче середнього    |
| 8     | SkyRack SR-4050N                      | 5 000                   | 250 000   | Середня          | Середня                             | H:214 см<br>W:315 см<br>L:472 см | 1350              | Середня             |
| 9     | Butler LOGIC 50LA                     | 5 000                   | 494 000   | Вище середнього  | Середня                             | H:261 см<br>W:335 см<br>L:670 см | 1800              | Низька              |
| 10    | AIRKRAFT PPN-4000K                    | 4 000                   | 66 990    | Середня          | Нижче середнього                    | H:13 см<br>W:170 см<br>L:223 см  | 320               | Вище середнього     |
| 11    | SkyRack 3030c                         | 3 000                   | 92 000    | Нижче середнього | Середня                             | H:11 см<br>W:178 см<br>L:140 см  | 420               | Середня             |
| 12    | MAHA ZS SQUARE II                     | 3 500                   | 320 000   | Вище середнього  | Середня                             | H:196 см<br>W:135 см             | —                 | Низька              |
| 13    | Autop Stenhoj Masterlift 2.35 Saa 260 | 3 500                   | 483 000   | Вище середнього  | Середня                             | H:195 см<br>W:260 см             | —                 | Низька              |

Узагальнення характеристик у єдиній площині полегшує порівняльний аналіз, дає змогу простежити загальний вплив окремих параметрів один на одного та виявити взаємозв'язки між ними. Наприклад, використання високоякісного матеріалу для виготовлення основи підіймача спричиняє підвищення його вартості, однак водночас забезпечує вищу надійність та

зручніше обслуговування. У такій ситуації постає необхідність вибору між пріоритетними характеристиками: або інвестувати більше коштів заради вищої якості, або ж обрати компромісний варіант середньої цінової категорії.

Таблиця 2.2 – Аналіз підйомників що до критеріїв

| № 3/п | Марка і модель підйомача        | Вантажопідйомність | Ціна | Надійність | Складність ремонту і обслуговування | Габаритні розміри | Металомісткість | Застосування на СТО | Рейтинг   |
|-------|---------------------------------|--------------------|------|------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|-----------|
| 1     | Launch TLT-235SB-380            | 6                  | 6    | 7          | 8                                   | 6                 | 6               | 7                   | <b>46</b> |
| 2     | PEAK 208                        | 6                  | 8    | 5          | 7                                   | 6                 | 5               | 6                   | 43        |
| 3     | POWERLIFT PWR-240A              | 6                  | 7    | 5          | 6                                   | 7                 | 5               | 5                   | 41        |
| 4     | LAUNCH TLT250AT                 | 8                  | 5    | 8          | 8                                   | 5                 | 7               | 3                   | 44        |
| 5     | OMA 210I                        | 6                  | 4    | 9          | 8                                   | 6                 | 7               | 3                   | 43        |
| 6     | Erco HC4502N                    | 7                  | 5    | 8          | 8                                   | 5                 | 6               | 4                   | 43        |
| 7     | LAUNCH TLT455W                  | 8                  | 4    | 7          | 7                                   | 4                 | 8               | 6                   | 44        |
| 8     | SkyRack SR-4050N                | 7                  | 5    | 6          | 7                                   | 5                 | 6               | 5                   | 41        |
| 9     | Butler LOGIC 50LA               | 8                  | 3    | 9          | 7                                   | 6                 | 8               | 3                   | 44        |
| 10    | AIRKRAFT PPN-4000K              | 7                  | 8    | 5          | 7                                   | 7                 | 4               | 7                   | 45        |
| 11    | SkyRack 3030c                   | 6                  | 6    | 5          | 6                                   | 6                 | 5               | 6                   | 40        |
| 12    | MAHA ZS SQUARE II               | 6                  | 4    | 7          | 9                                   | 7                 | 5               | 4                   | 42        |
| 13    | Stenhøj Masterlift 2.35 Saa 260 | 6                  | 3    | 7          | 8                                   | 8                 | 4               | 3                   | 39        |

Отже, проведений аналіз технічних характеристик різних моделей автомобільних підйомачів дозволяє зробити висновок, що кожна з них має свої переваги та недоліки залежно від конкретних критеріїв оцінювання. Відзначено, що ключовими параметрами, які суттєво впливають на доцільність використання підйомачів у СТО, є вантажопідйомність, висота підйому, габарити, тип приводу, споживана потужність, надійність конструкції та зручність обслуговування.

Узагальнення цих характеристик у вигляді порівняльної таблиці дозволяє візуально оцінити технічний рівень моделей, а також виявити, які саме

показники потребують модернізації. Такий підхід сприяє кращому розумінню взаємного впливу окремих критеріїв і формує об'єктивну базу для подальшого обґрунтованого вибору оптимальної моделі для конкретних умов експлуатації або прийняття рішення щодо модернізації наявного обладнання.

### **2.3 Обґрунтування вибору підіймача**

Більшість обладнання на СТО потребує регулярного технічного обслуговування, однак автомобільні підіймачі вимагають до себе особливої уваги. Їх несправність або неналежне використання може призвести до важких травм або навіть летальних наслідків. Зокрема, неправильне встановлення захоплюючих лап може спричинити нестабільне підняття автомобіля, перекося конструкції, перевантаження окремих елементів або розсинхронізацію приводів. Особливо небезпечними є ситуації, коли порушується баланс під час підймання.

В електромеханічних підіймачах необхідно ретельно контролювати стан приводів, з'єднувальних елементів — таких як ланцюги чи ремені — а також слідкувати за рівномірністю руху обох колон. Ще одним важливим фактором є рівень шуму при роботі — тривалий вплив високого шумового навантаження негативно позначається на здоров'ї персоналу, особливо на слуховому апараті.

У двостійкових підіймачах тип синхронізації також визначає експлуатаційні особливості. Якщо синхронізація здійснюється через верхню частину, то це обмежує можливість підймання автомобілів із високим кузовом, а також ускладнює використання підіймача у приміщеннях із недостатньою висотою стелі. До того ж верхня перекладаина ускладнює встановлення якісного підлогового покриття та знижує візуальну відкритість простору. У випадку нижньої синхронізації з'являється жолоб або накритий канал у підлозі, що ускладнює пересування персоналу, візків з інструментами чи іншого обладнання, а також сприяє накопиченню бруду, мастила і води.

Ще однією поширеною проблемою двостійкових підіймачів є складність підймання автомобілів із низьким кліренсом — лапи просто не можуть

потрапити під днище без застосування додаткових пристроїв, таких як пандуси або спеціальні підкладки.

Чотирьохстійкові підіймачі, хоча й забезпечують високу вантажопідйомність та стабільність, мають значно більші габарити, що обмежує можливість їх встановлення в тісних приміщеннях. Крім того, через платформену конструкцію доступ до ходової частини автомобіля та коліс значно ускладнений без застосування додаткових домкратних візків або спеціального обладнання.

Ножичні підіймачі вирізняються більшою компактністю та мобільністю, що є їхньою значною перевагою. Проте середня висота підйому в деяких моделях (від 1,5 до 2 метрів) є недостатньою для комфортної роботи майстра в повний зріст під автомобілем. Окрім того, компактність конструкції іноді досягається за рахунок зменшеного об'єму металу, що, попри аналогічну потужність приводу, може призвести до зниження довговічності при частому піднятті великих вантажів.

Плунжерні підіймачі, як сучасне рішення, стали еволюційним розвитком двостійкових моделей і усунули більшість їхніх недоліків — забезпечують повний доступ до ходової частини, не мають виступаючих частин, що заважають пересуванню, та дозволяють встановлення в підлогу без порушення естетики чи ергономіки робочого простору. Однак головною проблемою таких систем є розміщення гідравлічного механізму під рівнем підлоги. Зазвичай його нижня точка знаходиться на глибині до двох метрів, що суттєво ускладнює монтаж, обслуговування і потребує складних інженерних рішень при проектуванні майстерні, особливо в умовах обмеженого простору або при високому рівні ґрунтових вод.

Таким чином, кожен тип підіймача має як свої переваги, так і об'єктивні недоліки, які варто враховувати при виборі обладнання відповідно до умов експлуатації, особливостей обслуговуваних автомобілів та специфіки роботи СТО.

