

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА  
Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.  
Зав. кафедри \_\_\_\_ к.т.н., доцент \_\_\_\_  
(науковий ступінь, вчене звання)  
\_\_\_\_ А.В. Войтік \_\_\_\_  
(підпис) (ініціали, прізвище)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістр

(освітній рівень)

Тема роботи: «Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування, ремонту та шикування шин вантажних автомобілів»

Виконав: студент 2 курсу, групи 21м-ім  
освітньої програми \_\_\_\_\_ магістр  
спеціальності \_\_\_\_\_ 208

«Агроінженерія»

Виноградчій Михайло Юрійович

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент, Петриченко Є.А.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м.Умань – 2024 р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**  
 Інженерно-технологічний факультет  
 Кафедра агроінженерії

Освітня програма: \_\_\_\_\_ магістр

Спеціальність: \_\_\_\_\_ 208 «Агроінженерія» \_\_\_\_\_  
 (код і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри**  
 \_\_\_\_\_ **А.В. Войтік**  
 “    ” \_\_\_\_\_ **2024 р.**

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

Студенту: \_\_\_\_\_ **Виноградчому Михайлу Юрійовичу** \_\_\_\_\_  
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування, ремонту та шипування шин вантажних автомобілів»

керівник роботи \_\_\_\_\_ **к.т.н., доцент, Петриченко Є.А.** \_\_\_\_\_  
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“**14**” **листопада 2024 р. № 01-06/261**

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_ **25.11.2024 р.** \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи: Характеристика підприємства, базовий технологічний процес обслуговування та ремонту шин автомобілів.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

– 0

5. Перелік презентаційних матеріалів: презентація (не більше 20 слайдів).

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ                           | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Дата підпису    |                  |
|----------------------------------|-------------------------------------------|-----------------|------------------|
|                                  |                                           | видали завдання | прийняв завдання |
| Техніко-економічне обґрунтування | Петриченко Є.А., доцент                   |                 |                  |
| Охорона праці                    | Прокопенко Е.В., доцент                   |                 |                  |

7. Дата видачі завдання 23 квітня 2024 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів дипломної роботи                             | Строк виконання етапів роботи | При-мітка |
|-------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------|
| 1.    | Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу | 30.04.2024 р.                 |           |
| 2.    | Розділ 1.                                                 | 14.05.2024 р.                 |           |
| 3.    | Розділ 2.                                                 | 28.05.2024 р.                 |           |
| 4.    | Розділ 3.                                                 | 11.06.2024 р.                 |           |
| 5.    | Розділ 4.                                                 | 25.06.2024 р.                 |           |
| 6.    | Розділ 5.                                                 | 24.09.2024 р.                 |           |
| 7.    | Виконання ілюстративної частини роботи                    | 23.10.2024 р.                 |           |
| 8.    | Представлення роботи керівнику на перевірку               | 25.11.2024 р.                 |           |

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис )

**Виноградчій М.Ю.**  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

**Петриченко Є.А.**  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Виноградчий М.Ю. "Проектування ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування, ремонту та шипування шин вантажних автомобілів" (Магістерська робота, Уманський національний університет садівництва, 2024: пояснювальна записка на 61 сторінках, включає 22 ілюстрацій, 9 таблиць).

Робота присвячена розробці проекту ремонтної ділянки для технічного обслуговування, ремонту та шипування шин вантажних автомобілів. Основна мета дослідження – вивчення коліс із повітряним демпфером та оптимізація технологічного процесу їх обслуговування.

У першому розділі обґрунтовано актуальність дослідження та методи вирішення поставлених завдань.

Другий розділ містить аналіз характеристик і організаційної структури роботи ремонтного цеху, а також дослідження конструкції й функціонального призначення об'єкта.

У третьому розділі проведено оцінку існуючих конструкцій стендів та пристосувань для ремонту, з вибором необхідного технологічного оснащення. Розраховано конструкції стенду для шипування коліс та вивченню роботи демпфера.

Четвертий розділ розглядає питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях під час виконання робіт.

П'ятий розділ містить техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень, включаючи аналіз собівартості та ефективності.

Ключові слова: ремонтний цех, технічне обслуговування, технологічний процес, шипування, демпфер, діагностика.

## ЗМІСТ

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВСТУП.....</b>                                                                 | <b>7</b>  |
| <b>1. Загально-технічний розділ.....</b>                                          | <b>8</b>  |
| 1.1 Загальна характеристика підприємства «АГРО-СТ».....                           | 8         |
| 1.2 Організаційно-економічна сутність автосервісу.....                            | 10        |
| 1.3 Сутність і ефективність автосервісу.....                                      | 10        |
| 1.4 Призначення ошиповки шин.....                                                 | 14        |
| 1.5 Підвищення плавності ходу та експлуатаційних властивостей АТЗ.....            | 15        |
| 1.6 Висновки та постановка задачі на кваліфікаційну роботу.....                   | 17        |
| <b>2. ТЕОРИТИЧНА ЧАСТИНА.....</b>                                                 | <b>18</b> |
| 2.1 особливості роботи демпфера.....                                              | 18        |
| <b>3. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....</b>                                                 | <b>25</b> |
| <b>3.1 Розробка організаційно аналітичних рішень.....</b>                         | <b>25</b> |
| 3.1.1 Розрахунок кількості автомобілів та річного об'єму робіт.....               | 25        |
| 3.1.2 Розподіл робіт, визначення числа виконавців і постів.....                   | 28        |
| 3.1.3 Кількість постів.....                                                       | 31        |
| 3.1.4 Розрахунок технологічного обладнання.....                                   | 33        |
| 3.1.5 Площа шиномонтажного поста.....                                             | 35        |
| 3.1.6 Площа допоміжних приміщень.....                                             | 35        |
| 3.1.7 Організація роботи при демонтажно-монтажних роботах та<br>ошиповки шин..... | 36        |
| <b>3.2 Розробка конструкторських рішень.....</b>                                  | <b>40</b> |
| 3.2.1 Обґрунтування розробки та аналіз існуючих конструкцій.....                  | 40        |
| 3.2.2 Опис конструкції і технічна характеристика пристрою.....                    | 41        |
| 3.2.3 Розрахунок рами.....                                                        | 43        |
| 3.2.4 Розрахунок пристосування.....                                               | 48        |
| <b>4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....</b>                                                      | <b>50</b> |
| 4.1 Організація охорони праці на шиномонтажному пості.....                        | 50        |
| 4.2 Безпека праці при виконанні основних видів робіт.....                         | 51        |
| 4.3 Розрахунок освітлення.....                                                    | 52        |

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| <b>5. ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....</b> | <b>53</b> |
| 5.1 Техніко-економічні показники.....     | 53        |
| <b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>             | <b>58</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>    | <b>59</b> |

## ВСТУП

Основною метою транспорту є забезпечення ефективного та своєчасного задоволення потреб економіки та населення в перевезеннях. Автотранспорт відіграє ключову роль у транспортній галузі України, здійснюючи понад 80% вантажних і майже 80% пасажирських перевезень. Він використовує приблизно 70% трудових ресурсів, понад 60% нафтового палива, а також значну частину капіталовкладень та основних виробничих фондів, що складає більше 60% загальних транспортних витрат.

Український автомобільний парк постійно оновлюється і доповнюється новими транспортними засобами, що працюють на альтернативних видах палива. Вдосконалюється структура рухомого складу, збільшується кількість дизельних автомобілів, а також транспортних засобів з підвищеною вантажопідйомністю та пасажиромісткістю. Зростання обсягів автомобільних перевезень у національному господарстві зумовлює більш інтенсивний розвиток автомобільного транспорту порівняно з іншими видами. Водночас слід враховувати, що автомобільний транспорт є найтрудо- та фондомісткішим, а його витрати значно перевищують витрати на інші види транспорту.

Значні трудові та матеріальні ресурси витрачаються на підтримання рухомого складу в робочому стані, що у кілька разів перевищує витрати на його виробництво. Складніша конструкція автомобілів веде до збільшення обсягів робіт з технічного обслуговування та ремонту, а також до підвищення витрат на підтримку їх технічного стану. Важливим аспектом експлуатації автомобілів є своєчасний і якісний ремонт.

На технічний стан автотранспортних засобів та рівень поточних витрат значний вплив мають методи модернізації та переоснащення існуючих автотранспортних і авторемонтних підприємств, а також сервісних центрів з обслуговування транспортних засобів.

## **1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ**

### **1.1 Загальна характеристика підприємства «АГРО-СТ»**

Компанія "Агро-СТ" є офіційним дистриб'ютором в Україні з продажу та сервісного обслуговування двигунів Cummins та FPT IVECO Motors. Власний сервісний центр "Агро-СТ" розташований за адресою: Україна, Рівненська область, Рівненський район, с. Великий Житин, вул. Зелена, 10Б, 35340. ПП "Агро-СТ" надає як гарантійні, так і післягарантійні послуги з обслуговування двигунів. Сервісний центр укомплектований сучасними інструментами, технічною базою та діагностичним обладнанням, що дозволяє проводити різноманітні види ремонтів: від дрібних налагоджувальних робіт до повних капітальних ремонтів. Після завершення ремонтних і діагностичних робіт здійснюється точне налаштування двигуна, а також його систем та компонентів.

Сервісний центр "Агро-СТ" спеціалізується на високоякісному ремонті та налаштуванні дизельних двигунів Cummins (Камінес). Компанія гарантує повний спектр послуг з ремонту двигунів Cummins (Камінес).

Крім того, компанія надає послуги з післягарантійного обслуговування та капітального ремонту техніки таких брендів, як CASE, New Holland та John Deere. У "Агро-СТ" працюють дипломовані інженери з високою кваліфікацією та значним практичним досвідом, які пройшли навчання в міжнародних тренінгових центрах компаній CASE, Cummins та FPT.

Завдяки мобільності сервісної служби та наявності сучасного обладнання, ми можемо гарантувати якісне та оперативне виконання робіт будь-якої складності, як у стаціонарних умовах, так і безпосередньо на місці виходу з ладу техніки. Високий рівень продукції CASE та NEW HOLLAND диктує необхідність забезпечення найвищих стандартів сервісу: точної діагностики, якісного ремонту, оперативного постачання запчастин та високої кваліфікації персоналу, з підтвердженими гарантіями.



Рисунок 1.1 – Капітальний ремонт двигунів Cummins (Каминс)



Рисунок 1.2 – Капітальний ремонт техніки CASE, New Holland



Рисунок 1.3 – Ремонт двигунів FPT IVECO Motors

## **1.2 Організаційно-економічна сутність автосервісу**

Виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів є ключовою складовою автосервісу. Автосервіс охоплює всі види діяльності, спрямовані на забезпечення використання, експлуатацію, підтримання та відновлення функціональності автомобіля протягом усього його життєвого циклу.

Система, яка забезпечує підтримку та відновлення працездатності автомобіля на всіх етапах його експлуатації, складається з кількох підсистем: інформаційної підсистеми для клієнтів і про клієнтів, підсистеми управління запасами, підсистеми обслуговування клієнтів, підсистеми продажу автомобілів, запчастин і матеріалів, а також підсистеми технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

## **1.3 Сутність і ефективність автосервісу**

Вимоги до автосервісу як складової автотранспортної інфраструктури визначаються соціально-економічною функцією автомобіля. Інфраструктура має забезпечити максимально ефективне використання його потенціалу (див. рис. 1.4).

Якість автосервісу (як у широкому, так і вузькому значенні) розглядається з різних точок зору. Для виробника автомобілів це є умовою підвищення конкурентоспроможності продукції; для власників авто – це критерій ефективного використання транспортного засобу; для суспільства – це фактор розвитку транспортних можливостей з усіма позитивними аспектами, що з цього випливають, а також забезпечення безпеки руху і зменшення негативних впливів; для підприємств автосервісу – це умова для досягнення високої ефективності роботи та отримання прибутку.



Рисунок 1.4 – Автосервіс як інфраструктура АТ

Виробник автомобілів може успішніше продавати їх на ринку, де розвинуті канали збуту, тобто система торгівлі: привабливість автомобіля зростає, якщо розвинута мережа СТО та ремонту, мережа автомобільних шляхів, автозаправних станцій, стоянок, створено умови для використання автомобіля. Власник охочіше куплятиме автомобіль за тих же умов, і громадськість зацікавлена в розвитку автотранспорту.

Кожний автомобіль, що надійшов в експлуатацію, вимагає:  $n$  - шляхів,  $m$  - запасних частин,  $t$  - ТО та Р,  $k$  - обсягу експлуатаційних матеріалів,  $d$  - заправних станцій,  $f$  - стоянок,  $g$  - гаражів,  $c$  - затрат на дотримання безпеки руху,  $v$  - затрат на зменшення шкідливих наслідків й утилізацію. Соціально-економічна функція автомобіля може бути реалізована за умови пропорційного розвитку елементів інфраструктури і парку автомобілів.

