

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет інженерії та енергетики
Кафедра механічної інженерії та
технології машинобудування**

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

КОСМАЧ ОЛЕКСАНДР МАКСИМОВИЧ

УДК 621.86

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**РОЗРОБЛЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО УНІВЕРСАЛЬНОГО
ПІДЙОМНИКА ДЛЯ РЕМОНТУ ТА ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖНОГО АВТОТРАНСПОРТУ**

133 „Галузеве машинобудування”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавра

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____ О.М. Космач

Керівник роботи
Шелудченко Б.А.
к.т.н., проф.

Житомир 2025

Анотація

Космач О.М. Розроблення гідравлічного універсального підйомника для ремонту та технічного обслуговування вантажного автотранспорту. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування, – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

В роботі опрацьовано питання організації технічного діагностування автомобілів. Проведено аналіз основних завдань при діагностуванні. Наведено основний перелік можливих несправностей ходової частини автомобіля. Запропоновано власну конструкцію канавного підйомника та опис його роботи. Проведено розрахунки для штоків, передачі гвинт-гайка, на міцність та витривалість. Визначено характеристики стандартних виробів приводу підйомника.

Ключові слова: канавний підйомник, діагностування несправностей, станція технічного обслуговування, ремонт автомобілів, робочий пост.

Abstract

Kosmach O.M. Development of a hydraulic universal lift for repair and maintenance of trucks. – Qualification work on manuscript rights. Work on obtaining a bachelor's degree in the specialty 133 Branch mechanical engineering, – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The work deals with the organization of technical diagnostics of cars. The main tasks of diagnostics are analyzed. The main list of possible malfunctions of the car chassis is given. The own design of the ditch lift and a description of its operation are proposed. Calculations are made for the rods, screw-nut transmission, for strength and endurance. The characteristics of standard lift drive products are determined.

Keywords: ditch lift, troubleshooting, service station, car repair, workstation.

Зміст

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	7
1.1. Обґрунтування потужності та типу станції технічного обслуговування	7
1.2. Організація технічного діагностування автомобілів.....	8
1.3. Технічне діагностування ходової частини автомобіля.....	12
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	16
2.1. Загальний опис та принцип роботи підйомника	16
2.2. Технологічні розрахунки	17
2.2.1. Вибір вихідних даних	17
2.2.2. Розрахунок штоків	19
2.2.3. Розрахунок передачі гвинт-гайка	21
2.2.4. Підбір електродвигуна	24
2.2.5. Перевірка гвинта на міцність.....	26
2.2.6. Підбір осьових підшипників	28
ВИСНОВОК	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	31

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.					Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.							3	31
Н. Контр.								
Затверд.								

Вступ

Розвиток мережі станцій технічного обслуговування автомобілів донедавна гостро не ставився, у зв'язку з достатньою кількістю автосервісів, які перебувають на території України, а також можливості обслуговування автомобілів на приватних СТО.

Зростання чисельності автомобілів, а також реалій умов військового стану (недостача кваліфікованого персоналу) ускладнення обслуговування конструкцій різних механізмів та агрегатів, встановлених на автомобілях, потребує значних капітальних вкладень у розвиток мережі спеціалізованих підприємств автосервісу – станцій технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

Відомо, що ще зовсім недавно близько 50 % всього парку автомобілів, що знаходяться в приватному секторі користування, обслуговувалися власниками самостійно, але через вдосконалення конструкцій механізмів і агрегатів, що встановлюються на автомобілях, а також підвищення чисельності автомобілів з'явилася можливість знизити цей показник до мінімуму, при будівництві нових або розширення старих станцій технічного обслуговування.

На даний момент мережа спеціалізованих станцій технічного обслуговування задовольняє потребу в обслуговуванні лише близько 40% всього парку автомобілів і переважно знаходяться у великих містах країни, що становить приблизно 30% від усіх міст.

Підвищення інтенсивності руху на дорогах потребує швидкого та якісного розвитку станцій технічного обслуговування. Такі станції характеризуються низкою ознак, що належать до їх діяльності: якісні ТО та ремонт автомобілів, забезпечення гарантійного терміну служби на певний пробіг або період, консультації фахівців, продаж якісних запасних частин та приладдя до автомобілів, забезпечення клієнтів зручними місцями

						Лист
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

очікування.

Проектування додаткових ділянок на станції технічного обслуговування та ремонту автомобілів з метою зменшення матеріальних витрат при збільшенні якості обслуговування необхідно здійснювати у наступних тісно взаємопов'язаних напрямках:

- зміцнення виробничо-технічної бази за рахунок будівництва нових або реконструкції старих станцій технічного обслуговування за перспективнішими проектами;
- підвищення ефективності системи технічного обслуговування та ремонту за рахунок підвищення кваліфікації робітників, використання якісних запасних частин, витратних матеріалів та впровадження сучасного обладнання на робочі пости.

Завдання станції технічного обслуговування і ремонту автомобілів, що розглядається, повинні вирішуватися сучасними методами, розробленими в результаті науково-дослідної діяльності.

При цьому об'єктом даних досліджень є деякі особливості експлуатації автомобілів:

- значення середньодобових та середньорічних пробігів;
- період експлуатації протягом року;
- умови зберігання автомобіля (відкрите чи закрите);
- ступінь професіоналізму власників у водінні та ремонті автомобіля;
- дорожні умови.