Підйомник Launch TLT-235SB-380 є одним із найпопулярніших та найбільш поширених автомобільних підйомників у сфері обслуговування і

ремонту транспортних засобів завдяки своїм технічним характеристикам та експлуатаційним властивостям. Основною причиною широкого застосування цієї моделі є її висока вантажопідйомність, що становить до 3,5 тонн, що дає змогу піднімати більшість легкових та легких вантажних автомобілів. Це забезпечує універсальність підйомника і дозволяє використовувати його на різних типах сервісних станцій.

Конструкція підйомника виконана з міцної високоякісної сталі, що гарантує довговічність і надійність обладнання в умовах інтенсивної експлуатації. Застосування посиленних елементів конструкції сприяє стабільності підйомника під час роботи, зменшує ризик деформацій та поломок, що особливо важливо для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу.

Launch TLT-235SB-380 оснащений сучасною гідравлічною системою, що забезпечує плавний і безперебійний підйом та опускання транспортного засобу. Управління підйомником є простим і зручним, що оптимізує робочий процес і знижує час обслуговування автомобіля. Вбудовані системи безпеки, такі як захист від перевантаження та механізми блокування в піднятому положенні, мінімізують ризики аварійних ситуацій і підвищують рівень безпеки під час експлуатації.

Крім того, важливим фактором популярності підйомника Launch TLT-235SB-380 є його оптимальне співвідношення ціни та якості. Ця модель є доступною для багатьох автосервісів, що забезпечує економічну вигідність при одночасному отриманні надійного і функціонального обладнання.

Таким чином, Launch TLT-235SB-380 поєднує в собі високу вантажопідйомність, надійність конструкції, зручність у використанні та дотримання вимог безпеки, що робить його одним із кращих виборів для оснащення сучасних сервісних станцій.

### 3 МОДЕРНІЗАЦІЯ ПОСТА РЕМОНТУ

#### 3.1 Пропозиції до модернізації

Актуальність модернізації малопоширених моделей підіймачів на вітчизняних СТО є сумнівною. Якщо певний вид підіймача не має попиту, то його удосконалення не дозволить глибоко розкрити проблематику теми дослідження. Окрім цього, в результатах аналізу в пункті «Застосування на СТО» спостерігається кореляція між низьким рівнем популярності та високою вартістю окремих моделей. Чим дорожчий підіймач — тим менше шансів, що його оберуть для закупівлі, особливо в умовах обмежених фінансових можливостей сервісних станцій. Звичайно, бувають винятки, коли на рішення впливають бренд, рекомендації колег або специфічні завдання, але це радше окремі випадки, а не загальна тенденція.

Першочергово необхідно визначитися з типом підіймача, що стане об'єктом модернізації. Наприклад, ножичні підіймачі мають переваги у вигляді компактності та невисокої ціни, але вони конструктивно обмежені у використанні. Вони призначені переважно для швидкого підіймання легкових автомобілів і не підходять для багатьох видів ремонтних робіт, особливо тих, що стосуються ходової частини.

Плунжерні підіймачі є перспективними з точки зору розвитку, оскільки активно впроваджуються у країнах Європи та США. Вони мають естетичний вигляд, не займають багато простору в закритому стані, і є зручними у використанні. Проте в Україні через економічну ситуацію, високу вартість і війну плунжерні підіймачі ще не набули масового застосування. Вони не змогли повністю витіснити традиційні конструкції та закріпитися як домінуючий вибір.

Чотиристійкові підіймачі, своєю чергою, призначені для вузького спектра завдань — як-от регулювання розвалу-сходження або робота з великим комерційним транспортом. Вони малопридатні для загального використання через розміри, високу вартість і складність обслуговування.

Таким чином, логічним і найоптимальнішим вибором є саме двостійкові підіймачі. Вони найпоширеніші на СТО, займають помірно багато місця, мають оптимальну ціну, підходять для переважної більшості видів ремонтних робіт і є універсальними завдяки регулюванню положення лап для підняття різних типів автомобілів. Саме модернізація двостійкової моделі дозволяє найбільш комплексно проаналізувати її конструкцію, виявити приховані переваги й недоліки, а також запропонувати покращення, що справді матимуть практичну цінність.

Серед напрямків модернізації двостійкового підіймача можна виділити кілька ключових:

Модернізація електронного керування. Стандартні пульти управління зазвичай мають лише базовий функціонал. Удосконалення полягає у впровадженні функцій позиціювання (наприклад, фіксовані висоти для роботи з різними автомобілями), дистанційного керування з дотриманням вимог безпеки, автоматичного опускання до заданого рівня тощо. Такі функції суттєво економлять час майстра та підвищують зручність користування. Проте для реалізації цієї модернізації потрібне встановлення датчиків положення лап та інтеграція з новим блоком керування.

Посилення системи безпеки. Це включає вдосконалення аварійного стопу, встановлення механічних стопорів на висотах, що спрацьовують при обриві троса або втраті живлення. Також доцільним буде запровадження блокування при надмірно довгому перебуванні вантажу в одному положенні без зміни. Це запобігатиме несподіваним змінам положення вантажу та зменшить ризики поломок або нещасних випадків.

Підвищення потужності. Заміна електродвигуна на потужніший дозволяє збільшити швидкість піднімання або вантажопідйомність. Але це потребує додаткових розрахунків — троси, кріплення, гідравліка та основа повинні витримувати підвищене навантаження. Також необхідно враховувати висоту стійок та перенесення обмежувачів.

Поліпшення ергономіки. До цього належать встановлення вбудованого освітлення під кутом 45° для зручного огляду днища автомобіля, кріплення

для інструментів і магнітні контейнери для зберігання дрібних деталей. Це покращує умови праці, зменшує втрати часу та запобігає випадковим пошкодженням інструменту.

Модернізація живлення. В умовах нестабільного електропостачання можливе встановлення резервного джерела живлення (наприклад, портативної зарядної станції), перехід на живлення від мережі 220 В замість 380 В або впровадження ручного/гідравлічного механізму опускання в разі відключення струму. Для цього підіймач потребує змін у системі блокування та синхронізації, зокрема можливість ручного розблокування.

Ці напрямки модернізації мають не лише практичне значення, але й дозволяють глибше зануритися у технічні, економічні та ергономічні аспекти роботи найпоширенішого обладнання на СТО. Це робить дослідження релевантним, сучасним і корисним як для теорії, так і для практики.

### **3.2 Модернізація підіймача Launch TLT-235SB-380**

Метою модернізації є вдосконалення окремих функціональних елементів підіймача або загального досвіду його експлуатації в конкретних умовах. Об'єктом дослідження обрано двостійковий підіймач Launch TLT-235SB-380 (рис. 3.1), який належить до найпоширеніших представників свого класу. Ця модель стабільно входить до лідерів рейтингу на спеціалізованих торговельних майданчиках з продажу обладнання для СТО та вважається однією з найкращих за співвідношенням ціни й якості. Її часто можна зустріти на українських станціях технічного обслуговування, що робить модернізацію цього підіймача актуальною для широкого кола користувачів і забезпечує практичну цінність результатів дослідження.

При цьому важливо не кількість запропонованих змін, а їх доцільність. Надмірне впровадження функцій, які фактично не використовуватимуться в роботі, може не лише не покращити експлуатацію, а й, навпаки, ускладнити її або навіть знизити надійність обладнання. Натомість цілеспрямоване вдосконалення однієї конкретної функції, яка має значення в повсякденній

роботі, здатне суттєво підвищити ефективність та комфорт використання підіймача.



Рисунок 3.1 – Підіймач Launch TLT-235SB-380,0

Підіймач Launch TLT-235SB-380,0 уже з заводу оснащений усіма базовими функціями, необхідними для повсякденної роботи. У конструкції не виявлено типових проблем, таких як неякісний метал чи застарілі методи з'єднання колон із основою. Це дозволяє сфокусувати модернізацію не на базових недоліках, а на функціональності, яку виробник свідомо не реалізував — здебільшого через економію чи обмежену популярність серед покупців. Тому ціллю є покращення системи керування, зокрема шляхом додавання нових клавiш та автоматизованих функцій.