Якщо за критерій взяти соціально-економічну ефективність і позначити її  $Z$ , то цільова функція розвитку інфраструктури автотранспорту виглядатиме так:

$$Z = f(n, m, t, k, d, f, g, c, v) \quad (1.1)$$

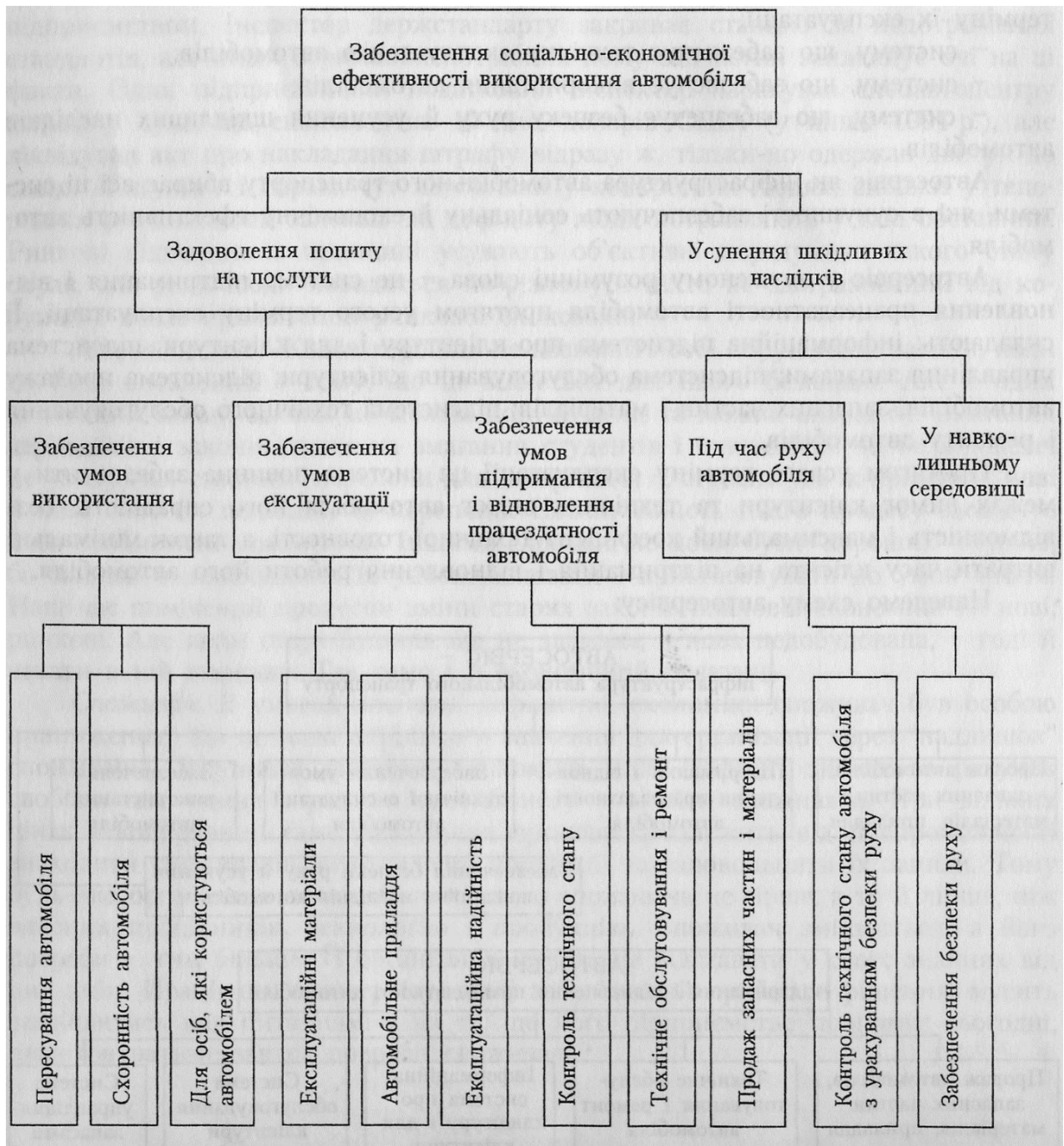


Рисунок 1.5 – Автосервіс – система забезпечення соціально-економічної ефективності автомобіля

З цієї моделі випливає, що ефективне використання транспортного засобу залежить від багатьох факторів, кожен з яких має свої особливі умови реалізації. Наприклад, хоча за короткий час можна продати велику кількість автомобілів, створення необхідної інфраструктури, такої як дороги, СТО, автозаправні станції, гаражі та стоянки для цих автомобілів, потребує значно більше часу. Тому в модель варто додати фактор часу, протягом якого може

бути збудована оптимальна інфраструктура для даного автопарку. Зараз, завдяки імпорту, приріст кількості автомобілів відбувається так швидко, що інфраструктура, крім АЗС, не встигає за цим зростанням.

Можливості автомобіля, такі як швидкість, вантажопідйомність, комфортність та технічні характеристики, не залежать безпосередньо від автосервісу. Завдання автосервісу полягає в тому, щоб забезпечити підтримку цих характеристик на належному рівні протягом експлуатації автомобіля. Інакше кажучи, ефективність автосервісу визначається здатністю підтримувати і забезпечувати повне використання можливостей транспортного засобу. Таке твердження дозволяє записати цільову функцію автосервісу в дещо іншому вигляді, а саме:

$$Z = (CE_a - \partial CE_a) \max; \partial CE_a > 0, \quad (1.2)$$

де  $CE_a$  - характеристика соціально-економічної ефективності транспортного засобу;

$\partial CE_a$  - сумарні втрати соціально-економічної ефективності, що спричинені неоптимальністю інфраструктури та її систем.

Будь-яка форма економії, врешті-решт, зводиться до збереження часу. Саме ця мета і повинна бути основним завданням автосервісу.

У таблиці 1 представлені характеристики соціальної та економічної ефективності автосервісу, а нижче наведені деякі пояснення.

Соціальна ефективність автомобільного транспорту може вимірюватися такими показниками, як мобільність, яку він забезпечує (тобто збільшення транспортних можливостей суспільства); створення нових можливостей (автомобіль, як комп'ютер, дозволяє вирішувати завдання, які без нього залишалися б нерозв'язаними); комфортність пересування.

Однак автомобіль також має соціально значущий негативний вплив: він забруднює навколишнє середовище, змінює вигляд міст, створює загрозу безпеці, що може призводити до втрат людських життів.

З огляду на це, постає питання зменшення кількості застарілих та небезпечних автомобілів і негативних наслідків, пов'язаних із їх

використанням. Автосервіс повинен не лише сприяти максимальному використанню позитивних соціальних аспектів автомобіля, але й звести до мінімуму його негативний вплив.

Економічна ефективність автотранспорту полягає в наступному: а) економія часу; б) прискорення економічних процесів. Завдання автосервісу – забезпечити збереження і ефективне використання всіх функцій автомобіля без втрати його можливостей.

За даними досліджень, через низьку якість та нестачу доріг витрати на експлуатацію автомобілів настільки високі, що їх не компенсує навіть виробництво нових автомобілів на КамАЗі.

Недостатня якість послуг на станціях технічного обслуговування, нераціональне розміщення СТО та їхня неефективна виробнича структура, а також брак запчастин призводять до значних втрат часу клієнтів, що в сукупності в десятки разів перевищують прибутки самого автосервісу.

#### **1.4 Призначення ошиповки шин**

Автомобільна шина є однією з найважливіших частин колеса, представляючи собою еластичну резино-метало-тканинну оболонку, яка кріпиться на обід диска. Шина забезпечує надійний контакт транспортного засобу з дорожнім покриттям, поглинає незначні вібрації, викликані нерівностями дороги, компенсує відхилення траєкторії коліс, і сприяє реалізації та сприйняттю різних сил.

З метою підвищення безпеки руху автомобіля на обледенілій поверхні або при наявності зледенілого снігу використовуються металеві шипи протиковзання. Проте рух на шипованих шинах має свої особливості: автомобіль стає гучнішим під час руху, а його паливна економічність знижується. У сніжно-грязьовій каші або глибокому пухкому снігу ефективність шипів значно знижується, а на твердому сухому або вологому асфальті шиповані шини поступаються звичайним через зменшення площі контакту з дорожньою поверхнею, що призводить до збільшення гальмівного шляху на 5-10%. Однак їх безперечна перевага полягає в скороченні

гальмівного шляху на льоду на 70%.

При встановленні шипованих шин на автомобіль їх необхідно монтувати на всі колеса. Використання таких шин тільки на передній або задній осі може бути небезпечним у деяких ситуаціях.

Нові шиповані шини потребують приблизно 200 кілометрів обкатки, протягом якої водій не повинен перевищувати швидкість 60-70 км/год. Це дозволяє шипам правильно «сісти» на свої місця. У цей період слід уникати різких гальмувань та різких стартів.

Щоб забезпечити довговічність шипів, важливо регулярно перевіряти тиск у шинах. Довготривала їзда на приспущених шинах призводить до швидкого зносу шипів і їх передчасного випадання. Підвищені швидкості руху також сприяють випаданню шипів, навіть на імпортних шинах. Короткочасні прискорення до 140 км/год можливі, але не бажані.

Дотримуючись правил обкатки та експлуатації, шиповані шини зазвичай служать три зимових сезони або 30-45 тисяч кілометрів. Після цього їх рекомендується утилізувати, а не використовувати влітку, оскільки гальмівний шлях автомобіля може збільшитися на 25%.

## **1.5 Підвищення плавності ходу та експлуатаційних властивостей АТЗ**

Питання підвищення плавності ходу та інших експлуатаційних якостей автотранспортних засобів (АТС) стали предметом численних досліджень як вітчизняних, так і зарубіжних вчених [16-20]. Сучасні кабіни автомобілів піддаються впливу низки несприятливих факторів, таких як вібрація, підвищений рівень шуму, несприятливий мікроклімат, а також наявність токсичних речовин. Ці чинники сприяють розвитку різних захворювань та призводять до передчасної втоми водіїв.

Вібрація є одним із основних негативних факторів, що погіршують умови праці в кабінах автомобілів. Уже через 7-8 годин роботи у водіїв спостерігається зниження зорово-рухових реакцій, збільшується кількість запізнілих реакцій на рухомі об'єкти, зменшується кількість

випереджувальних реакцій та погіршується робота зорового аналізатора. Це втома, викликана впливом коливань у діапазоні власних частот підвіски автомобіля.

Окрім вертикальних коливань, водії відчують також горизонтальні та кутові збурення. Наприклад, під час руху автомобіля людина піддається діям поздовжніх і поперечних віброприскорень у діапазоні частот до 15 Гц, які становлять відповідно 0,4g і 0,3g. Динамічна поведінка людини-оператора при горизонтальних вібраціях аналогічна поведінці при вертикальних коливаннях.

Комфортний рух по асфальтобетонних дорогах забезпечується лише деякими автомобілями вищого класу при швидкості 50-55 км/год. Майже всі автомобілі цього класу мають середньоквадратичні віброприскорення, які не перевищують межі, що впливає на зниження продуктивності через втому. Важливо зазначити, що нормовані значення віброприскорень для легкових автомобілів є обов'язковими для дотримання.

Горизонтальні віброприскорення при класичному компонуванні автомобілів складають у середньому 20-25% від вертикальних. При розміщенні кабіни над двигуном цей показник може сягати 65-115% від вертикальних. Спектральний аналіз вертикальних віброприскорень підресорених частин вантажних автомобілів виявив наступні закономірності:

1) Усі спектри мають чітко виражені максимуми на частотах 1,5-2,5 Гц при русі з вантажем і 2,5-3,5 Гц при русі без вантажу.

2) Високочастотний максимум спектрів, що відповідає частоті коливань безпружинних мас, зазвичай знаходиться в області 7-10 Гц; при русі без вантажу цей максимум зсувається вліво по осі частот через часткове блокування підвіски сухим тертям.

Отже, для підвищення плавності ходу АТС до рівня діючих норм необхідно знайти способи зниження коливань у низькочастотній області спектра, що вимагає створення підвіски, яка практично не резонує.

## **1.6 Висновки та постановка задачі на кваліфікаційну роботу**

Завданням цього дипломного проекту є вдосконалення шиномонтажного поста на СТО, що передбачає його реконструкцію та модернізацію. Проект включає оновлення обладнання та перепланування, викликане зношенням основних фондів і необхідністю переходу на нові види робіт.

Модернізація шиномонтажного поста має на меті забезпечити його відповідність сучасним будівельним, науково-технічним і економічним стандартам. Досягнення цієї мети передбачає підвищення рівня механізації виробничих процесів, впровадження високопродуктивного сучасного обладнання та оснащення робочих місць необхідними інструментами.

Особлива увага приділяється умовам праці, підвищенню якості виконуваних робіт та забезпеченню безпеки, що в підсумку сприятиме зростанню виробничих потужностей, підвищенню кваліфікації персоналу та зниженню собівартості робіт.

Проект також передбачає виконання низки проектно-графічних робіт, таких як:

- обґрунтування виробничої програми діяльності СТО;
- розрахунок основних показників шиномонтажного поста;
- вибір оптимальної організації технологічного процесу виконання робіт;
- розробка альтернативного пристрою для шиномонтажного поста;
- створення технологічного процесу для роботи з новим пристроєм;
- вирішення питань охорони праці та безпеки, а також проведення розрахунку освітлення.

## 2 ТЕОРИТИЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Особливості роботи демпфера

Під час аналізу роботи демпфера було виявлено, що в циклі коливань існують дві зони, в яких демпфер не тільки не гальмує, а й сприяє розгону підресореної маси. Це відбувається тому, що в цих зонах сила демпфера спрямована в бік руху підресореної маси (рис. 2.1). Основною причиною виникнення таких зон, де амортизатор працює неефективно, є зміщення фаз  $\beta$  між коливаннями маси і відносними коливаннями підвіски [15].