Крім особливостей експлуатації існує низка інших чинників, які є предметом досліджень, вони надають істотну роль нерівномірності надходження автомобілів на посади, отже, і нерівномірне завантаження станції технічного обслуговування протягом періоду планування обсягів робіт.

Найбільш важливою умовою якісного виконання дипломного проектування з проектування на станції технічного обслуговування ділянок

						Лист
						5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

є чітке обґрунтування вихідних даних прийнятих для даного вдосконалення, яке включає наступні етапи:

- вибір марок автомобілів, які обслуговуватимуться;
- Вибір станції технічного обслуговування для проектування на ній необхідної ділянки;
- Обґрунтування потужності станції технічного обслуговування.

						Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1. Технологічна частина

1.1. Обґрунтування потужності та типу станції технічного обслуговування

Тип станції технічного обслуговування та визначення виробничих потужностей є складовою вихідних даних для проведення технологічного розрахунку. Виробничі потужності залежать від кількості випущеної продукції в кількісному чи грошовому отриманому за певний період. Станції технічного обслуговування характеризуються в наступному вигляді, а саме таким показником є кількість автомобілів, що комплексно проходять обслуговування, на протязі року. Виробнича потужність в свою чергу пропорційно залежить від розміру підприємства [1].

В залежності від кількістю живої та механічної праці, тобто фактичної чисельності працівників та виробничих фондів визначаються розміри підприємства. Здебільшого об'єм виробничих фондів, отже, і обсяг СТО характеризується кількістю робочих постів, ділянок, місць очікування та інших.

Оцінюючи виробничу потужність чи розмір СТО зараз в більшості випадків характеризується лише за одним показником – а саме кількістю робочих постів. За визначенням робочий пост - це авто-місце, що оснащується технологічним обладнанням відповідно до призначення та проведення технічного впливу безпосередньо до автомобіля. Аналізуючи вищенаведене удосконалення на станції необхідно починати з організації додаткових робочих постів, що дозволить збільшити обсяг обслуговування і ремонту. Чисельність проведення обслуговувань в рік являється одним з основних факторів, що мають вплив на основний показник, що як наслідок є залежністю від прогнозованої кількості транспортних засобів яким необхідно

						Лист
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

провести роботи по обслуговуванню.

При визначенні типу станції необхідно керуватися розміром міста, в якому розташовується станція, у малих та середніх містах (чисельність жителів до 100 тис. осіб) доцільно організація універсальних станцій, а у великих містах (чисельність жителів понад 100 тис. осіб) організація станцій, що спеціалізуються за певною маркою автомобіля.

1. 2. Організація технічного діагностування автомобілів

Технічне діагностування є складовою технологічних процесів приймання, ТО і ремонту автомобілів і є процес визначення технічного стану об'єкта діагностування (автомобіля, його агрегатів, вузлів і систем) з певною точністю і без його розбирання.

Основними завданнями діагностування на СТО є:

- загальна оцінка технічного стану автомобіля та його окремих систем, агрегатів, вузлів;
- визначення місця, характеру та причин виникнення дефекту (насамперед це стосується дефектів, що впливають на безпеку дорожнього руху та чистоту навколишнього середовища);
- перевірка та уточнення несправностей та відмов у роботі систем та агрегатів автомобіля, зазначених у замовленні-наряді його власником або виявлених у процесі приймання, ТО та ремонту;
- видача інформації про технічний стан автомобіля, його систем та агрегатів (у тому числі прогнозування залишкового ресурсу) для управління ТО та ремонтом, тобто підготовки виробництва та раціональної технологічної маршрутизації руху автомобіля по виробничих ділянках СТО;
- визначення готовності автомобіля до державного періодичного технічного огляду;

						Лист
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- контроль якості виконання робіт ТО та ремонту автомобіля, його систем та агрегатів;
- створення передумов для економного використання трудових та матеріальних ресурсів як з боку СТО, так і з боку власника автомобіля;
- опосередкований вплив зниження кількості дорожньо-транспортних пригод та інших негативних наслідків масової автомобілізації.

Відповідальність за вирішення перерахованих завдань на СТО покладається на технічного керівника станції.

Специфіка організації процесу використання діагностичного обладнання на СТО значною мірою обумовлюється тією обставиною, що діяльність СТО, на відміну від АТП, спрямована в основному на задоволення потреб власників індивідуальних автомобілів у технічних впливах, які вони вважають необхідними зараз. Особливо це проявляється в післягарантійний період експлуатації автомобілів. При визначенні дійсної потреби в тих чи інших видах робіт на СТО виходять, як правило, з наступних факторів: чи має автомобіль несправності зараз, які агрегати та вузли знаходяться на стадії відмови і який залишковий ресурс (останнє визначити найбільш складно).

Усі несправності та відмови, що виникають у процесі експлуатації автомобілів, супроводжуються шумами, вібраціями, стуками, пульсаціями тиску, змінами функціональних показників (зниженням потужності, тягового зусилля, тиску, продуктивності тощо). Ці супутні несправності та відмови ознаки можуть бути діагностичними параметрами. Діагностичний параметр побічно характеризує працездатність елемента (системи, агрегату) машини.