Наприклад, уявімо ситуацію, коли працівник СТО щоразу змушений вручну затискати кнопку підйому або опускання, орієнтуючись «на око» щодо потрібної висоти. Це не лише незручно, а й часто неточно. В реальних умовах це означає втрату часу, зниження ергономіки, а також ризик не оптимального розташування автомобіля. Крім того, час натискання клавiші не завжди точно

передає бажану висоту, оскільки людина не здатна ідеально вираховувати мілісекундну тривалість натискання.

Корисною інновацією стане також функція автоматичного опускання платформи до нижньої мертвої точки одним натисканням. Замість того, щоб тримати кнопку 30–50 секунд, працівник натисне її лише раз — і система самостійно завершить процес. Для безпеки при цьому передбачено кнопку повного скасування дій, яка миттєво припиняє будь-які запущені процеси, уникаючи помилкових сценаріїв.

Усі ці вдосконалення реалізуються винятково на рівні електроніки — втручання в механічну або несучу частину підіймача не потрібно. Панель керування достатньо оснастити кількома додатковими отворами для нових клавіш, підключених до логіки керування. Сама схема підіймача заснована на змиканні електричного кола: при натисканні на клавішу подається сигнал, і механізм виконує дію (підйом або опускання), доки коло замкнене. Важливо, що швидкість руху завжди залишається сталою — це суттєвий плюс, який дозволяє точно розраховувати висоту на основі часу.

Однак для автоматичного виставлення висоти потрібно, щоб система точно знала стартову позицію. Якщо цього не врахувати, кожен підйом виконуватиметься з різної висоти, що спотворить розрахунок. Тому першочергово потрібно вирішити питання початкової координати — так званого «нуля». Для цього доцільно використати вже наявні кінцеві датчики, які у стандартній системі розмикають коло, коли платформа досягає нижнього положення. Фіксуючи цей момент, контролер розумітиме, що механізм знаходиться на стартовій точці, і від неї вже зможе точно виконати підйом на потрібну висоту.

Альтернативою може бути встановлення тахометра або оптичного енкодера на обертову частину синхронізуючого механізму. Так можна вимірювати кількість обертів і відповідну їм зміну висоти. Але цей варіант потребує втручання у динамічну частину конструкції, що ризиковано. Крім того, чим простіше і дешевше обладнання, тим більша ймовірність помилок. Також забруднення на датчику або елементах зчитування (наприклад, мітках

на рейці) здатне порушити точність системи. Тому компромісним і найраціональнішим рішенням є використання таймера в поєднанні з перевіркою нульової точки.

Для підвищення зручності слід передбачити можливість збереження кількох висот. Наприклад, дві чи три програмовані клавіші — для роботи з різними автомобілями чи співробітниками різного зросту. Процес налаштування такий: користувач опускає лапи в нульову позицію, утримує комбінацію клавіш (наприклад, «запис» + «призначення»), і система фіксує час та напрямок усіх дій. Якщо було 20,1 секунди підйому, потім 2,4 секунди спуску і ще 0,5 підйому — комп'ютер запише загальний час активного підйому на 18,2 с. У майбутньому ця висота буде викликатись одним натисканням відповідної кнопки.

Скасування дії здійснюється через кнопку відміни, яка використовує ту ж логіку розриву кола, що й кінцеві датчики. При її натисканні усі активні кола вимикаються, команда скасовується. Кнопка поступового спуску реалізується як автоматичне тривале натискання клавіші вниз, яке припиняється, щойно спрацює кінцевий вимикач на нижній точці.

Загалом, запропоновані модернізації дозволяють значно підвищити ефективність та зручність роботи з підіймачем без порушення його конструктивної цілісності, а також розширити функціонал відповідно до потреб реальної СТО.

### **3.3 Система додаткового керування на Arduino**

Для керування системою та обчислення часу, витраченого на підйом, з подальшим його збереженням у пам'яті, передбачено використання мікроконтролера на базі платформи Arduino Uno (рис. 3.2). Arduino — це популярна відкрита апаратна платформа, яка широко застосовується для створення різноманітних електронних пристроїв. Її основою є мікроконтролерна плата, яка легко програмується і має просту логіку підключення. Завдяки цьому вона часто використовується в освітніх,

аматорських і навіть промислових проектах. Програмування виконується на спрощеній мові, заснованій на C/C++, що робить розробку зручнішою для реалізації необхідного функціоналу.[21]

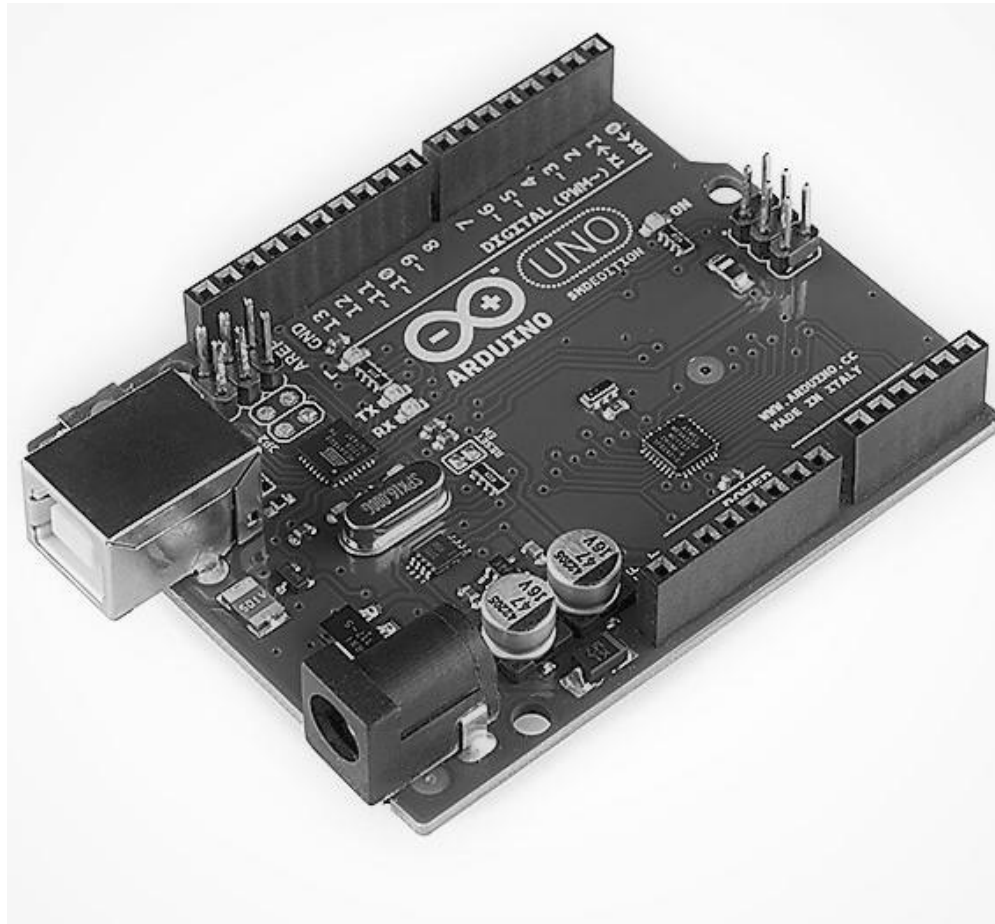


Рисунок 3.2. – Плата Arduino UNO

На початковому етапі до системи Arduino потрібно під'єднати та дублювати всі існуючі дроти, що відповідають за базові функції підйому й опускання (див. рис. 3.3), щоб забезпечити повний контроль над цими процесами з боку нової системи керування. Окремо необхідно підключити провід, що відповідає за аварійне припинення роботи (в штатній системі позначений як КМ) — саме він дозволить системі миттєво скасовувати будь-які активні команди. Лише після цього можна переходити до інтеграції додаткових провідників для нововведеного функціоналу — таких як програмовані кнопки збережених висот і клавіша скидання всіх дій.