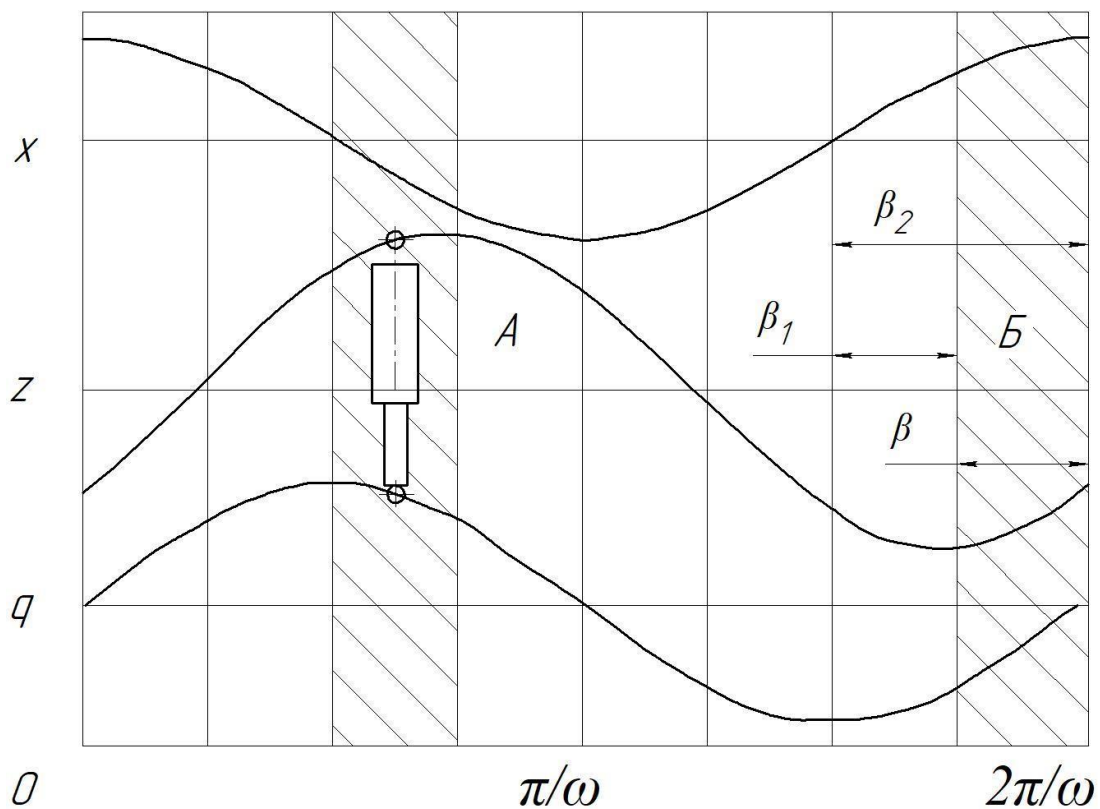


Рисунок 2.1 – Цикл коливання лінійної коливальної системи:

$q$  – переміщення збудження;  $z$  – переміщення підресорної маси;  
 $x$  – деформація амортизатора; А і Б – зони неефективної роботи

Ширина  $\beta$  зони неефективної роботи для лінійної коливальної системи при гармонійному кінематичному впливі рівна різниці зміщеннями фаз відносних  $\beta_2$  і абсолютних  $\beta_1$  переміщень підресорної маси.

$$\operatorname{tg} \beta_1 = -2\psi i \frac{i^2}{l - i^2 + 4\psi^2 i^2}, \quad (2.1)$$

$$\operatorname{tg} \beta_2 = -\frac{2\psi i}{l - i^2}. \quad (2.2)$$

Тоді:

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg}(\beta_2 - \beta_1) = \frac{\operatorname{tg} \beta_2 - \operatorname{tg} \beta_1}{1 + \operatorname{tg} \beta_1 \operatorname{tg} \beta_2} = -2\psi i, \quad (2.3)$$

$$\beta = \operatorname{arctg}(-2\psi i). \quad (2.4)$$

З формули (2.4) видно, що ширина неефективної зони залежить від величини відносного коефіцієнта затування  $\psi$  та відносної частоти збудження  $\iota$ . Ширина неефективної зони  $\beta$  значно зростає, коли  $\iota$  перевищує 3, особливо в районі оптимальних значень відносного коефіцієнта затування  $\psi = 0.2 - 0.4$ , і може перевищувати чверть періоду затування.

Таким чином, робота амортизатора протягом циклу коливань спрямована не лише на погашення коливань, але й частково на їх посилення. У такій ситуації доцільно ввести коефіцієнт корисної дії амортизатора, який визначається як відношення його ефективної роботи  $A_e$  до повної роботи  $A$  за цикл коливань:

$$\eta = \frac{A_e}{A} = \frac{1 - A_n}{A}, \quad (2.5)$$

де  $A_n$  – неефективна робота амортизатора в зонах  $\beta$ .

При визначенні роботи амортизатора в циклі коливань розглядають лінійну одномасову коливальну систему, котру записують наступним рівнянням:

$$m\ddot{z} + k(\dot{z} - \dot{q}) + c(z - q) = 0. \quad (2.6)$$

або

$$\ddot{z} + 2h(\dot{z} - \dot{q}) + \omega_0^2(z - q) = 0. \quad (2.7)$$

При кінематичному гармонійному збудженні:

$$q = q_0 \sin(\omega_\epsilon t + \beta_1), \quad (2.8)$$

де  $m$  – підресорна маса;

$k$  – коефіцієнт опору амортизатора;

$c$  – жорсткість пружини;

$h$  – коефіцієнт відносного опору амортизатора;

$\omega_0$  – власна частота коливання системи;

$z$  – переміщення маси;

$q$  – переміщення збурюючої основи;

$q_0$  – амплітуда збурення;

$\omega_B$  – частота збурення.

Вимушені коливання маси:

$$z = z_0 \sin(\omega_B t + \beta_1), \quad (2.9)$$

Відносні коливання штока амортизатора:

$$x = x_0 \sin(\omega_B t + \beta_2). \quad (2.10)$$

Де  $\psi = \frac{h}{\omega_0}$  – відносний коефіцієнт затухання коливань,

$\psi = \frac{\omega_B}{\omega_0}$  – відносна частота коливання.

Повна робота амортизатора за цикл коливання:

$$A = \int_0^{\frac{2\pi}{\omega_B}} k x \dot{x} dt = k x_0^2 \omega_B \pi, \quad (2.11)$$

де  $x = x_0 \omega_B \sin(\omega_B t + \beta_2)$  – швидкість відносного переміщення штока амортизатора;

$k$  – коефіцієнт опору амортизатора.

Так як в циклі коливань є дві зони неефективної роботи, то неефективна робота буде визначатися:

$$A_H = 2 \int_{\left(\frac{\pi}{2}\beta_1\right)}^{\left(\frac{\pi}{2}\beta_2\right)} k x \dot{x} dt = k x_0^2 \omega_B (\sin\beta \cdot \cos\beta - \beta). \quad (2.12)$$

Ефективна робота:

$$A_e = A - A_H = k x_0^2 \omega_B \pi - k x_0^2 \omega_B (\sin\beta \cdot \cos\beta - \beta) = k x_0^2 \omega_B (\pi + \beta - \sin\beta \cdot \cos\beta - \beta). \quad (2.13)$$

ККД амортизатора:

$$\eta = \frac{A_e}{A} = \frac{kx_0^2 \omega_B (\pi + \beta - \sin \beta \cdot \cos \beta)}{kx_0^2 \omega_B \pi} = \frac{\pi + \beta - \sin \beta \cdot \cos \beta}{\pi}. \quad (2.14)$$

Тоді повна робота амортизатора за цикл:

$$A_H = 2 \int_0^{\frac{2\pi}{\omega_B}} k_{KB} x^2 x dt = \frac{8}{3} k_{KB} x_0^3 \omega_B^2, \quad (2.15)$$

Неефективна робота амортизатора за цикл:

$$A_{KB.H} = 2 \int_{\left(\frac{\pi}{2} - \beta_1\right)/\omega_B}^{\left(\frac{\pi}{2} - \beta_2\right)/\omega_B} k_{KB} x^2 x dt = \frac{2}{3} k_{KB} x_0^3 \omega_B^2 (\sin^3 \beta - 3 \cos \beta + 2). \quad (2.16)$$

ККД амортизатора при квадратичній характеристиці:

$$\eta_{KB} = 1 - \frac{1}{4} 2(\cos^3 \beta - 3 \cos \beta + 2) = \frac{1}{4} (2 - \cos^3 \beta + 3 \cos \beta). \quad (2.17)$$

Повна робота амортизатора за цикл:

$$A_{куб} = \int_0^{\frac{2\pi}{\omega_B}} k_{куб} x^3 x dt = \frac{3}{4} k_{куб} x_0^4 \omega_B^2 \pi, \quad (2.18)$$

Неефективна робота:

$$A_{куб.H} = \int_{\left(\frac{\pi}{2} - \beta_2\right)/\omega_B}^{\left(\frac{\pi}{2} - \beta_1\right)/\omega_B} k_{куб} x^3 x dt = \frac{1}{2} k_{куб} x_0^4 \omega_B^2 \left( \frac{3}{4} \beta - \sin 2\beta + \frac{1}{8} \sin 4\beta \right), \quad (2.19)$$

ККД при неефективній роботі:

$$\eta_{куб} = \frac{(\pi - \beta + \frac{2}{3} \sin 2\beta - \frac{1}{12} \sin 4\beta)}{\pi}. \quad (2.20)$$

Робота за цикл амортизатора сухого тертя з силою  $F_{mp} = k_0$

$$A_0 = \int_0^{\frac{2\pi}{\omega_B}} k_0 x dt = 4k_0 x_0 = 4F_{mp} x_0, \quad (2.21)$$

Неефективна робота:

$$A_{0H} = 2 \int_{(\frac{\pi}{2}-\beta_2)/\omega_B}^{(\frac{\pi}{2}-\beta_2)/\omega_B} k_{\text{куб}} x dt = 2k_0 x_0 (1 - \cos\beta) = 2F_{\text{мр}} x_0 (1 - \cos\beta). \quad (2.22)$$

ККД:

$$\eta_0 = \frac{1}{2}(1 + \cos\beta). \quad (2.23)$$

Коефіцієнт корисної дії (ККД) різних типів амортизаторів (лінійного, квадратичного, кубічного, та амортизаторів з сухим тертям) у резонансному режимі для різних значень  $\psi$  розраховані за формулами, наведеними на рисунках 2.2-2.5. З графіків видно, що в резонансі амортизатори працюють з певною неефективністю. У діапазоні значень  $\psi = 0,2 - 0,6$  ККД лінійних і квадратичних амортизаторів становить 89-98% та 92-98% відповідно, тоді як для кубічних амортизаторів цей показник досягає 92-99%. Амортизатори з сухим тертям демонструють ККД в межах 82-96%.

Для підвищення ефективності роботи амортизаторів слід використовувати характеристики вищого порядку або застосовувати циклове регулювання демпферування, наприклад, відключення амортизатора в певних зонах коливань.

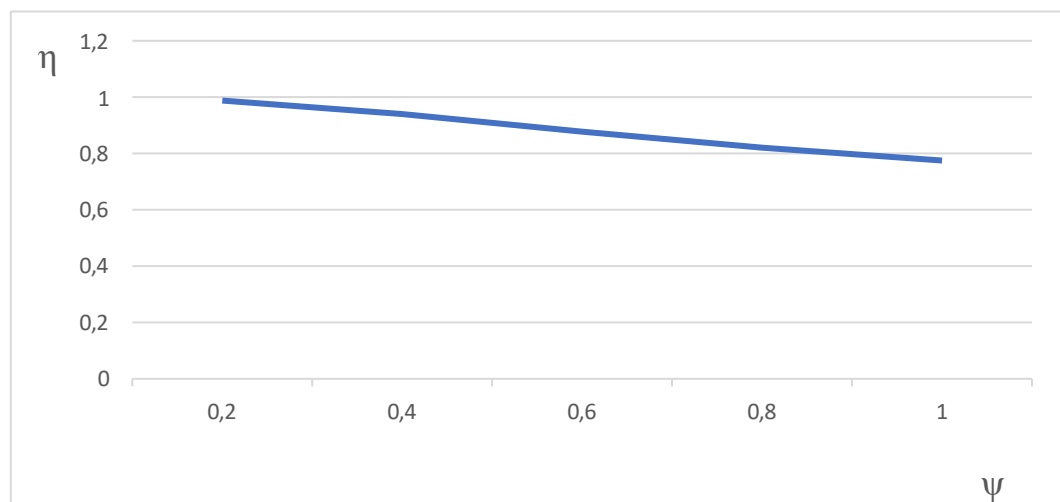


Рисунок 2.2 – ККД амортизатора в резонансі при лінійному опорі  $\eta$  в залежності від відносного коефіцієнту затухання  $\psi$ .

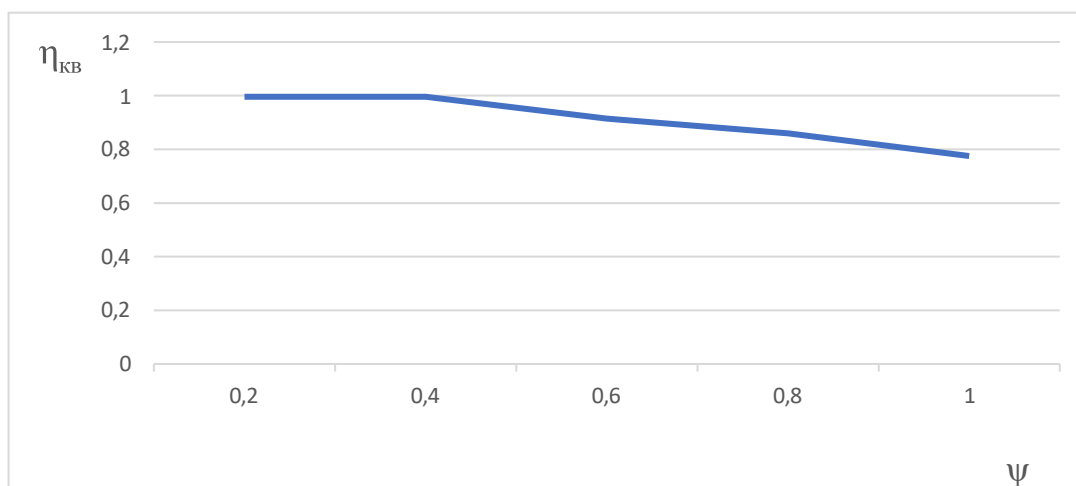


Рисунок 2.3 – ККД амортизатора в резонансі при квадратичному опорі  $\eta_{кв}$  в залежності від відносного коефіцієнту затухання  $\psi$ .