Однією з основних вимог, яким має відповідати організація робіт на СТО, є забезпечення гнучкості технологічних процесів у зонах ТО та ремонту, можливість різних поєднань виробничих операцій. Роль

сполучного елемента управління виконує діагностування. На практиці застосовуються такі форми діагностування:

- комплексне, тобто перевірка всіх параметрів автомобіля у межах технічних можливостей обладнання. Окремим випадком комплексного діагностування є експрес-діагностування, у якому обсяг робіт обмежений насамперед вузлами, які впливають безпеку руху;

- вибіркове, у якому здійснюються перевірки, заявлені власником автомобіля. У цьому випадку всі діагностичні операції розбивають на перевірки окремих систем автомобіля. За власником залишається право самостійного вибору тієї чи іншої роботи. Така форма дозволяє варіювати обсяги діагностування залежно від технічного стану автомобіля, і тому вона гнучкіша, ніж комплексне діагностування.

Розглянуті форми діагностування більше придатні для профілактичної перевірки технічного стану автомобіля, тобто для тих випадків, коли необхідно отримати висновок про несправність того чи іншого агрегату, вузла. Однак якщо в процесі профілактичної перевірки буде виявлено несправність і виникає необхідність уточнення її причини, то для вирішення цього завдання можуть знадобитися спеціальні методи та засоби діагностування.

У процесі виробництва на СТО виконуються такі види діагностування. Заявне діагностування проводиться за заявкою власника автомобіля відповідно до заповнених у зоні приймання документів. Цей вид діагностичних робіт доцільно проводити у присутності власника автомобіля для отримання детальної та об'єктивної інформації про стан технічного засобу. Заявне діагностування здійснюється на ділянці діагностики двигунів та на ділянці регулювання розвал-сходження коліс. В окремих випадках тут проводиться усунення несправностей (заміна свічки запалювання, регулювання карбюратора тощо). Кінцевим результатом цього виду послуг є контрольно-діагностична карта, до якої занесено результати

						Лист
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

діагностування та надано рекомендації щодо усунення виявлених несправностей.

Діагностування при прийманні автомобіля на СТО призначене для уточнення технічного стану автомобіля та необхідного обсягу робіт, які в основному визначаються на основі заявки його власника та суб'єктивних даних візуального та органолептичного контролю на ділянці приймання. Однак для 15-20 % автомобілів потрібна глибша перевірка. У цьому випадку автомобіль направляють на ділянку діагностування або на посаду ТР, якщо характер дефекту не може бути визначений без розбирання складальних одиниць та агрегатів. Коригується маршрут автомобіля виробничими ділянками СТО та здійснюється діагностування його систем та агрегатів, що впливають на безпеку руху [4].

Діагностування автомобілів при ТО та ремонті в основному використовується для проведення контрольно-регулювальних робіт, уточнення додаткових обсягів робіт, передбачених талонами сервісних книжок (ТО) та заявкою власника (ТР).

При цьому діагностуванні може виникнути необхідність виконання додаткових обсягів робіт, коригування маршруту переміщення автомобіля до робочих постів виробничих ділянок СТО. У разі відсутності відповідних засобів діагностування на виробничих ділянках ТО та ремонту роботи можуть виконуватись на спеціалізованих постах для заявкового діагностування.

Застосування діагностичних засобів при ТО та ТР автомобілів дозволяє суттєво знизити трудомісткість проведення багатьох контрольно-регулювальних робіт, підвищити їх якість за рахунок виключення розбірно-складальних робіт, пов'язаних з необхідністю безпосереднього вимірювання структурних параметрів автомобіля (зазор між контактами переривника, важелями та штовхачами клапанів тощо). Економія часу може бути отримана за рахунок скорочення

підготовчо-заклучних операцій, наприклад, при перевірці тягових якостей автомобіля або трансмісії.

Контрольне діагностування проводиться для оцінки якості виконаних на СТО робіт з ТО та ремонту автомобіля, його систем та агрегатів. Якість виконаних робіт може бути перевірена на діагностичному обладнанні, що є на СТО. Наприклад, перевірка тягових якостей автомобілів при випробуваннях на стенді з біговими барабанами дозволяє не тільки повністю замінити складну в сучасних умовах перевірку автомобілів на дорозі, а й швидко, точно встановити, чи відповідають ці показники технічним умовам чи ні. Те саме можна сказати щодо перевірки ходової частини, двигуна, електрообладнання, гальм автомобіля.

Виходячи з вище сказаного, на спеціалізованих ділянках діагностування СТО повинні виконуватись роботи за заявками власників автомобілів, а також надаватись допомога ділянці приймання-видачі та виробничим ділянкам ТО та ТР в об'єктивній оцінці технічного стану автомобілів до та після обслуговування.

Основна частина робіт з діагностування автомобілів, їх систем та агрегатів виконується на спеціалізованій ділянці СТО. Такі ділянки мають все необхідне діагностичне обладнання, що забезпечує поглиблену перевірку технічного стану автомобіля: стенди для перевірки тягових показників автомобілів, гальм.

Частина робіт, які потребують спеціального стендового устаткування, може бути виконано на дільниці приймання автомобілів [5].

1.3. Технічне діагностування ходової частини автомобіля

Основні несправності ходової частини, можливі причини їх виникнення, способи перевірки та усунення дефектів наведено в таблиці 1. 1.

						Лист
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1.