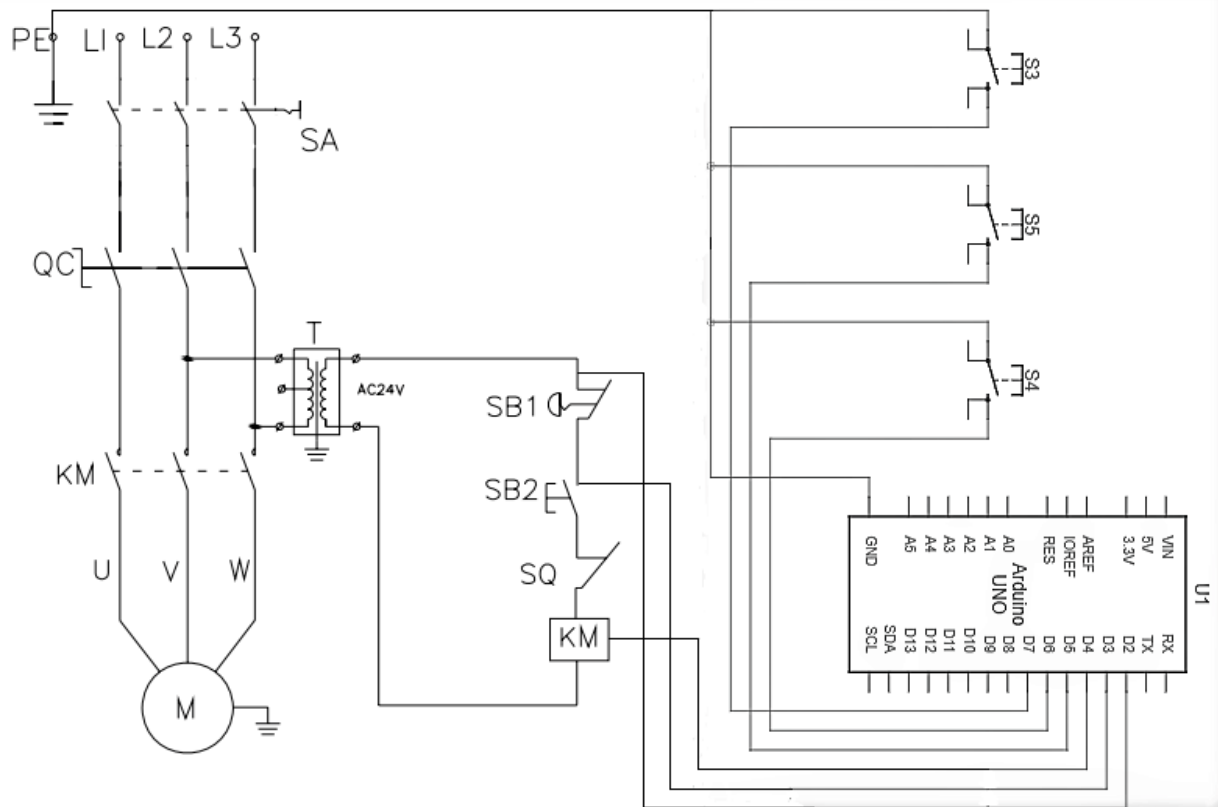


Рисунок 3.3. – Схема під'єднання Arduino

Код, що відповідає за позиціювання платформи на задану висоту, має складну структуру через велику кількість змінних, які необхідно враховувати. На першому етапі виконання алгоритму система перевіряє поточне положення платформи.

Це визначення пінів, що використовуватимуться у програмному коді.

У цій системі реалізовано певний алгоритм роботи (рис. 3.4). Після завершення перевірки вона переходить до виконання підйому на заздалегідь задану висоту. Якщо попереднє калібрування не проводилось, система автоматично використовує стандартне значення — 180 см.

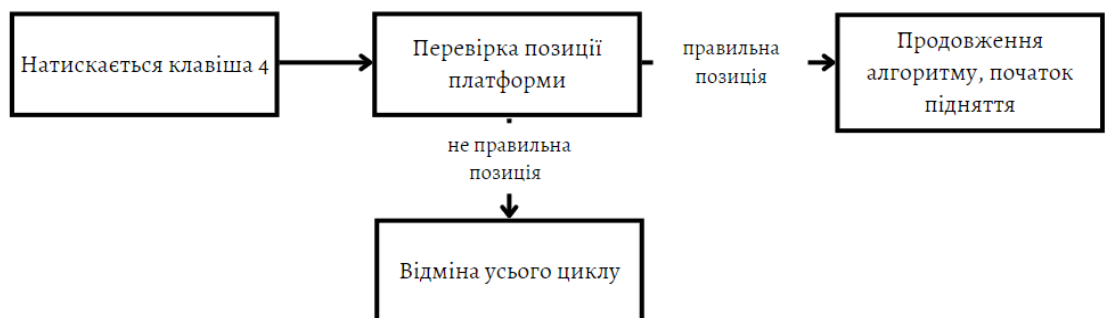


Рисунок 3.4. – Алгоритм перевірки під час натискання кнопки

```
const int cancelPin = 4; // Вхідний пін для сигналу відміни, що підіймач
знаходиться в нижньому положенні
```

```
const int processPin = 5; // Вхідний пін для кнопки яка запускає підняття
на вибрану висоту
```

Початковий процес програми

```
void setup()
```

```
    pinMode(cancelPin, INPUT); // Встановлюємо пін в режим входу
```

```
    pinMode(processPin, INPUT); // Встановлюємо пін в режим входу
```

```
    Serial.begin(9600); // Ініціалізуємо з'єднання з послідовним портом (для
відладки)
```

Процес, що буде визначати стан підіймача і керувати сигналами

```
void loop()
```

```
    int cancelSignal = digitalRead(cancelPin); // Зчитуємо стан пін у сигналу
відміни
```

```
    int processSignal = digitalRead(processPin); // Зчитуємо стан пін у сигналу
процесу
```

```
    if (cancelSignal == LOW) // Якщо сигнал відміни відсутній
```

```
        Serial.println("Процес відмінено"); // Виводимо повідомлення в
послідовний порт
```

```
        // це сигналізує, що платформи не в потрібному положенні і потрібно
відмінити цей процес
```

```
    if (processSignal == HIGH) // Якщо сигнал процесу присутній
```

```
        Serial.println("Продовження процесу"); // Виводимо повідомлення в
послідовний порт
```

```
        // це сигналізує, що усі потрібні умови виконані і можна
продовжувати процес
```

```
        delay(100); // Затримка для стабілізації зчитування сигналів
```

У разі успішного проходження перевірки та підтвердження системою, що платформа знаходиться у найнижчій позиції, можна приступати до виконання підйому на встановлену висоту.

`const int buttonPin = 5; // Пін для клавiшi 5 програмована клавiша, яка  
пiдiймає на задану висоту`

`const int emulatedButtonPin = 2; // Пін для пiдключення сигналу i  
керування клавiшою 2`

Позначення клавiш якi використовуються у цьому процесi

`const unsigned long emulationTime = 1000; // Час емуляцiї (в мiлісекундах) може  
бути змiнений i налаштований пiд потреби користувача`

`unsigned long emulationStartTime = 0; // Час початку емуляцiї`

`bool emulateButton = false; // Прапорець для емуляцiї клавiшi 2`

Процес емуляцiї якi пiдiйматиме на зазначену висоту

`void setup()`

`pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP); // Встановлюємо пін для клавiшi  
5 в режим входу з пiдтяжкою до живлення`

`pinMode(emulatedButtonPin, OUTPUT); // Встановлюємо пін для  
емульованої клавiшi 2 в режим виходу`

`void loop()`

`int buttonState = digitalRead(buttonPin); // Зчитуємо стан пiну клавiшi 5`

Тут визначаються рiзні випадки i змiни в системi емуляцiї

`if (buttonState == LOW) { // Якщо клавiша 5 натиснута`

`if (!emulateButton) // Якщо емуляцiя не активована`

`emulationStartTime = millis(); // Запам'ятовуємо час початку емуляцiї`

`emulateButton = true; // Активуємо емуляцiю клавiшi 2`

`emulateButton = false; // Деактивуємо емуляцiю клавiшi 2`

`if (emulateButton && millis() - emulationStartTime < emulationTime) //`

Якщо емуляцiя активована та не минув час емуляцiї

`digitalWrite(emulatedButtonPin, HIGH); // Вмикаємо емулявану клавiшу 2`

`digitalWrite(emulatedButtonPin, LOW); // Вимикаємо емулявану клавiшу 2`

Після успішної перевірки система підіймача продовжує виконувати свої функції відповідно до заданого алгоритму (рис. 3.5). Для здійснення підйому необхідно мати інформацію про час, протягом якого має відбуватися підняття.