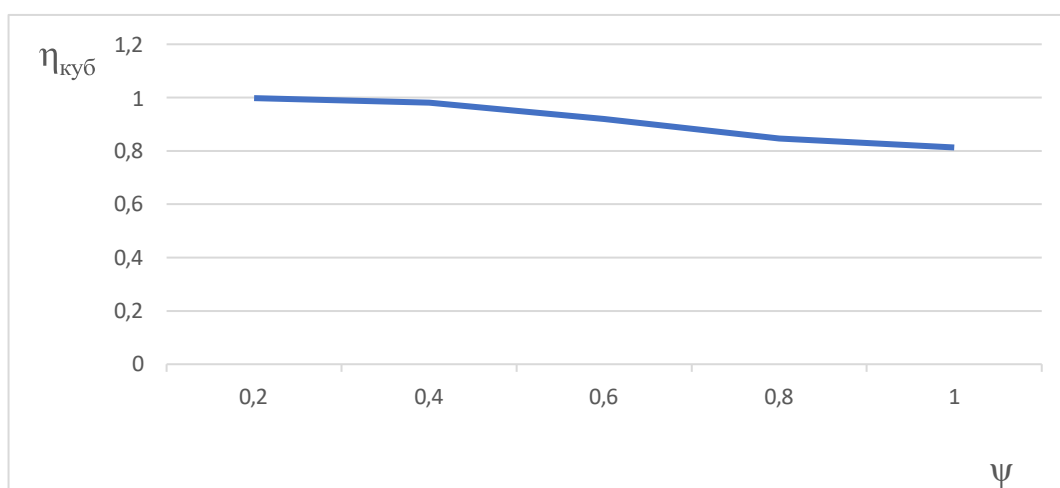


Рисунок 2.4 – ККД амортизатора в резонансі при кубічному опорі  $\eta_{куб}$  в залежності від відносного коефіцієнту затухання  $\psi$ .

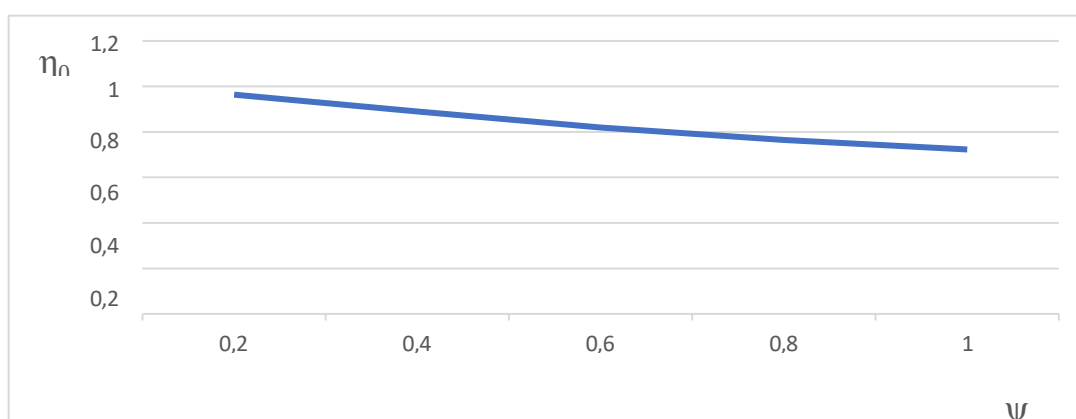


Рисунок 2.5 – Коефіцієнт корисної дії амортизатора в резонансі при сухому терті  $\eta_0$  в залежності від відносного коефіцієнту затухання  $\psi$ .

При дослідженні моделі колеса з повітряним демпфуванням при значеннях амплітуди кінематичного збудження  $q = 0,012 \text{ м}$  та  $q = 0,0225 \text{ м}$ , а також при відключеному  $V_p = 0$  та підключеного  $V_p = 0,03 \text{ м}^2$  ресивері.

В процесі коливань підбиралось оптимальний прохідний перетин регульованого дросельного каналу, що забезпечує мінімальний розмах коливань в резонансі.

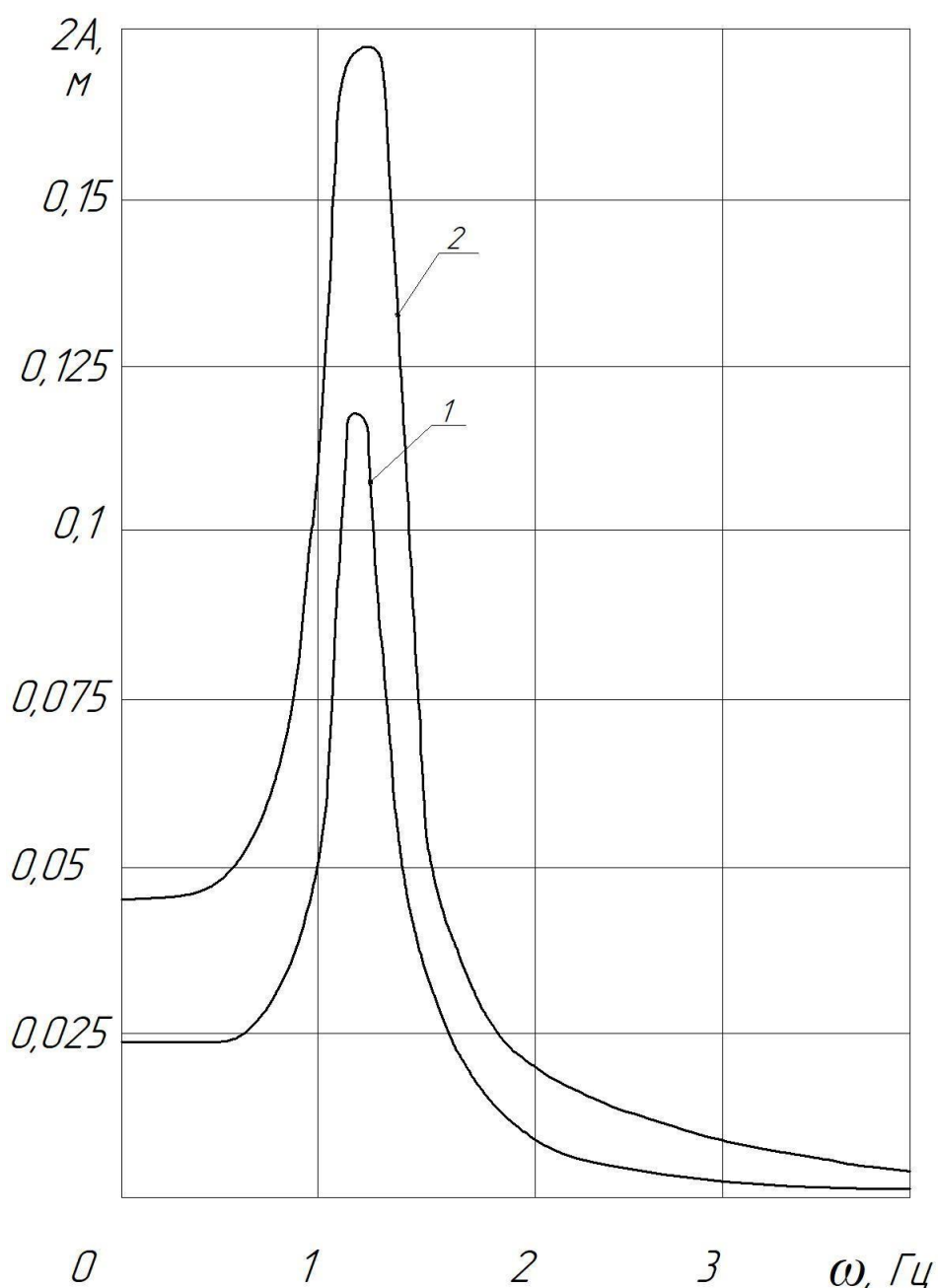


Рисунок 4.6 – Амплітудо-частотні характеристики коливань колеса з повітряним демпферуванням: 1,2 –  $V_p=0$ ;  $q=0,012$  м.

Як видно з графіків на рис. 2.6 і 2.7, підключення ресивера через оптимальну демпфуючу систему значно знижує коливання в зоні резонансу, незалежно від амплітуди кінематичного збурення. Завдяки цьому колесо з оптимальним повітряним демпфуванням демонструє високі віброзахисні властивості. Використання такої системи суттєво підвищує експлуатаційні характеристики безресорних автотранспортних засобів.

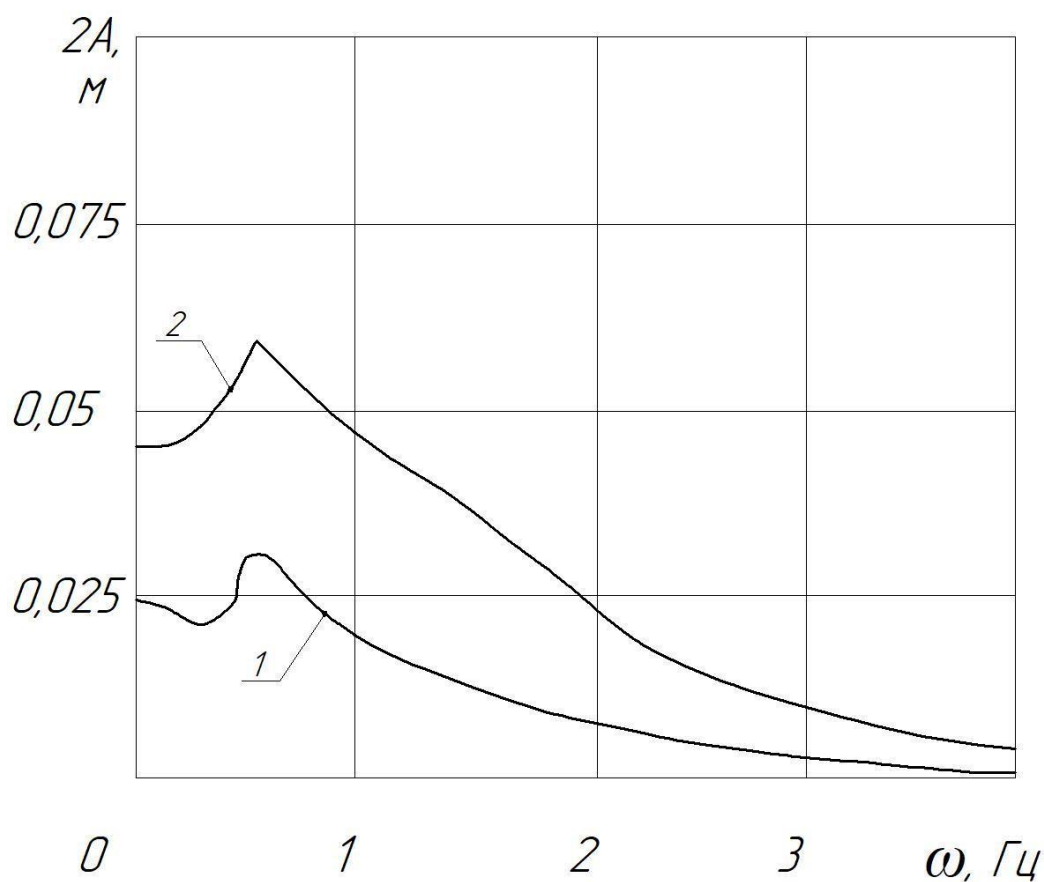


Рисунок 2.7 – Амплітудо-частотні характеристики коливань колеса з повітряним демпферуванням: 1,2 –  $V_p = 0,03$  м<sup>2</sup>;  $q = 0,0225$  м.

### 3 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Розробка організаційно аналітичних рішень

##### 3.1.1 Розрахунок кількості автомобілів та річного об'єму робіт

##### Обґрунтування потужності СТОА

Для дорожньої СТОА кількість транспортних засобів, що знаходяться на обслуговуванні за добу:

$$N_{\partial} = N_i \cdot k_1, \quad (3.1)$$

де  $N_i$  - інтенсивність руху автомобілів за добу по дорозі, де проектується станція.;

$k_1$  - частка (%) автомобілів що заїжджають для обслуговування на СТОА.

$$N_{\partial} = 2000 \cdot 0,005 = 10 \text{ авт.}$$

Окрім цього потрібно визначити рекомендований режим роботи СТОА, що поданий у таблиці 1.

Таблиця 3.1 – Режим роботи

| Підприємство<br>і вид робіт | Число днів<br>роботи на рік | Число змін<br>роботи на добу | Тривалість<br>зміни, год | Період виконання<br>(зміни) |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Дорожні<br>СТОА             | 357                         | 2                            | 8                        | I і II                      |

Число транспортних засобів, що обслуговують за рік на міських СТО

$$N_o = N \cdot 357 \quad (3.2)$$

де  $N$  - кількість транспортних засобів в місті або частині міста, що закріплена за СТОА;

$$N_o = 10 \cdot 357 = 3570 \text{ авт.}$$

Об'єм роботи СТОА з ТО і ПР за рік

$$T = N_o \cdot l_p \cdot t / 1000, \quad (3.3)$$

де  $N_o$  - кількість автомобілів, що обслуговує СТОА за рік;

$l_p$  - пробіг транспортного засобу за рік, км;

$t$  - питома трудомісткість, люд-год.;

$$T = 3570 \cdot 12000 \cdot 3,6 / 1000 = 154224,8 \text{ люд-год.}$$

Нормативна трудомісткість ТО і ПР транспортних засобів коректується враховуючи параметри СТОА.

Коефіцієнти коректування трудомісткості ТО і ПР з врахуванням чисельності постів СТОА мають наступне значення: до 10 постів - 1.0; більше 10 до 15 - 0.9; більше 15 до 25 - 0.85 і більше 25 - 0.8.

Значення коефіцієнта врахування природньо-кліматичних умов приймається рівним аналогічному коефіцієнту, що застосовується при технологічному розрахунку АТП.

Кількість постів може бути попередньо визначена:

$$X = N_o / \Pi, \quad (3.4)$$

де  $N_o$  - кількість автомобілів, що обслуговує СТОА за рік;

$\Pi$  - нормативна середня виробнича потужність поста (для системи "Автотехобслуговування" складає 244 автомобілів на рік).

$$X = 3570 / 244 = 14 \text{ постів}$$

Обсяг робіт за рік:

$$T_{\text{пр.м.}} = N_o \cdot n_3 \cdot t_{\text{пр.м.}} \quad (3.5)$$

де  $n_3$  - число заїздів кожного автомобіля, що обслуговує СТОА, на рік;

$t_{\text{пр.м.}}$  - трудомісткість робіт.

$$T_{\text{пр.м.}} = 3570 \cdot 0,15 \cdot 5 = 2409,75 \text{ люд.-год.}$$

Якщо роботи проводяться не тільки перед ТО і ПР, а також як вид послуг, то число визначають на 800...1000 км.