Технічне діагностування ходової частини

Причина	Спосіб перевірки	Спосіб усунення
1	2	3
Автомобіль під час руху веде до однієї зі сторін		
Нерівномірно накачені шини	Манометром	Довести тиск до норми
Дефект шин	Візуально	Замінити дефектні шини
Зношування деталей підвіски та рульового управління	Візуально чи на стенді	Замінити зношені деталі, провести необхідні регулювання
Порушено регулювання кутів установки передніх коліс	На стенді	Провести регулювальні роботи
"Прихоплені" передні гальмівні механізми	На гальмівному майданчику або гальмівному стенді	Те саме або замінити зношені деталі
Порушено регулювання підшипників коліс	Візуально хитанням або на рухомих гідравлічних майданчиках	Те ж саме або замінити підшипник
Ослаблення гайок кріплення коліс	Візуально	Затягнути гайки з потрібним моментом
Смикання, трясіння або вібрація		
Порушено балансування або з'явилася овальність коліс	На балансувальному верстаті	Збалансувати колесо, за необхідності замінити диск чи шину
Порушено регулювання, ослабло кріплення або з'явився помітний знос підшипників коліс	Візуально хитанням або на рухомих гідравлічних майданчиках	Відрегулювати або замінити підшипник
Зношені або пошкоджені амортизатори або деталі їх підвіски	Візуально, на стенді для перевірки амортизаторів чи на рухомому майданчику	Замінити зношені деталі та провести необхідні регулювальні роботи
Ослабли гайки кріплення коліс	Візуально	Затягнути гайки потрібним моментом
Нерівномірно накачені шини	Манометром	Довести тиск до норми
Надмірно зношені або пошкоджені шини	Візуально	Замінити зношені шини
Порушено кріплення картера кермового механізму	Візуально	Затягнути потрібним моментом
Пошкоджено деталі кермового механізму або послаблено їхнє кріплення	Візуально чи на стенді	Замінити зношені деталі та провести необхідні регулювання

Продовження табл. 1. 2.

1	2	3
Пошкоджено маятниковий важіль	Те саме	Замінити
Зношена кульова опора	Те саме	Замінити
Крен або розгойдування автомобіля при поворотах або при гальмуванні		
Дефект амортизаторів	Візуально чи на стенді	Провести ремонт чи заміну амортизатора
Зламані або ослабли ресори або деталі підвіски	Те саме	Замінити дефектні деталі
Зношені втулки або пошкоджений стабілізатор поперечної стійкості	Візуально	Замінити зношені деталі
Нестійкість чи нестабільність руху		
Нерівномірно накачені шини	Манометром	Довести тиск до норми
Зношені втулки верхньої або нижньої тяги або втулки реактивних штанг	Візуально чи на стенді	Замінити зношені деталі
Порушено регулювання кутів установки передніх коліс	Перевірка на стенді	Провести регулювальні роботи
Зношені або пошкоджені кермові тяги або деталі ходової частини	Візуально чи на стенді	Замінити зношені деталі та провести регулювальні роботи
Порушено балансування коліс	На балансувальному стенді	Провести ремонт та балансування
Зношені задні амортизатори	Візуально чи на стенді	Замінити зношені деталі
Тугий хід кермового колеса		
Низький рівень рідини у рульовому гідропідсилювачі	Візуально	Довести до норми та прокачати систему
Нестача мастила кульових шарнірів	Візуально	Провести мастильні роботи
Порушено регулювання кутів установки передніх коліс	На стенді	Провести регулювання
Порушено регулювання кермового механізму або низький рівень олії в ньому	Візуально	Провести регулювальні роботи або довести до норми рівень мастила
Порушено регулювання підшипників коліс	Візуально чи на стенді	Провести регулювання підшипників
Пошкоджено кермовий механізм	Те саме	Замінити зношені деталі
Пошкоджено кульові шарніри	Те саме	Замінити зношені деталі

Продовження табл. 1.2.

1	2	3
Великий люфт кермового керування		
Ослабло кріплення підшипників коліс	Візуально чи на стенді	Провести регулювання або замінити підшипник
Зношування втулок підвіски	Те саме	Замінити втулки
Порушено регулювання кермового механізму	Візуально чи на стенді	Провести регулювання
Порушено регулювання кутів установки передніх коліс	На стенді	Те саме
Зношені кермові тяги	Те саме	Замінити зношені деталі

Розділ 2. Конструкторська частина

2. 1. Загальний опис та принцип роботи підйомника

Підйомник складається з двох стійок 1, 2 (рисунок 2. 1), з'єднаних між собою поперечиною 3, в якій змонтований підйомний привід. Привід складається з електродвигуна 4, з'єданого за допомогою двох муфт 5 з редукторами 6, встановленими на рамі 7. Стійки 1,2 є звареною конструкцією. Всередині стійок змонтовані вантажні гвинти 8 по яких переміщуються робочі гайки 9. Гайки запресовані в траверси 10. На траверсах закріплені штанги 11, що проходять через напрямні втулки 12, закріплені в опорах 13. У верхній частині штанг закріплені до вантажів вантажів муфт 15. На гвинтах під робочими гайками із зазором 10-12 мм. змонтовані страхувальні гайки 16. Хід гайок по гвинту обмежений двома кінцевими вимикачами 17, 18, змонтованими на одній із стійок, що запобігають переходу гайки до необробленої частини гвинта у разі несвоєчасного вимкнення подачі електрики виконавцем робіт. У разі відмови робочих вимикачів передбачені аварійні вимикачі 19,20. Підйомник забезпечений гальмами 21, розташованими на опорах.

Управління підйомником здійснюється з шафи апаратної встановленого на стійці 2.