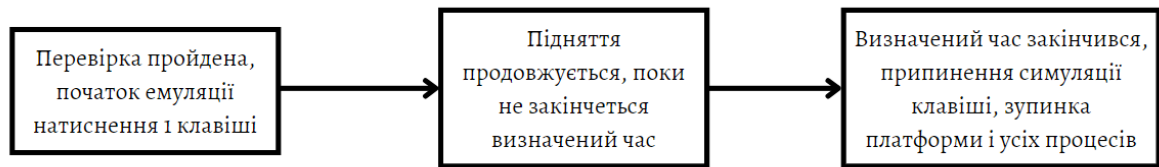


Рисунок 3.5. – Алгоритм процесу підіймання

Щоб реалізувати всі попередні дії за допомогою програмованої клавіші 5, необхідно створити систему налаштування позиції для кожної такої клавіші. Програма активуватиметься при затисканні клавіші 5 або 6 та скасуванні дії протягом 3 секунд. Наявність двох програмованих клавіш дає змогу двом працівникам по черзі користуватися функціями підіймача або одній людині використовувати їх у різних ситуаціях (рис. 3.6).

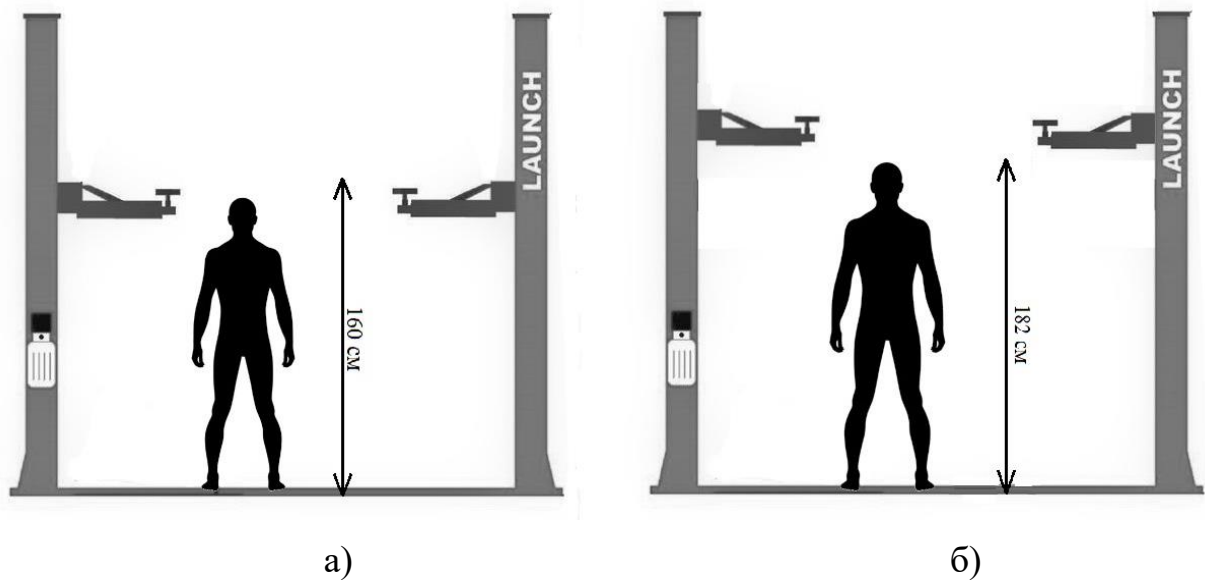


Рисунок 3.6. – Налаштування під двох людей

а) ріст 160 см б) ріст 182 см

Система фіксуватиме та зберігатиме висоту, яку вибиратимуть під час налаштування.

`const int button2Pin = 2; // Пін для клавіші 2 відповідає за підняття платформи верх`

`const int button3Pin = 3; // Пін для клавіші 3 відповідає за опускання платформи у низ`

`const int button3Pin = 3; // Пін для клавіші 3 клавіша скасування`

`const int button4Pin = 3; // Пін для клавіші 4 програмована клавіша`

`unsigned long button2PressTime = 0; // Час натиснення клавіші 2`

`unsigned long button3PressTime = 0; // Час натиснення клавіші 3`

`unsigned long totalSum = 0; // Загальна сума`

Значення потрібні для визначення висоти і часу підняття

`void setup()`

`pinMode(button2Pin, INPUT_PULLUP); // Встановлюємо пін для клавіші 2 в режим входу з підтяжкою до живлення`

`pinMode(button3Pin, INPUT_PULLUP); // Встановлюємо пін для клавіші 3 в режим входу з підтяжкою до живлення`

`pinMode(button5Pin, INPUT_PULLUP); // Встановлюємо пін для клавіші 5 в режим входу з підтяжкою до живлення`

`Serial.begin(9600); // Ініціалізуємо з'єднання з послідовним портом (для відладки)`

`void loop()`

`int button4State = digitalRead(button4Pin); // Зчитуємо стан піну клавіші`

4

`int button5State = digitalRead(button5Pin); // Зчитуємо стан піну клавіші`

5

`if (button3State == LOW, button4State == LOW) // Якщо клавіша 4 і 5 натиснута`

`unsigned long startTime = millis(); // Запам'ятовуємо час початку`

`while (millis() - startTime < 3000) // Продовжуємо виконувати цикл протягом 3 секунд`

Код який запускає процес визначення позиції

`int button2State = digitalRead(button2Pin); // Зчитуємо стан піну клавiші 2`

`int button3State = digitalRead(button3Pin); // Зчитуємо стан піну клавiші 3`

`if (buttonState == LOW) { // Якщо клавiша натиснута`

`button2PressTime = millis(); // Записуємо час натиснення клавiші 2`

`totalSum += button2PressTime; // Додаємо час натиснення до загальної суми`

`Serial.println("Button 2 pressed for " + String(button2PressTime) + " ms"); // Виводимо повідомлення про натиснення клавiші 2`

`if (button3State == LOW) // Якщо клавiша 3 натиснута`

`button3PressTime = millis(); // Записуємо час натиснення клавiші 3`

`totalSum -= button3PressTime; // Віднімаємо час натиснення від загальної суми`

`Serial.println("Button 3 pressed for " + String(button3PressTime) + " ms"); // Виводимо повідомлення про натиснення клавiші 3`

`Serial.println("Total sum: " + String(totalSum)); // Виводимо загальну суму`

Таким чином ми отримуємо точний час до мілісекунд на який потрібно піднімати вантаж, щоб досягти відкаліброваної висоти.

Цей процес можна повторити для налаштування інших клавiш, замінюючи основну клавiшу на необхідну (рис. 3.7.)

Функція клавiші скасування всіх процесів досить проста, оскільки в існуючій системі вже присутній необхідний функціонал, залишилось лише навчитися ним керувати. Для цього потрібно знайти штатний провід, який розмикає замкнуті кола, і підключити його до 4-го піну Arduino. Таким чином

ми отримуємо можливість керувати вимкненням у потрібний момент під час експлуатації.