### 3.1.2 Розподіл робіт, визначення числа виконавців і постів

Після підрахунку річного обсягу робіт СТОА проводять його розподіл за видами робіт та місцем їх виконання.

Таблиця 3.2. Розподіл трудомісткості по ТО і ПР

| Види робіт                               | %<br>співвідношення | Трудомісткість |
|------------------------------------------|---------------------|----------------|
| Діагностування                           | 6                   | 7711,24        |
| ТО                                       | 25                  | 38556,2        |
| Масильні роботи                          | 6                   | 7711,24        |
| Регулювання кутів встановлення коліс     | 9                   | 10795,74       |
| Регулювання гальм                        | 14                  | 21591,96       |
| Система живлення, електротехнічні роботи | 16                  | 24674,97       |
| ПР вузлів і агрегатів                    | 20                  | 30844,96       |
| Шиномонтажні роботи                      | 4                   | 3547,24        |
| Всього                                   | 100                 | 154223,8       |

Розраховуємо чисельність виробничого персоналу.

Чисельність робітників поділяється на: технологічно необхідну і штатну. Чисельність явочних робітників на ділянках ТО і ПР розраховується як добуток кількості робочих одного поста  $P_n$ , прийнятого при розрахунках постів, та кількості постів чи кількості виконавців однієї лінії на кількість ліній.

На ділянках (цехах) чисельність явочних робітників визначається співвідношенням:

$$P_m = T_p / \Phi_m, \quad (3.6)$$

Чисельність штатних працівників:

$$P_{ш} = P_m / n_{ш}, \quad (3.7)$$

Складаємо таблицю розподілу робіт табл.3.3. Роботи з самообслуговування станції передбачають у розмірі 15...20 % від сумарного обсягу робіт.

Таблиця 3.3 – Кількість виробничих працівників

| Зони, відділення і дільниці | Річна трудо-<br>місткість,<br><i>люд. – год.</i> | Річний<br>фонд<br>часу,<br>год | Кільк. робітників |         |         | Розподіл<br>по змінах |    |
|-----------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|---------|---------|-----------------------|----|
|                             |                                                  |                                | $P_m$             | $n_{ш}$ | $P_{ш}$ | 1                     | 2  |
| Діагностування              | 7711,24                                          | 2070                           | 3                 | 0,91    | 3       | 2                     | 1  |
| ТО                          | 69401,16                                         | 2070                           | 33                | 0,91    | 36      | 18                    | 18 |
| ПР вузлів і агрегатів       | 30844,96                                         | 2070                           | 14                | 0,91    | 15      | 8                     | 7  |
| Шиномонтажні роботи         | 3547,24                                          | 2070                           | 2                 | 0,91    | 2       | 1                     | 1  |
| Електрокарбюраторна         | 24675,97                                         | 2070                           | 11                | 0,91    | 12      | 6                     | 6  |
| Всього                      | 154224,8                                         | -                              | 63                | -       | 68      | 35                    | 33 |

Розрахунок кількості допоміжного ІТП і службовців.

Кількість допоміжних робітників приймаємо у співвідношенні:

$$P_{доп} = 0,26 \cdot 68 = 17 \text{ чол.} \quad (3.8)$$

Розподіляємо працівників за видами робіт.

Таблиця 3.4 – Чисельність допоміжних робітників

| Вид робіт | Співвідношен-<br>ня до загальної<br>кількості, % | Розрахункова<br>кількість<br>робітників, чол. | Прийнята<br>кількість<br>робітників, чол. |
|-----------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|
|-----------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|

|                                                       |    |      |     |
|-------------------------------------------------------|----|------|-----|
| Ремонт і обслуговування технологічного обладнання     | 25 | 5,0  | 5   |
|                                                       | 30 | 6,0  | 6   |
| Ремонт та обслуговування інженерного обладнання       | 8  | 1,5  | 2   |
| Транспортні роботи                                    | 12 | 2,5  | 3   |
| Приймання, зберігання і видача матеріальних цінностей | 10 | 2    | 2,0 |
| Пeregін рухомого складу                               | 7  | 1,35 | 1,0 |
| Прибирання виробничих приміщень                       | 8  | 1,65 | 2,0 |
| Прибирання території                                  |    |      |     |

Кількість персоналу виробничо-технічної служби обраховуємо згідно додатку 5 [1] беручи за основу розрахунку кількість транспортних засобів:

$$P_{вмс} = 0,06 \cdot N_{\partial} = 0,06 \cdot 10 = 0,6 = 1 \text{ чел.} \quad (3.9)$$

Кількість персоналу служби управління:

$$P = (N_{\partial} / 100) \cdot N \quad (3.10)$$

де  $N$  – чисельність.

Проводимо розрахунки:

1. Загальне керівництво:

$$P_{з.к.} = \frac{10}{100} \cdot 2 = 0,2 \text{ люд.}$$

2. Техніко-економічне планування:

$$P_{теп.} = \frac{10}{100} \cdot 2 = 0,2 \text{ люд.}$$

3. Організація та оплата праці:

$$P_{опз.} = \frac{10}{100} \cdot 3 = 0,3 \text{ люд.}$$

4. Бухгалтерський облік:

$$P_{\text{бо}} = \frac{10}{100} \cdot 3 = 0,3 \text{ люд.}$$

5. Відбір, набір і підготовка кадрів:

$$P_{\text{кпк}} = \frac{10}{100} \cdot 2 = 0,2 \text{ люд.}$$

6. Загальне діловодство:

$$P_{\text{з.д.}} = \frac{10}{100} \cdot 2 = 0,2 \text{ люд.}$$

7. Матеріально-технічне постачання:

$$P_{\text{мп.}} = \frac{10}{100} \cdot 1 = 0,1 \text{ люд.}$$

8. Молодший обслуговуючий персонал:

$$P_{\text{моп.}} = \frac{10}{100} \cdot 1 = 0,1 \text{ люд.}$$

9. Пожежно-сторожова охорона:

$$P_{\text{псо.}} = \frac{10}{100} \cdot 4 = 0,4 \text{ люд.}$$

$$SP_{\text{су.}} = 2 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,1 + 0,4 = 2 \text{ люд.} \quad (3.11)$$

Для нормального функціонування управлінської служби необхідно ще 2 чоловіка.

Відповідно приймаємо наступних працівників, з обов'язками:

1. Директор СТОА – загальне керівництво, техніко-економічне планування, відбір, набір та підготовка кадрів, загальне діловодство.

2. Економіст-бухгалтер – організація і оплата праці, бухгалтерський облік і фінансова діяльність.

3. Постачальник.

4. Пожежно-сторожова охорона.

### 3.1.3 Кількість постів

Кількість робочих постів визначають за співвідношенням:

$$X_n = T_n \cdot K_n / (D_{\text{р.р.}} \cdot n \cdot t_{\text{зм}} \cdot P \cdot K_{\text{вик}}). \quad (3.12)$$

$$X_n = 7711,24 \cdot 1,2 / (357 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,85) = 1,90 = 2 \text{ поста.}$$

Кількість робочих постів ТО:

$$X_{\text{нто}} = 69401,16 \cdot 1,2 / (357 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,85) = 8,57 = 9 \text{ постів.} \quad (3.13)$$

Кількість робочих постів ПР:

$$X_{ппр} = 30844,96 \cdot \frac{1,2}{357 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,85} = 3,81 = 4 \text{ пости.} \quad (3.14)$$

Кількість постів механізованого миття визначаємо за формулою:

$$X_{щд} = N_{зд} \cdot K_n / (t_{зм} \cdot A_y \cdot K_{вик}); \quad (3.15)$$

$$N_{зд} = N_z / Др.р. = N_o(n_z / Др.р.), \quad (3.16)$$

$$X_{щд} = 50 \cdot 1,2 / (8 \cdot 0,85 \cdot 10) = 0,8 = 1 \text{ пост.}$$

$$N_{зд} = 3570 \cdot 5 / 357 = 50 \text{ автомобілів.}$$

Кількість постів прийому:

$$X_{пр} = N_o \cdot n_z \cdot K_n / (Др.р. \cdot t_{зм} \cdot A_{пр}), \quad (3.17)$$

$$X_{пр} = 3570 \cdot 5 \cdot 1,4 / (357 \cdot 8 \cdot 2) = 4 \text{ пости.}$$

Кількість постів видачі автомобілів визначається аналогічно кількості постів прийому при умові, що кількість транспортних засобів однакова.

Кіль-ть постів після ТО і ремонту авто визначається потужністю станції і тривалістю контролю:

$$X_{п.к.} = A_d / (t_{зм} \cdot A_{пр.к.}), \quad (3.18)$$

$$X_{п.к.} = 10 / (8 \cdot 8) = 0,15.$$

Як бачимо з розрахунку поста контролю після ТО і ПР не передбачаємо.

Загальна кількість допоміжних постів складає 0,25...0,5 від кількості робочих постів, тобто:

$$\begin{aligned} X_{дп} &= 0,25 \cdot (X_d + X_{то} + X_{щд} + X_{пр} + X_{п.к.}) = \\ &= 0,25 \cdot (2 + 9 + 4 + 4 + 0) = 4 \text{ пости} \end{aligned}$$

Місця очікування автомобілів визначаємо з розрахунку  $0,3 \dots 0,5$  від кількості робочих постів, тобто:

$$X_{\text{пмо}} = 0,3 \cdot 19 = 5 = 5 \text{ постів.}$$

### 3.1.4 Розрахунок технологічного обладнання

Для своєчасного та якісного виконання виробничої програми важливо правильно вибрати та розмістити засоби праці, такі як технологічне обладнання та устаткування, на постах і дільницях.

При виборі технологічного обладнання враховують такі аспекти:

- тип і спеціалізацію СТО;
- характер робіт, які виконує станція;
- кількість робочих місць і постів;
- обсяги та розподіл робіт;
- наявні запаси матеріалів;
- інші відповідні фактори.

Пости дільниць для технічного обслуговування та ремонту обладнують канавами й підйомниками, залежно від кількості постів та обраного методу обслуговування автомобілів. Враховується також кількість працівників, задіяних на кожному посту. Кількість основного обладнання визначається залежно від ступеня його використання: якщо обладнання працює протягом всієї зміни, то його кількість визначають на основі трудомісткості; якщо ж обладнання використовується періодично, то облік ведуть за табелем або відповідно до даних літературних джерел.

Кількість обладнання загального призначення, наприклад, верстаків, розраховується відповідно до числа робітників на станції. Кількість обладнання:

$$Q_{\text{об}} = \frac{T_{\text{об}}}{\Phi_{\text{об}}} = \frac{T_{\text{об}}}{D_{\text{р.р}} \cdot t_c \cdot n \cdot p \cdot n_{\text{об}}}, \quad (3.19)$$

де  $T_{об}$  – річна трудомісткість певного виду робіт, людино-год;  $p$  – кількість робітників, одночасно працюють на цьому обладнанні;  $D_{p.p}$  – кількість роб. днів на рік.  $t_c$  – тривають роботи, год;  $p$  – число змін роботи;  $n_{об}$  – коеф. вик. обладн. за часом (для верстатів  $n_{об} = 0,75 \dots 0,8$ ; для зварювального і ковальського обладнання  $n_{об} = 0,85 \dots 0,9$ ; для печей  $n_{об} = 0,60 \dots 0,75$ ).

| № з/п | Назва обладнання                                   | Модель                 | Габарити, мм |
|-------|----------------------------------------------------|------------------------|--------------|
| 1     | Кран-балка підвісна                                | ПК-300<br>ГОСТ7890-67  | 12000x1500   |
| 2     | Установка для промивки системи мащення             | 183М                   | 400x365      |
| 3     | Стаціонарний пост мащення                          | ГАРО 2460М             | 593x420      |
| 4     | Діагностична установка                             | И-303М                 | 1120x575     |
| 5     | Візок для перевезення паливо-мастильних матеріалів | ГАРО 1115М             | 1216x930     |
| 6     | Бак для технічних рідин                            | 133-1                  | 285x420      |
| 7     | Електромеханічний солідолонагнітач                 | С-223                  | 572x540      |
| 8     | Стенд для ошиповки коліс                           | Власн.<br>виготовлення | 860x980      |
| 9     | Візок з інструментами                              | П-216                  | 145x834      |
| 10    | Ящик                                               | Е 28                   | 460x360      |
| 11    | Робоче місце наладчика                             | ОРГ-1468-05-<br>280    | 1400x560     |
| 12    | Шафа для приладів та пристосувань                  | ГАРО 2318              | 1000x500     |
| 13    | Пересувна мийна ванна                              | ОМ 1316                | 1250x620     |
| 14    | Ящик для піску                                     | ГОСНИТИ<br>5139        | 500x500      |
| 15    | Ящик для опилок                                    | ГОСНИТИ<br>5101        | 500x500      |
| 16    | Пожежний щит                                       | ГАРО 2247              | 400x500      |
| 17    | Пересувний бак для зливу масла                     | 133-1                  | 450x600      |
| 18    | Комплект інструментів                              | ГАРО 2446              |              |
| 19    | Дриль електрична                                   | С-480                  |              |
| 20    | Молоток слюсарний мідний вагою 500г                | ГОСТ 2310-54           |              |
| 21    | Зубило слюсарне                                    | ГОСТ 7211-54           |              |
| 22    | Лійка для зливу масел                              | Гипроавтотранс МВ-064  |              |
| 23    | Бак для збору відпрацьованих мастил                | ОРГ-8911-А             |              |
| 24    | Шпола (совок)                                      |                        |              |
| 25    | Плоскогубці комбіновані                            | ГОСТ 5547-52           |              |
| 26    | Молоток слюсарний вагою 800г                       | ГОСТ 8043-56           |              |
| 27    | Лінійка металічна довжиною 200мм                   | ГОСТ 427-56            |              |
| 28    | Щітка волосяна                                     |                        |              |
| 29    | Шланг для повітря довжиною 10м                     |                        |              |
| 30    | Кран обдувний                                      | ПТ-3353                |              |
| 31    | Пристрій для накачування шин                       | ГОСНИТИ КИ-8903        |              |

Таблиця 3.5 – Відомість обладнання шиномонтажного посту

### 3.1.5 Площа шиномонтажного поста

Площу діляниць обраховуємо за формулою:

$$F = f_{об} \cdot K_n, \quad (3.20)$$

де  $f_{об}$  – загальна площа обладнання.