						Лист
						16
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

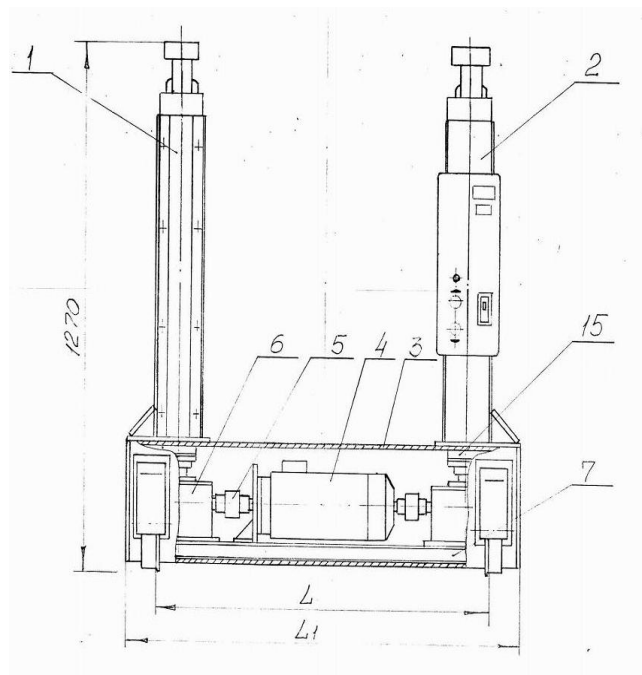
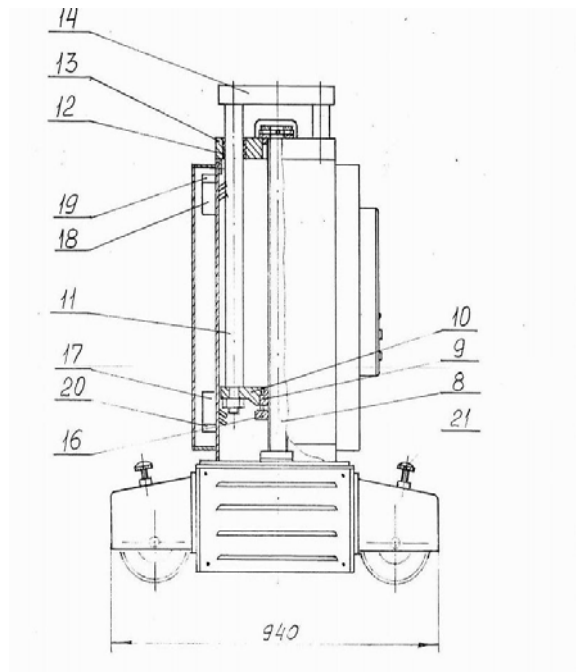


Рис. 2.1. Електромеханічний підйомник

2.2. Технологічні розрахунки

2.2. 1. Вибір вихідних даних

Підйомник проектуємо для підняття осі автомобілів та постановки в оглядову яму глибиною 1200 та шириною 1000 мм. У

						Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

крайньому нижньому положенні передбачаємо виступ підйомника над верхнім краєм оглядової ями 70 мм. Призначаємо величину ходу штоків 500 мм.

Виходячи з вищесказаного, визначаємо зовнішні навантаження. При підйомі однієї осі автомобіля виникає реакція опори на поверхні підхвату, яку розкладаємо на 2 складові – горизонтальну і вертикальну.

З метою проведення діагностики та збільшення асортименту техніки підйомник проектуємо на вантажопідйомність 5 тонн (50кН).

За розрахункову приймаємо висоту підйому 40 см. При підйомі передньої осі автомобіль повертається навколо осі балансу заднього візка. Відстань від нього до передньої осі становить 3500 мм. Кут підйому α визначимо за формулою:

$$\alpha = \arctg \frac{h}{L}, \quad (2.1)$$

де h – Висота підйому, $h = 400$ мм;

L – відстань від кронштейна заднього візка до передньої осі, $L = 3500$ мм.

$$\alpha = \arctg \frac{400}{3500} = 6,52^\circ$$

Горизонтальна складова

$$G_r = G \times \sin \alpha = 50 \times \sin 6,52 = 5,6 \text{ кН}$$

Вертикальна складова

$$G_b = G \times \cos \alpha = 50 \times \cos 6,52 = 49,7 \cong 50 \text{ кН}$$

2.2. 2. Розрахунок штоків

Штоки при підйомі автомобіля працюють на стиск та вигин. Умова міцності має вигляд:

$$\sigma = \frac{M_i}{W} + \frac{F_{cm}}{A \cdot \varphi} \leq [\sigma], \quad (2.2)$$

де M_i – згинальний момент;

W – момент опору перерізу;

F_{cm} – стискаюча сила;

A – площа перерізу;

φ – коефіцієнт зниження допустимих напруги при стисканні.

$[\sigma]$ – Допустима напруга на вигин.

Матеріал штоків – Сталь 45 ГОСТ 1050-88 $[\sigma] = 170$ МПа [5].

За розрахунковий приймаємо крайній випадок – все навантаження припадає на одну колону.

У кожній колоні розміщено 2 штоки діаметрами 32 мм, що знаходяться на відстані 240мм один від одного, тобто відстань від осі симетрії становить 120мм (рис. 2. 2).