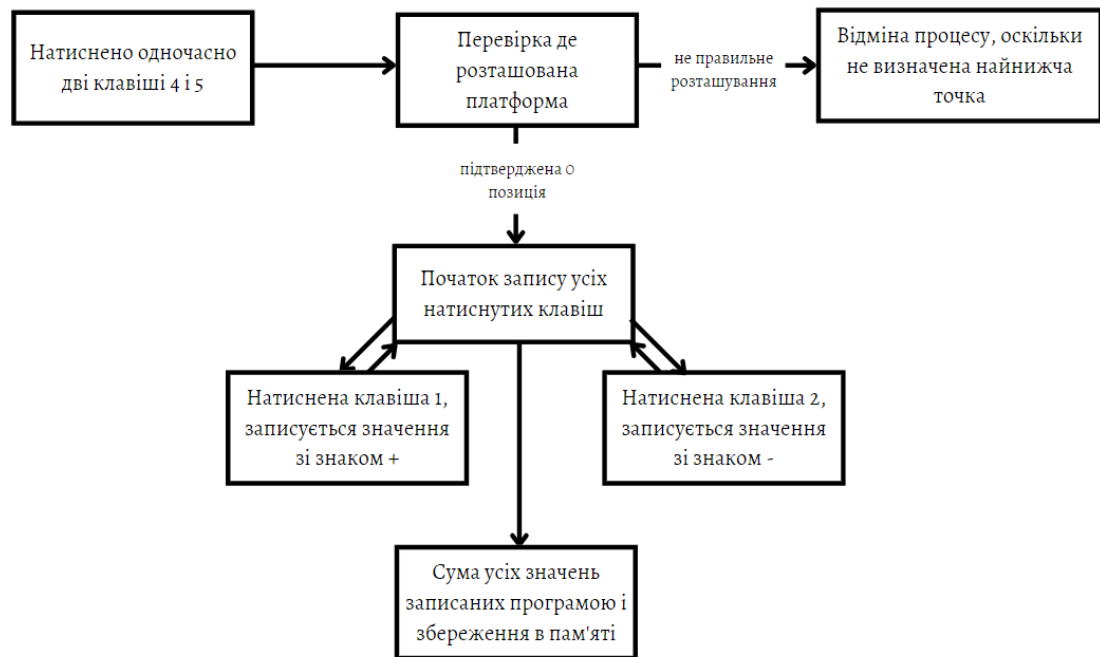


Рисунок 3.7. –Алгоритм для програмування висоти

```
const int buttonPin = 4; // Пін для клавіші 4
```

```
const int outputPin = 4; // Четвертий пін для активації
```

```
void setup()
```

```
  pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP); // Встановлюємо пін для клавіші 4 в режим входу з підтяжкою до живлення
```

```
  pinMode(outputPin, OUTPUT); // Встановлюємо четвертий пін в режим виходу
```

```
void loop()
```

```
  int buttonState = digitalRead(buttonPin); // Зчитуємо стан піну клавіші 4
```

```
  if (buttonState == LOW) // Якщо клавіша 4 натиснута
```

```
    digitalWrite(outputPin, HIGH); // Активуємо четвертий пін
```

```
  else
```

```
    digitalWrite(outputPin, LOW); // Вимикаємо четвертий пін
```

Завдяки цим процесам ми додаємо додаткові функції, які не були передбачені заводом-виробником, щоб уникнути значного подорожчання підіймача, але при цьому суттєво підвищити зручність роботи з ним. Це дозволяє оптимізувати робочий процес, зменшити час на налаштування та підйом, а також знизити ймовірність помилок оператора. В результаті експлуатація підіймача стає більш ефективною, безпечною та комфортною для користувачів різного рівня досвіду.

### **3.4 Результати модернізації**

Впровадження нового функціоналу на панель керування не лише скорочує час на встановлення і вимірювання потрібної висоти, але й підвищує загальний комфорт та ефективність роботи з підіймачем. При цьому стандартні можливості обладнання зберігаються, що дозволяє у будь-який момент переключатися між автоматичним і ручним режимами роботи залежно від конкретних умов і уподобань оператора. Наприклад, після автоматичного підйому до заданої висоти користувач може легко відрегулювати положення автомобіля вручну, якщо попереднє налаштування виявилось не зовсім оптимальним.

Важливо також підкреслити, що при роботі з автоматизованою системою необхідно суворо дотримуватися заходів безпеки. Забороняється перебувати під піднятим автомобілем, а оператор має завжди бути поруч із панеллю керування, щоб мати змогу швидко втрутитися у разі виникнення несправностей або непередбачених ситуацій. Це допоможе мінімізувати ризики і забезпечить надійність експлуатації.

З технічної точки зору, модернізація передбачає лише роботу з електронною частиною, зокрема з панеллю управління, без потреби втручання у механіку або металеву основу підіймача. Це робить впровадження нових функцій відносно простим і недорогим. У майбутньому можливо розширення системи шляхом інтеграції додаткових датчиків, контролерів чи програмних модулів, що дозволить підвищити точність позиціонування, автоматизувати

діагностику технічного стану та покращити загальний користувацький досвід. Таким чином, нова система не тільки підвищить продуктивність роботи на СТО, але й сприятиме підвищенню рівня безпеки та зручності обслуговування автомобілів.

Впровадження нового функціоналу на панель керування підйомачем значно підвищує ефективність і зручність роботи, скорочуючи час на налаштування висоти підйому. При цьому зберігається можливість ручного керування, що дозволяє коригувати позицію автомобіля за потреби. Важливо дотримуватися техніки безпеки, особливо не перебувати під піднятим авто та завжди залишатися поруч з панеллю управління для швидкого реагування. Модернізація здійснюється через електронну частину без зміни механіки, що робить її доступною і простою у впровадженні. У майбутньому систему можна буде покращити, додавши датчики та нові функції, що підвищить точність і безпеку експлуатації. Загалом, це рішення підвищує продуктивність роботи та комфорт обслуговування на СТО.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Основи охорони праці

Існують загальні положення охорони праці які потрібно дотримуватися наприклад, це як безпека в приміщеннях у яких відбуваються ремонтні роботи, або користування спец інструментом. Перед початком любых робіт, чи користування спеціальним інструментом потрібно провести інструктаж по техніці безпеки, це включає і користування підіймачем. Одним із головних правил для користування підйомником, як і іншим спеціальним інструментом, це допуск тільки уповноважених осіб, яким провели спец інструктаж, що мають спеціальну освіту, або стажери під наглядом керівників, які відповідають першому правилу. Підіймання автомобілів вага яких перевищує зазначену вантажопідйомність є неприпустимим, оскільки це може призвести до перевертання встановленого авто, або виходу з ладу механізму підйому і обриву кріплень. Навіть перевищення в пару сотень кілограм якого не видно спершу, можуть поступово з більшою силою зношувати деталі і призведе до поломки, або більш трагічних наслідків.[22]

Одним із основних правил користування підіймачем, це є грамотне і за правилами розташування автомобіля на лапах чи спеціальних платформах, від цього залежить безпека і цілісність автомобіля, що підіймається. Банальне нехтування точками опор чи не рівномірне розташування усіх лап, з можливістю виключення однієї, є грубим і халатним порушенням. Підіймач і його конструкція була розроблена і розрахована таким чином, щоб втримання автомобіля було безпечним для людини що знаходиться під ним, а також для самого транспортного засобу. Коли виникають ситуації з порушенням цих правил відповідальність лежатиме на особі яка допустила таке халатне ставлення, або ж і вчинила його. Важливо під час підймання і опускання, щоб нікого і ніщо не знаходилося в робочій зоні, це може не тільки призупинити чи пошкодити систему підйомача, а й завдати навколишнім пошкодження, чи зламати інструмент, який був залишений в робочій зоні. (рис.4.1.)