$K_n$  – коефіцієнт,  $K_n = 3$  [3].

Площі діляниць:

Шиномонтажний пост:

$$F_{шм} = (0,6 + 1,8 + 2,56 + 0,5 + 0,16 + 0,4 + 0,25 + 0,72 + 0,16 + 0,96 + 0,64 + 0,72 + 0,25 + 0,25 + 0,2 + 0,62 + 7,4) \cdot 4 = 75,2 \text{ м}^2. \quad (3.21)$$

Приймаємо  $F_{шм} = 72 \text{ м}^2$ .

Площа складу запчастин:

$$F_{зч} = 5,5 \cdot X_p = 5,5 \cdot 19 = 104 \text{ м}^2. \quad (3.22)$$

Стоянка автомобілів:

$$F_{ст} = X_{нп} \cdot f_o = 1 \cdot (7,4 \cdot 2,5) = 18,5 \text{ м}^2. \quad (3.23)$$

### 3.1.6 Площа допоміжних приміщень

Площа побутових приміщень:

$$F_{ум} = d \cdot f_p \cdot S_p / (100 \cdot r) \quad (3.24)$$

$$F_{ум} = 100 \cdot 1 \cdot 4,8 / (100 \cdot 16) = 2,6 \text{ м}^2.$$

Туалет для чоловіків приймаємо  $36 \text{ м}^2$ .

Душових:

$$F = 100 \cdot 2 \cdot 48 / (100 \cdot 35) = 27,48 = 27 \text{ м}^2.$$

Кімнати для замовників приймаємо  $36 \text{ м}^2$ .

Кабінет начальника зміни –  $24 \text{ м}^2$ .

Кімната для паління –  $9 \text{ м}^2$ .

Кімната для прийняття їжі –  $26 \text{ м}^2$ .

Зал для засідань –  $26 \text{ м}^2$ .

### 3.1.7 Організація роботи при демонтажно-монтажних роботах та ошиповки шин

Вартість комплекту шин становить 15-25% від вартості автомобіля, причому близько половини з них зношуються завчасно через неправильне використання. Передчасне зношення шин відбувається через невідповідний монтаж або неправильно підібрані шини на транспортному засобі. Недопустимо встановлювати на одній осі шини різної конструкції (наприклад, діагональні та радіальні), а також шини з різним типом малюнка протектора. Відмінність у висоті малюнка протектора на здвоєних колесах не повинна перевищувати 3 мм при вимірюванні по центру бігової доріжки.

Нормативна залишкова висота малюнка протектора становить 1 мм для вантажних автомобілів, 1,6 мм для легкових, і 2 мм для автобусів. Під час демонтажу категорично заборонено силоміць знімати або відривати борти покришок від ободу ударами чи заїжджати автомобілем на покришку. Недопустимо прискорювати процес монтажу або демонтажу на глибокий обід, прикладаючи надмірні зусилля до лопатки або ломика. Такі дії можуть пошкодити борти шин і дисків, а також порушити ущільнювальний шар і герметичність безкамерних шин. Інструмент, що використовується, має бути гладким, без надщербин і гострих країв.

| Демонтаж шини з плоского обода                                                                                                       | Монтаж шин на плоский обід                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Очистити колесо від пилу і бруду, відкрутити ковпачок вентиля і золотник, випустити повітря, покласти колесо замковим кільцем вверх. | Присипати тальком внутрішню поверхню покришки і камеру. Вкласти камеру у покришку, розправити її рукою, встановити обідну стрічку. |
| Вставити пряму лопатку з плоским кінцем між бортовим кільцем і покришкою і відтиснути покришку вниз.                                 | Покласти шину на обід з деяким перекосом і встановити вентиль у паз.                                                               |
| Вставити лопатку з кривим захватом в утворений зазор між бортовим кільцем і плоскою лопаткою.                                        | Притиснути шину з боку вентиля і одягнути її протилежним боком на обід.                                                            |

|                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Користуючись двома лопатками (як важелями), відтиснути борт покритишки вниз і, послідовно пересуваючи лопатки по колу, зняти борт покритишки з конічної полицки замкового кільця. | Вставити бортове кільце і частину замкового кільця у розріз, а потім іншу до повної посадки кільця в канавку обода.                                                            |
| Вставити пряму лопатку у проріз у замковому кільці і відтиснути його з замкової канавки обода.                                                                                    | Поставити шину у складі за огорожею для запобігання вискакування кільця під час її накачування і накачати шину.<br>Переконавшись, що бортове кільце щільно утримується замком. |
| Спираючись на бортове кільце лопаткою з кривим захватом, підняти замкове кільце вгору.                                                                                            | Поставити золотник, перевірити тиск. При необхідності підкачати шину.                                                                                                          |
| Утримуючи замкове кільце лопаткою з кривим захватом у піднятому положенні, завести кінець лопатки під торець замкового кільця.                                                    | Накрутити ковпачок вентиля. Результати занести в таблицю з вказівкою розміру шин, заміряного та відрегульованого тиску.                                                        |
| Підтримуючи замкове кільце рукою, плоскою лопаткою поступово витиснути кільце з канавки. Для уникнення деформації замкове кільце забороняється виймати руками.                    |                                                                                                                                                                                |
| Зняти замкове і бортове кільця.                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                |
| Перевернути колесо і, користуючись двома лопатками, зняти борт покритишки з конічної полицки обода.                                                                               |                                                                                                                                                                                |
| Вийняти обід з шини.                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                |
| Витягнути з шини обідну стрічку і камеру.                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                |

Ошиповка здійснюється для легкових і вантажних автомобільних шин, а також шин навантажувачів і спеціалізованої техніки. Процес ошиповки шин виконується професійно, дотримуючись певної технології, яка включає в себе:

- оптимізацію розташування шипів;
- підбір відповідних типорозмірів шипів для конкретної шини та умов її експлуатації;
- запресовування шипів на спеціальному стенді;
- контроль якості ошиповки кожної окремої шини.

Шипи, які використовуються в процесі ошиповки, складаються з двох основних частин: корпусу та вставки. Вставка є робочим елементом, який визначає довговічність та ефективність шипа.

Шипи можна розділити на два основні типи: однофланцеві та багатофланцеві.

Однофланцеві шипи мають форму, що нагадує цвях або заклепку, і є класичним типом шипа, з якого все починалося. Цей вид шипів є найбільш доступним за ціною. В Україні більшість використовуваних шипів належать саме до цього типу (рис. 3.1).

Багатофланцеві шипи (дво- або трьохфланцеві) мають більш складну конструкцію. Вони характеризуються більшою довговічністю та ефективністю, але й коштують дорожче (рис. 3.2).

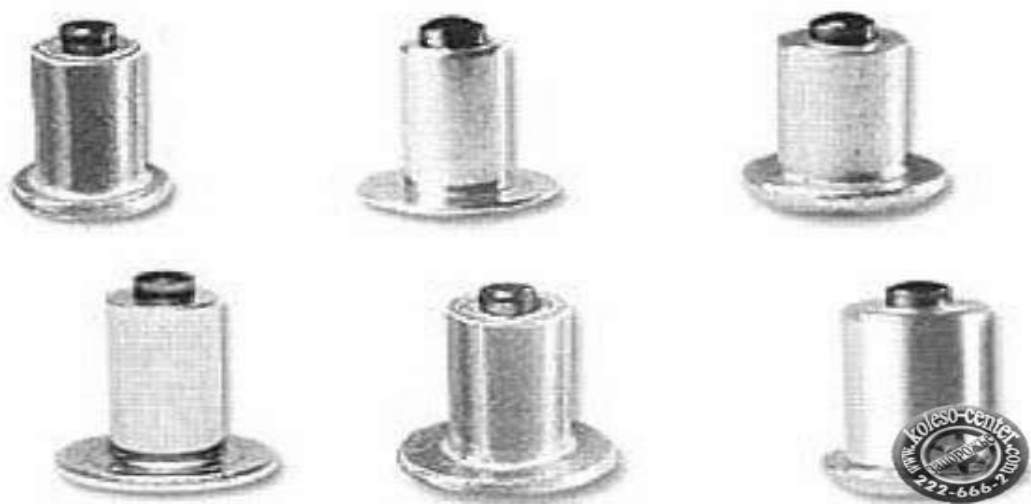


Рисунок 3.1 – Однофланцеві шипи



Рисунок 3.1 – Багатофланцеві шипи

Вибір шипів залежить від дорожніх умов, якими пересувається автомобіль. У наших кліматичних умовах ключовим фактором є надійне зчеплення з дорогою. Шипи повинні міцно утримуватись і не втрачати контакту з покриттям, не прогинаючись у м'якій гумовій оболонці.

Ошиповку шин слід проводити заздалегідь до настання зимового сезону. Під час встановлення шипа в отвір, гумові стінки блоку примусово розтягуються за допомогою лапок ошипувального пістолета, що значно збільшує діаметр отвору. Така дія викликає залишкову деформацію гуми, що може вплинути на здатність шипа залишатися на місці. Тому після ошипування важливо дати шинам час «відлежатися» – 1-2 місяці є оптимальним терміном для цього процесу.

Якщо водій керує автомобілем, уникаючи різких прискорень і гальмувань, будь-який тип шипів прослужить довго. У випадку, коли автомобіль експлуатується в жорстких умовах або має механічну коробку передач (АКПП у зимовому режимі значно продовжує термін служби шипів), двофланцеві шипи краще протистоять «вириванню» у перший час. Однак через декілька сезонів, коли протектор і шипи зношуються, посадкове місце шипа може бути пошкоджене, і шип не зможе утримуватись так ефективно, як

новий. В умовах активного використання на асфальті, бруд, пісок і шлак можуть швидко заповнити простір між верхнім фланцем шипа і гумою, що знижує надійність фіксації шипа.

У однофланцевих шипах, при такому стилі їзди, все тіло шипа рівномірно охоплене гумою, що робить їх менш вразливими до руйнівного впливу бруду і піску. Вибір ідеального типу шипа є складним через вплив багатьох факторів, таких як:

- твердість гумової суміші протектора (чим твердіша, тим краще);
- масивність блоку – чим більший, тим краще;
- твердість гуми в зоні кріплення шипа – багато виробників додають більш тверду гуму в це місце;
- правильність виконання ошипування.

Висота протектора може відрізнятися залежно від моделі та виробника шин. Для легкових автомобілів висота шипів у зимових шинах становить 10-11 мм. Шип повинен бути посаджений так, щоб твердосплавна вставка виступала над протектором на 1,2-1,3 мм, а площа корпусу шипа була на одному рівні з поверхнею протектора. Така посадка забезпечує довговічність шипів.

Якщо шип посаджений занадто глибоко, він не буде ефективно працювати на льоду, доки протектор не зітреться на 1-2 мм. Якщо ж шип занадто високо виступає над протектором (1,5-1,7 мм), втрати шипів можуть досягати 30-50% вже після першого зимового сезону, або навіть більше.

## **3.2 Розробка конструкторських рішень**

### **3.2.1 Обґрунтування розробки та аналіз існуючих конструкцій**

Проектована на підприємстві шиномонтажна ділянка має бути обладнана широким асортиментом устаткування та інструментів для виконання різноманітних спеціалізованих шиномонтажних робіт.

Для ошиповки шин найчастіше використовуються вітчизняні стенди моделей Ш-803 та Ш-816.

Стенд Ш-803 представляє собою стаціонарну установку, що працює від

електромережі на 380 В і вимагає підключення до системи подачі стисненого повітря під тиском 0,6-0,8 МПа. Габаритні розміри стану становлять 1200x640 мм. Конструкція стану включає зварену просторову раму, пневматичну свердлильну машину UG-38 з частотою обертання 25000 об/хв, а також пневмопістолети моделей AS-8, 9, 10, 11 і вібрспоживач UF-8 для точного встановлення шипів. Установку Ш-803 можна використовувати для виконання технологічних операцій свердління та запресування шипів без необхідності знімати шину зі стану.

Стенд Ш-816 також є стаціонарною установкою, розробленою для ошиповки шин легкових автомобілів. У його комплект входить ручний пневматичний інструмент, зокрема свердлильна машина та пневматичний пістолет Ш-305 з вібрспоживачем. Пневматичні інструменти отримують живлення від системи подачі стисненого повітря, а вібрспоживач підключається до електричної мережі з напругою 220 В та частотою 50 Гц. Продуктивність стану Ш-816 становить 20-25 шин за зміну.