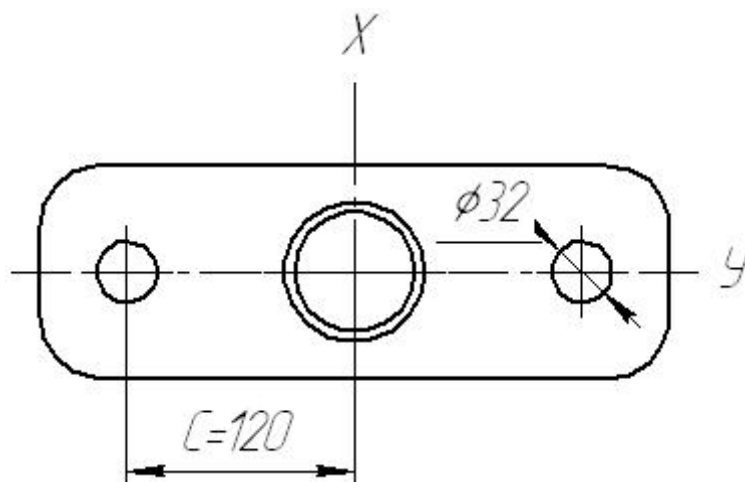


Рис. 2.2. Схема розташування штоків та гвинта

Момент опору складного перерізу

$$W = \frac{I_X}{Y_{\max}}; \quad (2.3)$$

де I_X - момент інерції перерізу щодо головної осі X ;

$Y_{\max}$ – максимальне видалення точки перерізу головної осі X .

$$I_X = 2 * (I_{X0} + z^2 * A_0); \quad (2.4)$$

де I_{X0} - момент інерції штока щодо осі симетрії;

z – відстань від осі симетрії перерізу до осі симетрії штока;

A_0 – площа перерізу штока.

$$I_{X0} = \pi * D^4 / 64; \quad (2.5)$$

де D – діаметр штока.

$$I_{X0} = 3,14 * 3,2^4 / 64 = 5,1 \text{ см}^4$$

$$I_X = 2 * (5,1 + 12^2 * 3,14 * 3,2^2 / 4) = 2325 \text{ см}^4$$

$$W = \frac{2325}{17,4} = 133,6 \text{ см}^3$$

Для визначення значення коефіцієнта φ визначаємо гнучкість стрижня

$$\lambda = \frac{\mu * l}{r_{\min}}; \quad (2.6)$$

де $r_{\min}$ – Мінімальний радіус інерції перерізу;

						Лист
						20
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

μ – коефіцієнт, що враховує спосіб загортання стрижня.

$$r_{\min} = \sqrt{I_{x_{\text{сеч}}} / A_{\text{сеч}}}; \quad (2.7)$$

де $I_{x_{\text{сеч}}}$ – момент інерції перерізу.

$$r_{\min} = \sqrt{2325 / (2 * 3,14 * 3,2^2 / 4)} = 12 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{1 * 50}{12} = 4,16$$

$$\varphi = 0,98$$

Значення згинального моменту визначаємо за такою формулою

$$M_i = G_r * h \quad (2.8)$$

$$M_i = 5,6 * 0,4 = 2,24 \text{ кН * м}$$

$$\sigma = \frac{2240}{133,6 * 10^{-6}} + \frac{50000}{2 * 3,14 * 3,2^2 / 4 * 10^{-4} * 0,98} = 16,7 + 30,5 = 47,2 \text{ МПа}$$

$$\sigma = 47,2 \text{ МПа} < [\sigma] = 170 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується.

2.2.3. Розрахунок передачі гвинт-гайка

Передача гвинт - гайка служить для перетворення обертального руху на поступальне.

Основним критерієм працездатності передачі є зносостійкість, що оцінюється за величиною середнього тиску між витками різьблення

						Лист
						21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

гвинта та гайки.

При розрахунку умови зносостійкості визначаємо середній діаметр різьби, d_2 мм. Призначаємо трапецієдальне різьблення, для якого середній діаметр визначається за формулою

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{2 \cdot F}{\pi \cdot \psi_n \cdot [P]}}, \quad (2.9)$$

де F – осьова сила на витку, МН;

ψ_n – Коефіцієнт висоти гайки щодо середнього діаметра різьблення;

$\psi_n=1, 2 \dots 2,5$ – для цільних гайок;

$\psi_n=2,5 \dots 3,5$ – для роз'ємних та здвоєних гайок;

$[P]$ – допустимий тиск у різьбленні, МПа;

$[P]=11 - 15$ МПа – загартована сталь – бронза, [2];

$[P]=8 - 10$ МПа – незагартована сталь – бронза, [2];

$[P]=4 - 6$ МПа – незагартована сталь – чавун, [2].

Для розрахунків приймаємо цільну гайку з трапецієдальним різьбленням зі сталі 35.

Визначаємо діаметр d_2 за формулою (2.9)

$$d_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 50000}{3,14 \cdot 1,8 \cdot 15 \cdot 10^6}} = 0,0343 \text{ м} = 34,3 \text{ мм}$$

По середньому діаметру d_2 призначаємо різьблення Tr 40×3-7 е для якої середній діаметр має величину 38,5мм [2].

За величиною прийнятого коефіцієнта ψ_n визначаємо висоту гайки H із формули:

$$\psi_n = \frac{H}{d_2} \quad (2.10)$$

Звідси отримаємо

$$H = \psi_n * d_2 = 1,8 * 38,5 = 69,3 \text{ мм}$$

Призначаємо висоту гайки $H = 70 \text{ мм}$.