Рисунок 4.1. – Небезпеки при експлуатації підіймача

## 4.2 Особливості охорони праці для підіймача

Підіймач є спеціальним інструментом, що експлуатується щоденно, на протязі усієї зміни і одним із правил безпеки є щозмінний огляд і перевірка перед використанням. Така дія дозволить передбачити поломку, що може трапитися, а також дозволить не забувати про проведення діагности кожного терміну. При такій діагностиці потрібно перевірити, чи ніде на підіймачі не має слідів підтікань, на самому корпусі чи поверхні на якій він встановлений. Більшість підіймачів обладнані електрогідравлічною системою, що здійснює підняття вантажу і у разі її розгерметизування, чи виходу з ладу може свідчити плями, які можна побачити при первинному огляді. Ні в якому разі не можна продовжувати роботу на такому підйомнику, потрібно повідомити керівництву про ситуацію і звернутися до експертів по ремонту гідравлічних систем, щоб усунути даний дефект. Також в огляд підіймач входить перевірка усіх функцій, що здійснює підіймач, на кшталт підняття чи опускання, без встановленого на підіймача навантаження. У разі несправності ніхто не постраждає і нічого не буде пошкоджено, така перевірка дозволяє перед

початком роботи надати майстру точності, що все функціонує справно. Якщо під час підймання чи опускання чути не притаманні звуки, скрегіт металу, тріскотіння, тощо. негайно потрібно зупинити усі процеси і надати інформацію компетентним людям, щоб продіагностувати природу цього шуму і усунути його. При візуальному огляді можна оцінити стан підймача, наскільки зносилися гумові елементи, чи немає тріщин на поверхні металу, присутність усіх болтів, гайок, та інших кріплень. Такі візуальні огляди дозволяють краще досліджувати будову підймача, а також попереджувати можливі у майбутньому пошкодження. Це з часом збільшить рівень безпеки в порівнянні, якщо не проводити такі огляди.

На підймачі встановлені системи безпеки по типу кінцевих давачів які сигналізують про доходження, до найвищої і нижчої точки. Системи аварійного блокування також відносяться туди ж. Не усі з них можна перевірити на практиці, але візуального огляду вони теж потребують. Потрібно не забувати про чистоту підймача і робочого місця.

Звісно на підйомнику можуть знаходитися автомобільні транспорти різного рівня забрудненості, вони можуть як бруднити зовнішнім брудом, так і рідинами, що знаходяться всередині паливо, масло, змазка, тощо. У разі забруднення потрібно провести згідно зі статутом прибирання поверхні, якщо це рідини які можна витерти на вертикальній поверхні. Ганчір'я, чи інші абсорбуючі предмети не повинні контактувати з відкритим полум'ям, чи іскрами і не зберігатися в місцях з високою температурою. Якщо ж забруднення відбулося на горизонтальну поверхню, потрібно по усій площині покрити його піском, або ж іншими не горючими, сипучими матеріалами. У випадку вологи, що витікає, чи тонучого снігу, потрібно очищати лишню вологу, щоб робоче місце було сухе і не було випадків посковзнутися. Ще волога може спричиняти корозію не металевому інструменті, або ж виводити з ладу електричний інструмент.

Ключовою вимогою від охорони праці є утримання робочого місця в чистоті і порядку, це напряму впливає на роботу і безпеку майстра. Найменше

забруднення чи халатно розкиданий інструмент, приведе до травм і втрати функціональності.[23]

### **4.3 Способи запобігання небезпечних ситуацій**

У вимогах охорони праці також є вимоги до робочого місця які повинен забезпечувати саме керівництво і ними ж обладнувати усі робочі місця де знаходяться підіймачі. З найпростішого але дуже дієвого, це таблички про заборону куріння, на робочому місці. Таблички про високу напругу, та потребу у вимиканні усіх приладів, що живляться від мережі по закінченню роботи. Також це стосується про чистоту робочого місця і застереження про гострі предмети, чи інструмент з яким потрібно працювати зі спец обладнанням.

На підіймачі повинні знаходитися на місці керування наклейки, які повідомлятимуть, про небезпеку знаходження під рухомим підйомником, та небезпеку ураження струмом оголеними пошкодженими контактами, а також знаходження і контролювання підіймача у свідомому стані. Усі ці візуальні маркери на постійній основі будуть нагадуватимуть про правила поведінки і користування підйомачем, що в значній мірі підвищить усвідомлення і свідомість вчинків. У дуже багатьох випадках небезпечні ситуації відбуваються через не справність того чи іншого обладнання чи інструменту, щоб уникати подібного працівник, повинен бути забезпечений приладами, що відповідають вимогам, а також бути обізнаний у техніці користуванні ним. В цю ж категорію підпадає спец одяг і засоби спеціального захисту.

## 5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ

Головною метою цієї роботи було вдосконалення підйомника. Звичайно, будь-яке покращення потребує певних витрат, як у вигляді фізичної роботи – монтажу та встановлення, так і на матеріали та комплектуючі. Якщо розроблене рішення має конкурентів на ринку, але при цьому не є дешевшим або менш практичним у використанні, воно не може вважатися ефективним або доцільним. Саме тому в цьому розділі ставиться завдання економічно та розрахунково обґрунтувати, що запропонована модернізація є доцільною та покращить експлуатаційні характеристики оновленого підйомача.

Для цього проаналізуємо витрати на обладнання та впровадження нових функцій, враховуючи можливу економію часу і трудових ресурсів у порівнянні з роботою на стандартному підйомнику.

Спершу необхідно оцінити приблизні витрати на створення модернізації та монтаж системи. Зокрема, для керування логікою підйомника буде використана плата Arduino Uno. За даними популярних інтернет-магазинів та маркетплейсів, її вартість коливається від 750 до 1250 гривень, тому для розрахунку візьмемо середню ціну – 1000 гривень.

Для реалізації нових функцій знадобляться три кнопки типу “пуск”, які при натисканні подають сигнал системі, автоматично повертаються у початкове положення і не порушують зовнішній вигляд панелі, створюючи враження заводської комплектації. Орієнтовна вартість однієї кнопки становить близько 50 гривень, отже загальна сума за три – 150 гривень.

Монтаж системи потребує залучення спеціаліста з відповідним інструментом, таким як паяльна станція, ізоляційні матеріали, дроти, каніфоль, монтажні стяжки. Для встановлення кнопок у корпус панелі знадобиться дріль з відповідною насадкою. Вартість роботи фахівця середньої кваліфікації оцінюється приблизно у 750 гривень.

Час на замовлення необхідних деталей і їх встановлення може коливатися від одного до трьох днів, залежно від розташування сервісного центру. Усі ці дані будуть зведені у таблицю 5.1 для подальшого аналізу.

Таблиця 5.1. – Витрати на удосконалення

| №<br>з/п | Найменування      | Штук,<br>послуг | Ціна, грн | Вартість, грн |
|----------|-------------------|-----------------|-----------|---------------|
| 1        | Плата Arduino uno | 1               | 2000      | 2000          |
| 2        | Кнопки            | 3               | 100       | 300           |
| 3        | Робота            | 1               | 2000      | 2000          |
|          | Сума:             |                 |           | 4300          |

Підсумовуючи всі витрати та враховуючи амортизацію в розмірі 20%, можна стверджувати, що загальна вартість удосконалення підіймача становить 4300 гривень. Це досить економне рішення, однак робити остаточні висновки поки зарано без порівняльного аналізу.

Наступним кроком в економічній частині буде оцінка користі від впровадження модернізації, зосереджуючись на економії часу та підвищенні якості роботи. Для прикладу розглянемо автомобільний сервіс, де за зміну майстер піднімає 30 автомобілів. Для підйому авто на зручну висоту в автоматичній системі потрібно 36 секунд. У випадку ручного регулювання час підйому розподіляється так: у 50% випадків – 60 секунд, у 30% – 53 секунди, у 20% – 45 секунд. Загалом за зміну працівник витрачає:  $15 \times 60 + 10 \times 53 + 5 \times 45 = 1655$  секунд, що становить близько 27 хвилин. При використанні автоматичної системи підйом займе в усіх 100% випадків 36 секунд, тобто 1080 секунд або 18 хвилин.

На цьому прикладі видно, що автоматичний підйом заощаджує близько 9 хвилин на зміну, одночасно покращуючи зручність роботи. Також варто врахувати, що при ручному регулюванні висота підйому не завжди буде точною і часто відрізнятиметься від попередньої, тоді як автоматична система забезпечує стабільність і точність, що підвищує комфорт користування.

Ці дані доцільно звести у таблицю 5.2, де буде зручніше порівняти отримані показники.