### **3.2.2 Опис конструкції і технічна характеристика пристрою**

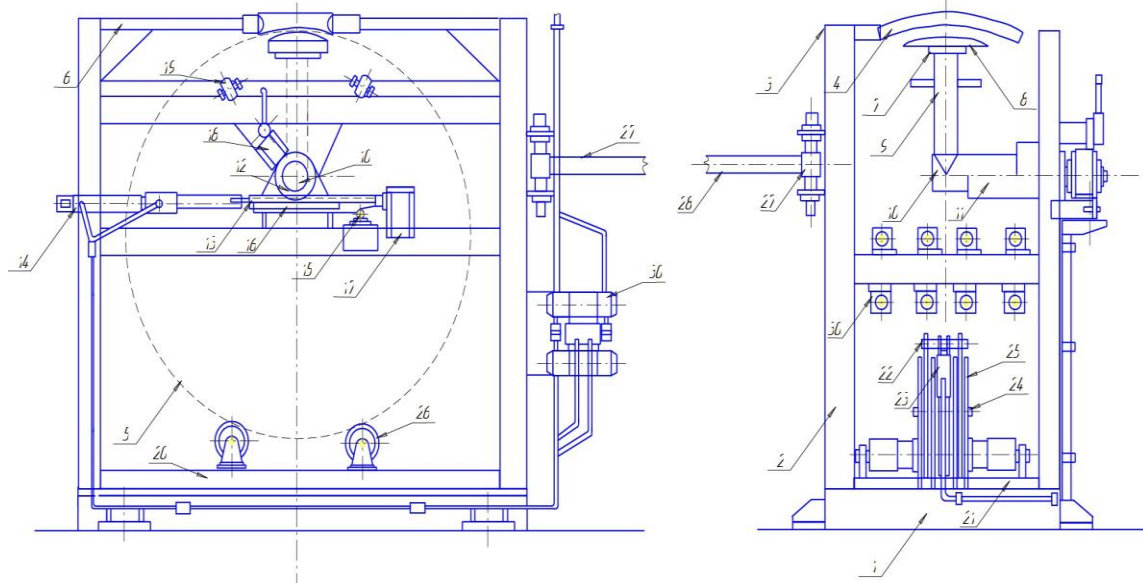
Схема стану на базі Ш-803 з розробленими пристроями для установки, підйому і монтажу шини представлена на рисунку 3.3. Стенд складається з основи 1, на якій зварюванням жорстко закріплена простора нерухома рама 2. У верхній частині рами розташована поперечина 3, яка має кріплення для установки змінного пневматичного пістолета та пневматичної свердлильної машини.

Стенд також включає кондуктор 4, вигнутий відповідно до профілю шини 5, який кріпиться на бічних стійках рами 2 за допомогою кронштейнів 6. У середній частині рами 2 знаходиться опорний механізм 7 шини 5, що містить тороїдальний сектор 8, виконаний по внутрішній поверхні шини 5. Сектор закріплений гвинтоподібно через стійку 9 на поворотній горизонтальній осі 10, розміщеній у підшипнику 11 ковзання. На кінці горизонтальної осі 10 жорстко закріплена шестерня 12, яка взаємодіє з горизонтальною зубчастою рейкою 13 та силовим циліндром 14 для повороту

тороїдального сектора 8.

Зубчаста рейка 13 підтримується роликом 15 і може переміщуватися в напрямних 16 до упору 17. Щоб запобігти гойданню опорного механізму 7 при виникненні зазорів у з'єднаннях під час експлуатації, шестерня 12 фіксується зубчастим фіксатором 18. Положення шини 5 в поздовжній площині стабілізується за допомогою роликів 19, встановлених на нерухомій рамі 2.

Рисунок 3.3 – Будова стенду для шипування



Для орієнтації щодо пристроїв шипування, для підйому і опускання шини 5 при її введенні і вилученні з стенду служить механізм 20 підйому-опускання шини 5. Цей механізм включає в себе раму 21, встановлену всередині підстави 1 і забезпечену парними боковими ребрами 22 з кожного боку, причому бічні ребра 22 з'єднані своїми верхніми частинами з силовими циліндрами 23, встановленими шарнірно на підставі 1 по обидві її сторони. Крім того, ребра 22 забезпечені осьовим обмежувачем 24, мають можливість переміщатися в пазах стійок 25, жорстко закріплених на підставі 1. У середній частині рами розташовуються опорні ролики 26.

Для подачі шини 5 в установку і її вилучення з неї буде застосовуватися важільний пристрій, що складається з горизонтального поворотного важеля 27, шарнірно змонтованого на нерухомій рамі 2 і має два важелі консолі 28 і 29. При

цьому, один з важелів виконується телескопічним. Для управління системою пневматичного приводу механізму підйому шини 5, а також приводу пістолета і свердлильної машини на стенді є пульт управління 30.

Стенд працює наступним чином.

Горизонтальний поворотний важіль 27 повертається за межі габаритів стенда, а важіль 29 висувається на максимальну довжину. Шина 5 встановлюється (вручну або підйомним пристроєм) своїми бортами на важелі 28 і 29 горизонтального поворотного важеля 27. Тороїдальний сектор 8 опорного механізму 7 перекладається в нижнє положення за допомогою силового циліндра 14, зубчастої рейки 13 і шестерні 12, жорстко пов'язаної з горизонтальною віссю 10. Після цього горизонтальний важіль 27 з шиною 5 повертається і шина вводиться в внутрішню частину установки, до упору в стабілізуючі ролики 19. Включаються силові циліндри 23 механізму 20 підйому-опускання шини 5, який своїми опорними роликами 26 піднімає шину на необхідну висоту. Після підйому шини 5 важіль 29 відводиться разом з важелем 28 за габарити стенда. Горизонтальна вісь 10 повертається силовим циліндром 14 до установки тороїдального сектора 8 в верхнє положення з наступним його стопоріння фіксатором 18. Потім шина 5 орієнтується поворотом на опорних роликах 26 своїми "шашечками" для максимальної зручності свердління і запрессовки шипів. Далі шину 5 підтискають за допомогою механізму підйому і кондуктора 4. Після цього проводяться операції, згідно з технологічним процесом шипування. Після цього шину 5 розтискають, повертають на роликах 26 і продовжують ошиповку. Після завершення процесу проводиться вилучення шини 5. Порядок вилучення шини є зворотним порядком її установки

### **3.2.3 Розрахунок рами**

Рама стенду являє собою чотири вертикальні стійки, що з'єднуються між собою горизонтальними поперечинами (ригелями).

Розрахункова схема рами представлена на рис. 3. 4.

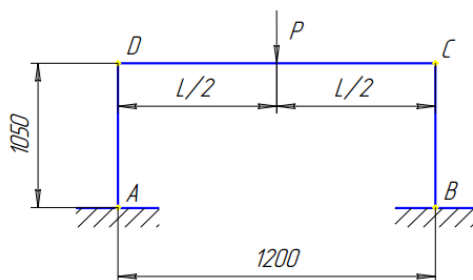


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема рами

Розрахунок рами проводиться на згин з розтяганням стисненням по граничним навантаженням. Приймаються з поперечним перерізом стійок- швелер (мал. 4.3) №8, з розмірами:  $h = 80$  мм,  $b = 40$  мм,  $t = 7$ , 4мм,  $d = 4,5$ мм. Для поперечин (ригелей) приймається поперечний переріз- швеллер №5, з розмірами:  $h = 50$  мм,  $b = 32$  мм,  $t = 7$ мм,  $d = 4$ , 4мм.

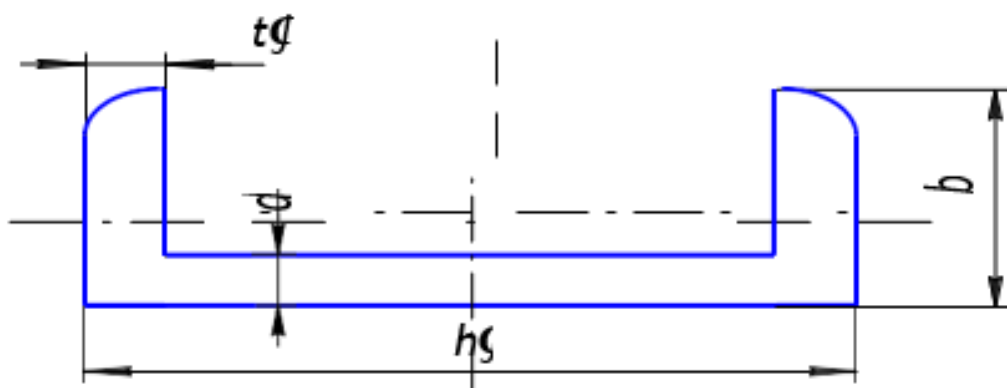


Рисунок 3.5 – Схема швеллера

При вертикальному навантаженні горизонтальні елементи опорних реакцій рівні між собою ( $R_{HA} = R_{HB} = R_H$ ), тому при однаковій довжині стійок дорівнюватимуть один одному і згинальні моменти в вузлах рами.

Епюра згинальних моментів виходить накладенням на епюру вузлових моментів епюри згинальних моментів на поперечині (ригелі), що розглядається як балка, вільно лежить на опорах.

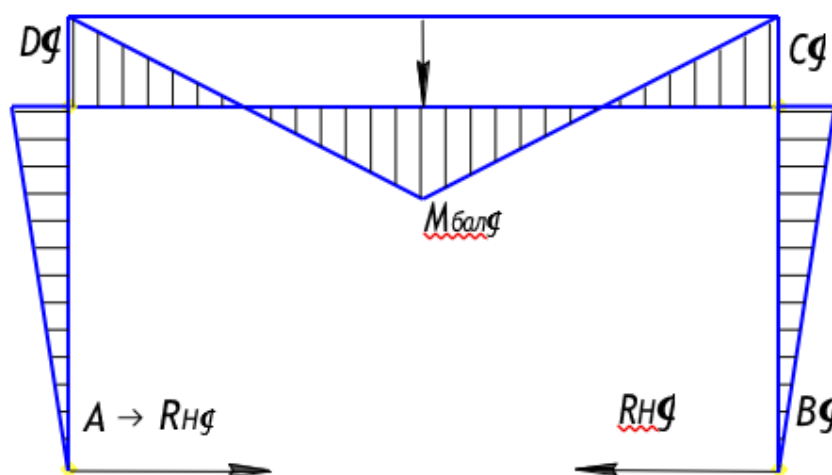
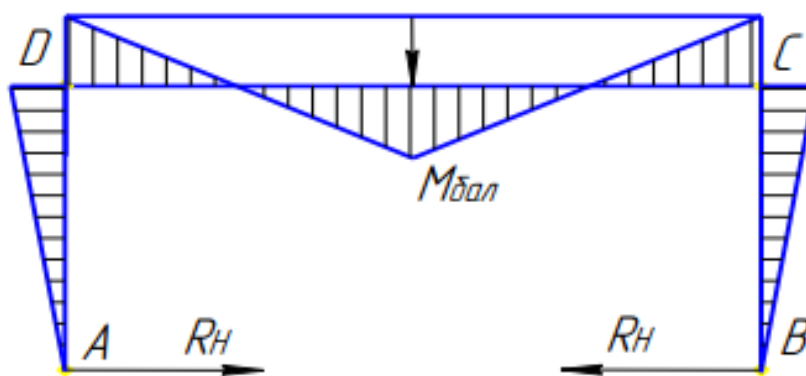


Рисунок 3.4 – Епюра згинальних моментів  
Межа текучості приймається для сталі  $S_T = 240$  МПа.

При вертикальному навантаженні горизонтальні елементи опорних реакцій рівні між собою ( $R_{HA} = R_{HB} = R_H$ ), тому при однаковій довжині стійок дорівнюватимуть один одному і згинальні моменти в вузлах рами. Епюра згинальних моментів виходить накладенням на епюру вузлових моментів епюри згинальних моментів



на поперечині (ригелі), що розглядається як балка, вільно лежить на опорах.

Рисунок 3.4 – Епюра згинальних моментів

З епюри видно, що граничного стану можна досягнути у двох випадках:

1. Граничного стану буде досягнуто тільки на поперечині (ригелі) - в прольоті в місці прикладання навантаження і в вузлах C і D.
2. Граничного стану буде досягнуто на поперечині (ригелі) і на ділянці близько вузла C.

Попередньо знайдемо величини моментів опору

Для перерізу поперечки (ригеля):

$$s_T = 240 W_{\text{РИГ}} = I_{\text{РИГ}} / (h/2), \text{ м}^3, \quad (3.25)$$

$$s_T = 240 W_{\text{СТ}} = I_{\text{СТ}} / (h/2), \text{ м}^3, \quad (3.26)$$

де  $W$ - момент опору вигину;

$I$ - момент інерції перерізу, який визначається за формулою::

На епюрі (рис. 3.5) представлений перший варіант граничного стану рами.

$$I = (h^3 \cdot b - (b - d) \cdot (h - 2d)^3) / 12, \text{ м}^4 \quad (3.27)$$

Для поперечини (ригеля):

$$I_{\text{РИГ}} = \frac{(0,05)^3 \cdot 0,032 - (0,032 - 0,007) \cdot (0,05 - 0,014)^3}{12} = 2,28 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4$$

Для стійки

$$I_{\text{СТ}} = \frac{(0,08)^3 \cdot 0,04 - (0,04 - 0,0045) \cdot (0,08 - 0,009)^3}{12} = 8,94 \cdot 10^{-7}$$

$$\text{Тоді: } W_{\text{РИГ}} = 2,28 \cdot \frac{10^{-7}}{\frac{0,05}{2}} = 9,12 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3,$$

$$W_{\text{СТ}} = 8,94 \cdot \frac{10^{-7}}{\frac{0,08}{2}} = 3,58 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3,$$

На епюрі (рис. 3.5) наведено початковий варіант граничного стану рами.