Для передач, що самогальмуються, перевіряють на дотримання умови самогальмування

$$\psi < \varphi_1, \quad (2.11)$$

де ψ – Кут підйому різьблення;

φ_1 – наведений кут тертя;

Кут підйому різьблення визначають за формулою:

$$\psi = \arctg \frac{P}{\pi \cdot d_2}, \quad (2.12)$$

де P – крок різьблення, м.

Наведений кут тертя:

$\varphi_1 = 1,15\varphi$ – для метричних різьблень;

$\varphi_1 = 1,03\varphi$ – для трапецеїдальної різьби;

$\varphi_1 \approx \varphi$ – для завзятого різьблення.

Фактичний коефіцієнт тертя φ визначають через коефіцієнт тертя f за формулою:

$$\varphi = \arctg f \quad (2.13)$$

Для гвинтових пар типу загартована сталь – бронза, що піддаються періодичному мастилу коефіцієнт тертя f дорівнює 0,06-0,1

$f = 0.10$ – сталь по сталі або чавуну;

$f = 0,08...0,1$ – Сталь по бронзі.

У нашому випадку коефіцієнт тертя $f = 0,1$ – сталь по сталі, а $\varphi_1 = 1,03\varphi$ – для трапецоїдальної різьби.

Визначаємо кут підйому різьблення та кут тертя за формулами (2. 12-2. 13)

$$\psi = \arctg \frac{3}{3,14 \cdot 38,5} = 1,42^\circ ;$$

$$\varphi = \arctg 0,1 = 4,00^\circ$$

$$\varphi_1 = 1,03 * 4,00 = 4,12^\circ$$

Тоді з умови самогальмування отримуємо:

$$1,42^\circ < 4,12^\circ$$

Передача умові самогальмування задовольняє.

2.2. 4. Підбір електродвигуна

Потужність, необхідна для підняття автомобіля:

$$N = \frac{G * h}{t} ; \quad (2.14)$$

де N – необхідна потужність;

t – час підйому.

Задаємося часом підйому 100с. Тоді за формулою (2.14) отримаємо:

$$N = \frac{50000 * 0,4}{100} = 200 Bm$$

Необхідна потужність двигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N}{\eta_{\text{винт}} * \eta_{\text{ред}} * \eta_{\text{муфт}}} ; \quad (2.15)$$

де $\eta_{\text{винт}}$ – ККД гвинтової пари;

$\eta_{\text{ред}}$ – ККД черв'ячного редуктора ;

$\eta_{\text{муфт}}$ – ККД муфти.

ККД гвинтової пари визначаємо за формулою:

$$\eta_{\text{винт}} = \frac{\operatorname{tg} \psi}{\operatorname{tg}(\psi + \varphi_1)} \quad (2.16)$$
$$\eta_{\text{винт}} = \frac{\operatorname{tg} 1,42}{\operatorname{tg}(1,42 + 4,12)} = 0,35$$

$\eta_{\text{ред}} = 0,83$ [2];

$\eta_{\text{муфт}} = 0,99$ [2].

Тоді за формулою (2.15) отримаємо:

$$N_{\text{дв}} = \frac{200}{0,35 * 0,83 * 0,99^2} = 702 \text{ Вт}$$

Необхідна частота обертання гвинта

$$n = \frac{h * 60}{t * P} \quad (2.17)$$

$$n = \frac{0,4 * 60}{100 * 0,003} = 80 \text{ мин}^{-1}$$

На підйомнику встановлюємо одноступінчасті черв'ячні

						Лист
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

редуктори типу 2ЧМ. Вибираємо редуктор 2ЧМ-63 ГОСТ 15150-69 з передавальним ставленням 25. Тоді необхідна частота обертання валу електродвигуна складе:

$$n_{\text{ел}} = n * u_{\text{ред}} \quad (2.18)$$

$$n_{\text{ел}} = 800 * 25 = 2000 \text{ хв}^{-1}$$

Вибираємо асинхронний двигун АІР С71В2 ТУ 16-525.564-84

$$P_{\text{ел}} = 1,2 \text{ кВт}; n_{\text{ел}} = 2770 \text{ хв}^{-1}$$

Перераховуємо частоту обертання гвинта

$$n = 2770/25 = 110,8 \text{ хв}^{-1}$$

Час підйому складе

$$t_{\text{під}} = \frac{h * 60}{n_e * P} \quad (2.19)$$

$$t_{\text{під}} = \frac{0,4 * 60}{110,8 * 0,003} = 72 \text{ с}$$

2. 2.5. Перевірка гвинта на міцність

Так як траверса переміщається по напрямних, закріплених на стійках, гвинт не піддається дії згинальних моментів. При цьому гвинт сильно навантажений зусиллями, що стискають. Умова міцності має вигляд [2]

$$\sigma = \sqrt{\left(\left(\frac{F}{A_1}\right)^2 + 3 * \left(\frac{T}{W_{01}}\right)^2\right)} \leq [\sigma]; \quad (2.20)$$

де T – крутний момент;

						Лист
						26
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

A_1 і W_{01} – площа та момент опору кручення перерізу гвинта по внутрішньому діаметру різьблення.

$$W_{01} = 0,2 * d_{13}^3 \quad (2.21)$$

де d_1 – Внутрішній діаметр різьблення.

Для різьблення Tr 40×3-7 є $d_1 = 36,5$ мм [5].