Таблиця 5.2. – Порівняння характеристик

| №<br>З/п | Версія<br>підйомника | Вартість,<br>грн | Середній час<br>підняття на дану<br>висоту, с | Точність   |
|----------|----------------------|------------------|-----------------------------------------------|------------|
| 1        | Модифікована         | 96 700           | 36                                            | 100%       |
| 2        | Стандартна           | 92 400           | 55                                            | мінімальна |

Окупність — це показник, який демонструє, за який час витрати на модернізацію повернуться і почнуть приносити прибуток. Оскільки загальна вартість удосконалення становить 4300 гривень, а середній заробіток працівника за зміну — близько 2000 гривень, необхідно врахувати податки і витрати, щоб отримати чистий прибуток. В залежності від різних факторів, окупність може становити місяць.

Наступним важливим кроком є порівняння запропонованого рішення з наявними на ринку конкурентами — ключова частина економічного аналізу. Якщо існує готовий продукт з аналогічним функціоналом і схожою ціною, модернізація втрачає сенс. При пошуку моделей з розширеним функціоналом панелі керування було виявлено підйомник LAUNSH VAG TLTW-240SBA-220 вартістю 121 800 гривень. Ця модель має додаткову функцію повільного опускання до підлоги на відстань 20 сантиметрів. Однак, порівнюючи функціонал і ціну з удосконаленою моделлю, можна зробити висновок, що запропоноване покращення є вигіднішим — воно має ширший набір функцій і коштує приблизно на 30 тисяч гривень дешевше.

Отже, проведена модернізація не має конкурентів на ринку, вирішує існуючі проблеми і покращує функціонал підйомника, дозволяючи працівнику більше зосереджуватися на роботі з автомобілем, а не на процесі його підйому..

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У першому розділі розглянуто сучасне оснащення ремонтного поста та основні правила й вимоги функціонування сервісного центру. Було наведено і проаналізовано інформацію про основні типи підіймачів і їх технічні характеристики. Двостійкові підіймачі є універсальним варіантом, проте мають деякі недоліки, зокрема повільніший підйом порівняно з більш потужними чотиристійковими моделями, а також великі габарити, що впливає на зручність їх використання. Ножичні підіймачі виділяються компактністю та простотою встановлення, але висота підйому часто не відповідає вимогам більшості робіт. Плунжерні підіймачі потенційно можуть замінити двостійкові, але їх складність монтажу та висока вартість знижують їх популярність.

Під час обґрунтування модернізації ремонтного поста ходової частини були визначені основні критерії оцінки: вантажопідйомність, надійність, вартість, складність обслуговування, габарити, застосовність для вітчизняних СТО та металоємність. За цими показниками проведено аналіз найбільш популярних типів автопідіймачів, оцінка яких відображена відповідно до прийнятої методики.

У третьому розділі описані можливі варіанти модернізації, такі як вдосконалення системи керування з додаванням нових функцій, покращення системи безпеки шляхом встановлення додаткових датчиків і блокувальних елементів, підвищення ергономіки через додаткові кріплення чи освітлення. Також розглянуто варіанти оновлення джерела живлення та регулювання потужності підіймача. Для модернізації обрана модель, яка відповідає критеріям із другого розділу і вирішує існуючі недоліки. Запропоновано встановлення додаткової системи керування на базі Arduino Uno, що дозволяє задавати певну висоту підйому, забезпечуючи комфорт і ефективність роботи під час однієї зміни з багатьма автомобілями. Система підтримує дві запрограмовані висоти, що дає змогу швидко адаптуватися до різних завдань і

покращує зосередженість майстра на діагностиці автомобіля, без зайвих турбот про налаштування висоти.

В розділі з охорони праці наведено приклади потенційно небезпечних ситуацій і викладено правила їх запобігання. Підкреслено важливість консультацій та навчання персоналу при впровадженні нового обладнання чи функціоналу, які повинні проводити компетентні спеціалісти або стажери під контролем досвідчених працівників.

У економічному розділі проведено розрахунки доцільності модернізації, оцінено покращення функціоналу за рахунок автоматичного підйому на відрегульовану висоту, що значно знижує час роботи. Наведена вартість комплектуючих і монтажу, а також теоретично визначений термін окупності інвестицій. Проведено порівняння з базовою моделлю та підіймачем іншої марки зі схожими функціями, що підтверджує вигідність запропонованого рішення.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. Київ : Вища шк., 2007. 527 с.
2. Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів : навч. посібн. / Р.Д. Кузьмінський, А.О. Шарибура. Львів : Сполом, 2017. 376 с.
3. Правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобільних транспортних засобів. Київ: Мінтранс України, 2003. – 24 с.
4. Форнальчик Є.Ю., Качмар Р.Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів: навч.посібник. 2-ге вид., змін та допов. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. 324 с.
5. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів : Вища школа, 1994. – 384 с.
6. Оцінка ризиків функціонування станцій технічного обслуговування автомобілів Електронний ресурс: <http://www.automaster.net.ua/artykuly/avtoservisnimerezhi-2019,52344?wyslij=52344>
7. Автомобілі Теорія експлуатаційних властивостей : Лабораторний практикум / В. В. Біліченко, О. Л. Добровольський, Є. В. Смирнов, В. О. Огневий. Вінниця : ВНТУ, 2017. – 86 с.
8. Технічне обслуговування і ремонт АТЗ: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Олег Вікторович Захарчук. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. – 140 с.
8. Електронний ресурс <https://launch.ua/tlt-235sb-380/> (дата звернення 20.04.23)
9. Електронний ресурс <https://prom.ua/ua/p13016639-podemnik-dvuhstoechnyj-380v.html?&primelead=Ng/> (дата звернення 20.04.23)
10. Електронний ресурс <https://grandinstrument.ua/ua/pwr-240a-220/> (дата звернення 20.04.23)
11. Електронний ресурс <https://launch.ua/tlt250at/> (дата звернення 20.04.23)
12. Електронний ресурс <https://carexpert.kiev.ua/ua/p1113590055-podemnik-dvuhstoechnyj-oma.html> (дата звернення 20.04.23)

13. Електронний ресурс <https://autom.com.ua/ua/pidijmach-dvostijkovij-45-t-erco-hc4502n-corghi-italiya> (дата звернення 20.04.23)
14. Електронний ресурс <https://launch.ua/tlt455w/> (дата звернення 24.04.23)
15. Електронний ресурс <https://forceauto.com.ua/oborudovanie-dlya-sto/podemniki/podemnik-chetirekhstoechniy/avtomobil-nyy-chetyrehstoechnyy-elektrohidravlicheskiy-pod-emnik-5-tonn-s-traversoy-skyrack-sr-4050> (дата звернення 24.04.23)
16. Електронний ресурс <https://autom.com.ua/ua/chotirohstijkovij-pidjomnik-dlya-rozvalu-shodzhennya-gp-50-t-platforma-650-x-5700-mm-logic50la-butler-italiya> (дата звернення 24.04.23)
17. Електронний ресурс <https://grandinstrument.ua/ua/ppn-4000k/> (дата звернення 28.04.23)
18. Електронний ресурс <https://pompa.in.ua/ua/p1304572947-3030c-avtomobilnyj-peredvizhnoj.html> (дата звернення 28.04.23)
19. Електронний ресурс <https://autom.com.ua/ua/pidjomnik-plunzhernij-35-t-z-platformoyu-zs-square-ii-35-ft-maha-nimechchina> (дата звернення 02.05.23)
20. Електронний ресурс [https://autocomplete.com.ua/catalog/lifting\\_equipment/inground\\_lifts/podemnik\\_a\\_uto\\_p\\_stenhoj\\_masterlift\\_2\\_35\\_saa\\_260/](https://autocomplete.com.ua/catalog/lifting_equipment/inground_lifts/podemnik_a_uto_p_stenhoj_masterlift_2_35_saa_260/) (дата звернення 02.05.23)
21. Електронний ресурс [https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino\\_Uno](https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno) (дата звернення 01.06.23)
22. Електронний ресурс <https://oppb.com.ua/news/bezpeka-praci-pid-chas-ekspluataciyi-avtomobilnyh-pidjomnykiv> (дата звернення 05.06.23)
23. Основи охорони праці: Підручник. 21ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.
24. Економічний аналіз. Навчальний посібник / В.М. Серединська, О.М.Загородна, Р.В.Федорович. — Тернопіль: Видавництво Астон, 2010.