Тоді за формулою (2.21) отримаємо:

$$W_{01} = 0,2 * 3,65^3 = 9,73 \text{ см}^3$$

$$T = 9550 * N / n \quad (2.22)$$

$$N = N_{\text{двиг}} * \eta_{\text{ред}} * \eta_{\text{муфт}} \quad (2.23)$$

$$N = 1,2 * 0,83 * 0,99 = 1,03 \text{ кВт}$$

$$T = 9550 * 1,03 / 110,8 = 89 \text{ Нм}$$

Тоді за формулою (2.20) отримаємо:

$$\sigma = \sqrt{\left(\left(\frac{4 * 50000}{3,14 * 36,5^2 * 10^{-6}} \right)^2 + 3 * \left(\frac{89}{9,73 * 10^{-6}} \right)^2 \right)} = 50,4 \text{ Мпа}$$

Допустиму напругу, щоб уникнути місцевих пластичних деформацій, вибирають [5]

$$[\sigma] \leq \sigma_t / 3 \quad (2.24)$$

Для сталі 40Х при термообробці покращення $\sigma_t = 900$ МПа [2]

$$[\sigma] = 900 / 3 = 300 \text{ МПа}$$

$$\sigma = 50,4 \text{ МПа} < [\sigma] = 300 \text{ МПа}$$

2.2.6. Підбір осьових підшипників

Підшипники підбираємо за умовами статичної та динамічної вантажопідйомності.

Статичне навантаження на один підшипник при зовнішньому навантаженні 5 тонн становитиме 25 кН. На цій підставі попередньо підбираємо шарикопідшипники наполегливі середньої серії 8308.

$$C_a = 65,0 \text{ кН [2].}$$

Так як підйомник здійснює циклічну роботу, здійснюємо розрахунок на довговічність, задавшись часом роботи підшипника $[L_h] = 5000$ годин.

$$L_h = \frac{10^6}{n * 60} * \left(\frac{C_r}{P_r} \right)^p * a_1 * a_{23} \geq [L_h], \quad (2.25)$$

де L_h – Розрахункова довговічність підшипника, год;

n – частота обертання гвинта, $n = 110,8 \text{ хв}^{-1}$;

C_r – динамічна вантажопідйомність підшипника, $C_r = 107 \text{ кН [5]}$;

P_a – еквівалентне навантаження, кН;

p – показник ступеня, що дорівнює для шарикопідшипників $p = 3,33$ [2];

a_1 – Коефіцієнт надійності;

a_{23} – Коефіцієнт, що враховує якості металу та умови експлуатації.

$$P_a = F_a * K_b * K_t, \quad (2.26)$$

де F_a – осьове навантаження, $F_a = 25 \text{ кН}$;

						Лист
						28
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

K_6 – коефіцієнт безпеки, де $K_6 = 1,3-1,5$;

де K_T – температурний коефіцієнт, де $K_T = 1$.

За формулами (2.25-2.26) отримаємо

$$P_a = 25 * 1,3 * 1 = 32,5 \text{ кН}$$

$$L_h = \frac{10^6}{110,8 * 60} * \left(\frac{105}{32,5} \right)^{3,33} * 0,7 * 1,0 = 5229_{год}$$

$$L_h = 5229 \text{ год} > 5000 \text{ год}$$

						Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

Канавний підйомник — це пристрій з ручним керуванням, який піднімає вантажівки та автобуси вертикально. Вантажопідйомність обладнання в більшості випадків розрахована від 5 т до 30 т, а висота підйому – 450-800 мм.

Конструктивні особливості та види: можливість руху по краю траншеї, можливість руху по дну траншеї. Можливі типи приводів: гідравлічний, пневматичний, електрогідравлічний.

Принцип роботи підйомника:

Гідравлічний привід, принцип дії – вручну піднімає вантаж на оптимальну висоту і опускає його нижче вантажу, викликаного вагою самого вантажу.

Пневматичний привід, принцип роботи полягає в тому, щоб пневматичними засобами підняти вантаж у положення для завантаження, потім вручну підняти його на оптимальну висоту, а потім опустити вантаж під вагу самого вантажу.

З додатковим пневматичним двигуном принцип роботи подібний до попереднього продукту, але стиснене повітря використовується для швидкого підняття вантажу на оптимальну висоту та швидкого опускання вантажу.

Електрогідравлічний привід, принцип дії – швидко і точно піднімає вантаж на оптимальну висоту і швидко опускає вантаж під тиском ваги самого вантажу. Усі моделі підвісних траншейних підйомників доступні не в стандартних розмірах. Основні та опорні елементи траншейного підйомника (каретка або рама підйомника) виготовляються повністю на замовлення і тільки на основі попередньо отриманих від замовника розмірних листів траншеї або оглядової ями.

						Лист
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Божидарнік В.В., Гусєв А.П. Основи технології виробництва і ремонту автомобілів. Луцьк: Надстир'я, 2007. 314 с.
2. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування. Дипломне проектування: навч. посібник для ВНЗ. Львів: Новий Світ-2000, 2008. 767 с.
3. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М. Технологічні основи машинобудування: підручник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 379 с.
4. Захарчук О.В. Технічне обслуговування і ремонт АТЗ: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. 140 с.
5. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту. К.: «Вища школа», 1994. 599 с.
6. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. К.: Вища шк., 2003. 420 с.
7. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи машинобудування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 – Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування. Харків: НТУ «ХП», 2022. 421с.