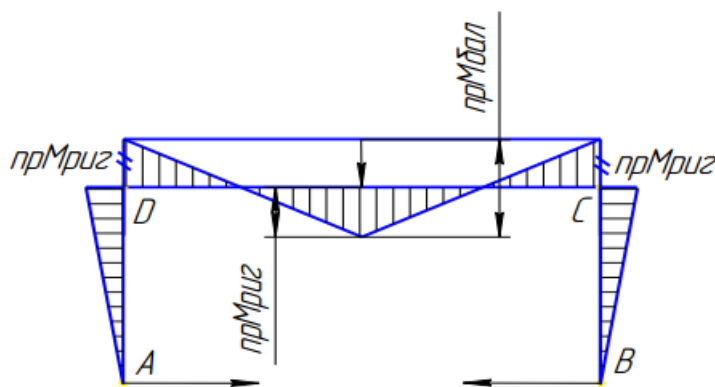


Рисунок 3.5 –Епюра згинальних моментів

Виконаємо розрахунок для початкового варіанту настання граничного стану рами. З епюри граничного стану рами впливає:

$$\text{прМ}_{\text{БАЛ}} = 2 \text{ прМ}_{\text{РИГ}}, \text{ Н} \cdot \text{М} \quad (3.28)$$

Звідси граничний момент балки розраховується за формулою:

$$\text{прМ}_{\text{БАЛ}} = 2 \cdot \frac{P_{\text{ПР}} \cdot l \cdot l}{2 \cdot 2 \cdot l} = 2 \cdot \frac{P_{\text{ПР}} \cdot l}{2}, \text{ Н} \cdot \text{М} \quad (3.29)$$

Тоді, граничний момент в поперечині (ригелі) буде :

$$\text{пр}M_{\text{РИГ}} = \frac{\text{пр}M_{\text{РИГ}}}{2} = (P_{\text{ПР}} \cdot l)/4, H \cdot m \quad (3.30)$$

Поздовжня сила в поперечині (ригелі) буде визначатися за наступною формулою:

$$\text{пр}N_{\text{РИГ}} = \frac{\text{пр}M_{\text{РИГ}}}{H} = \frac{P_{\text{ПР}} \cdot l \cdot 2}{4 \cdot l} = \frac{P_{\text{ПР}}}{2}, H \quad (3.31)$$

Умова граничного стану:

$$\text{пр}M_{\text{РИГ}} = \frac{P_{\text{ПР}} \cdot l}{4} = s_T \cdot W_p, H \cdot m \quad (3.32)$$

Отже, гранична сила визначатиметься за наступною формулою:

$$P_{\text{ПР}} = (4 \cdot s_T \cdot W_p)/l, H \quad (3.33)$$

$$P_{\text{ПР}} = \frac{4 \cdot 2400 \cdot 912}{1200} = 7296 H$$

Розрахунок граничного стану на поперечині (ригелі) під дією вантажу і на стійці близько вузла С.

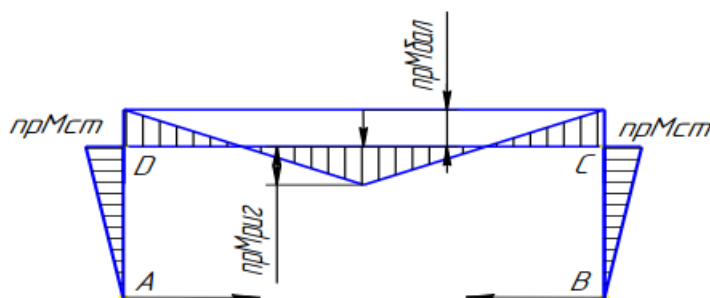


Рисунок 3.6 – Епюра граничного стану на стійці біля вузла С  
З епюри граничного стану (рис. 3.6) впливає, що:

$$\text{пр}M_{\text{БАЛ}} = \text{пр}M_{\text{РИГ}} + \text{пр}M_{\text{СТ}} = \frac{P_{\text{ПР}} \cdot l}{4}, H \cdot m \quad (3.34)$$

$$\text{пр}N_{\text{РИГ}} = \frac{\text{пр}M_{\text{СТ}}}{H} = 2 \cdot \frac{\text{пр}M_{\text{СТ}}}{l}, H \quad (3.35)$$

$$\text{пр}N_{\text{СТ}} = R_A = P_{\text{ПР}}/2, H \quad (3.36)$$

Тоді умова граничного стану для цього варіанту, без врахування поздовжніх сил, матиме такий вигляд:

$$\text{пр}M_{\text{РИГ}} + \text{пр}M_{\text{СТ}} = \frac{P_{\text{ПР}} \cdot l}{4}, H \cdot m \quad (3.37)$$

Звідси:

$$P_{\text{ПР}} = 4 \cdot \frac{\text{пр}M_{\text{РИГ}} + \text{пр}M_{\text{СТ}}}{l} = 4 \cdot (s_T \cdot W_p + s_T \cdot W_{\text{СТ}})/l, H \quad (3.38)$$

$$P_{\text{пр}} = 4 \cdot (2400 \cdot 912 + 2400 \cdot 358) / 1200 = 10160 \text{ Н}$$

Для оцінки впливу поздовжньої сили визначимо величину відносної похибки виконаного розрахунку за наступною формулою:

$$A = (\text{пр}N_{\text{СТ}})^2 / (\text{пр}M_{\text{СТ}} \cdot 4 \cdot s_{\text{T}} \cdot d), \quad (3.39)$$

де  $d = 45$  - товщина стінки швелера мм.

$$\text{пр}N_{\text{СТ}} = \frac{P_{\text{пр}}}{2} = \frac{7296}{2} = 3648 \text{ Н}$$

Граничний згинальний момент розраховується за формулою:

$$\text{пр}M_{\text{СТ}} = s_{\text{T}} \cdot W_{\text{СТ}}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.40)$$

$$\text{пр}M_{\text{СТ}} = 358 \cdot 2400 = 589200 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$A = \frac{(3648)^2}{589200 \cdot 4 \cdot 2400 \cdot 4,5} = 0,0036$$

Отже, похибка, викликана нехтуванням поздовжніми силами, становить менше 1%, тому в цьому випадку перерахунок з урахуванням поздовжніх сил не є необхідним.

$$P_{\text{расч}} = 1560 \text{ Н} < P_{\text{пр}} = 7296 \text{ Н}$$

Отже, що розраховується рама має достатній запас на вигин з розтяганням стисненням.

### 3.2.4 Розрахунок пристосування

Проектоване пристосування для закладу і установки шини на стенд (рис. 3.7), являє собою конструкцію, що складається з втулки, виготовленої зі сталі Ст.10 ГОСТ 1050-74, діаметр отвору  $d_1 = 40$  мм, зовнішній діаметр  $D = 70$  мм, до якої за допомогою зварювання кріпиться несучий важіль, до якого в свою чергу кріпляться два робочих важеля, на яких закріплюється своїми бортами легкова автомобільна шина. Всі важелі виготовляються зі сталевих, безшовних, гарячекатаних труб по ГОСТ 8732-70. Труби  $d = 54$  мм, з товщиною стінок  $d = 4$  мм, матеріал труб-сталь Ст.10 по ГОСТ 1050-74. Несучий важіль має довжину 800 мм, а робочі важелі мають однакову довжину, рівну 210 мм.

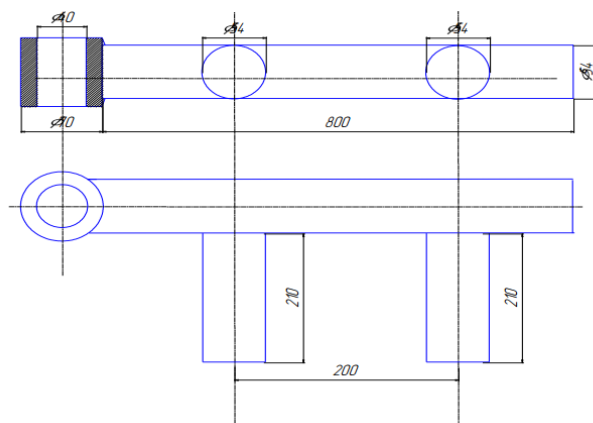


Рисунок 3.7 – Схема пристосування  
Перевірочний розрахунок ведеться з розрахунку балки.

З умови міцності балки:

$$s_{\text{и}} = \frac{M_{\text{иmax}}}{W_X E[s_{\text{иmax}}]}, \text{МПа}, \quad (3.41)$$

де  $M_{\text{иmax}}$  - найбільший згинальний момент, який розраховується за формулою:

$$M_{\text{иmax}} = M_{\text{и}} \cdot n, \text{Н} \cdot \text{м}, \quad (3.42)$$

де  $M_{\text{и}}$  - згинаючий момент Н·м;

$n$  - коефіцієнт запаса (приймається рівним 1,5).

Згинаючий момент:

$$M_{\text{и}} = G \cdot l, \text{Н} \cdot \text{м}, \quad (3.43)$$

де  $l$  - плече рычага, м;

$G$  - сила, Н, що прикладається до важеля.

$$G = 25 \cdot 9,8 = 245 \text{ Н}$$

Плече важеля приймається рівним довжині важеля (800 мм).

$$M_{\text{и}} = 245 \cdot 800 = 196000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$M_{\text{иmax}} = 196000 \cdot 1,5 = 294000 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Момент опору:

$$W_X = (d_H^2 - d_B^2)/6, \text{мм}^3, \quad (3.44)$$

$$W_X = \frac{(54)^2 - (46)^2}{6} = 10021 \text{ мм}^3$$

Момент опору труби можна також розрахувати через товщину стінки труби  $d=4$  мм за формулою:

$$W_X = d_H^2 \cdot d, \text{ мм}^3 \quad (3.45)$$

$$W_X = (54)^2 \cdot 4 = 11664, \text{ мм}^3$$

Приймаю  $W_X = 10021 \text{ мм}^3$

$$s_{\text{и}} = \frac{294000}{10021} = 29,34 \text{ МПа}$$

Допустима напруга при вигині розраховується по формулі:

$$[s_{\text{иmax}}] = \frac{[s]}{n}, \text{ МПа} \quad (3.46)$$

де  $n = 1,5$ - коефіцієнт запасу.

$$[s] = 1,2 \cdot s_T, \text{ МПа} \quad (3.47)$$

(для сталі Ст. 10  $s_T = 210 \text{ МПа}$ );  $[s] = 1,2 \cdot 210 = 252 \text{ МПа}$ .

Підставляючи значення  $[s]$  отримуємо:

$$[s_{\text{иmax}}] = \frac{252}{1,5} = 168 \text{ МПа}$$

Отже:

$$s_{\text{и}} = 29,34 [s_{\text{иmax}}] = 168 \text{ МПа}$$

$$29,34 \text{ МПа} < 168 \text{ МПа}$$

Таким чином, важіль пристрою має достатній запас на вигин при його застосуванні для шин легкових автомобілів.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **4.1. Організація охорони праці на шиномонтажному пості**

На шиномонтажному посту ПП «Агро-СТ» працюють двоє осіб. Відповідно до ст. 15 Закону України «Про охорону праці», підприємство може залучати сторонніх фахівців з охорони праці на договірній основі, якщо чисельність працівників не перевищує певного мінімуму. Шиномонтажний пост підпорядковується інженеру з охорони праці ПП «Агро-СТ».

Інженер з охорони праці має право надавати обов'язкові до виконання приписи щодо усунення недоліків, запитувати необхідні документи та пояснення з питань охорони праці, інформувати керівництво про необхідність відсторонення від роботи осіб, які не пройшли медичний огляд, навчання, інструктаж або перевірку знань, а також не допущені до певних видів робіт чи не дотримуються вимог охорони праці. У разі виявлення порушень, які становлять загрозу життю або здоров'ю, інженер має право зупинити роботу виробництва, окремих ділянок або устаткування.

У кожному структурному підрозділі підприємства мають бути забезпечені належні умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також дотримання законодавчих вимог щодо прав працівників у сфері охорони праці. Особлива увага приділяється організації навчання та забезпеченню безпечних методів праці. Основну роль відіграють інструктажі: первинний, повторний, позаплановий та цільовий, які проводить безпосередній керівник робіт (начальник виробництва, цеху, ділянки, майстер тощо). Перевірка знань здійснюється шляхом усного опитування, використання технічних засобів навчання або перевірки навичок відповідно до вимог безпеки.

Інструктажі, стажування та допуск до роботи реєструються у спеціальних журналах з підписами інструктованого та інструктуючого. Ці журнали повинні бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печаткою.

Працівники забезпечуються спецодягом, взуттям та засобами індивідуального захисту відповідно до ДНАОП 0.00-3.06-98 «Типові норми

безкоштовної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам автомобільного транспорту». Це включає: бавовняний костюм, шкіряні черевики, комбіновані рукавиці та захисні окуляри.

#### **4.2 Безпека праці при виконанні основних видів робіт**

При проведенні шиномонтажних робіт заборонено:

- Використовувати кувалду або молоток для вибивання диска під час демонтажу шини.
- Знімати одне із здвоєних коліс з автомобіля без застосування домкрата, шляхом наїзду другого здвоєного колеса на виступаючий предмет.
- Під час накачування шини постукувати по ній для коригування її положення на диску.
- Монтувати шини на диски, що не відповідають їх розміру, або якщо на дисках є задирки і пошкодження, що перешкоджають монтажу.
- При накачуванні шини або коли вона перебуває під тиском, коригувати положення бортового та замкового кілець, бити по замковому кільцю молотком, кувалдою або іншими предметами.
- Накачувати шини понад норму, встановлену заводом-виробником.
- Вручну переміщувати колеса, диски та шини, вага яких перевищує 20 кг.
- Використовувати замкові та бортові кільця, які не відповідають даній моделі шини при її монтажі.

Під час огляду шин необхідно завжди працювати в рукавицях.

#### **4.3 Розрахунок освітлення**

Розрізняють штучне і природне освітлення. Для освітлення виробничих приміщень штучним світлом, як правило, використовують газорозрядні лампи.

Загальне освітлення розраховують, в основному, методом коефіцієнта світлового потоку:

$$F = E \cdot S \cdot K \cdot z / j \cdot n \quad (4.1)$$

де  $E$  – норма освітленості (табл. 3.7), лк;

z- коефіцієнт нерівномірності освітлення, змінюється в межах  $z = 1.1 \dots 1.5$  (у середньому 1.2);

j- коефіцієнт використання освітлювальної установки;

n- число ламп.

Для визначення коефіцієнта j розраховують індекс приміщення:

$$i = a \cdot b / H_c \cdot (a + b) \quad (4.2)$$

де a, b - відповідно довжина і ширина приміщення, м;

$H_c$  - висота розміщення світильника над освітлювальною поверхнею, приймаємо  $= 4\text{ м}$ .

Мета розрахунків - визначити кількість ламп:

$$n = E \cdot S \cdot K \cdot z / F \cdot j \quad (4.3)$$

Розрахунок місцевого освітлення полягає у визначенні потужності чи світлового потоку ламп. Для місцевого освітлення звичайно використовують лампи розжарювання:

$$F = 1000 \cdot h^2 \cdot E / e \quad (4.4)$$

де h - відстань від лампи до освітлювальної поверхні, м; E - нормативна освітленість, лк;

e - показник, який вибирається за графіком в залежності від h і відстані d від перпендикулярного променя на освітлювальну поверхню до освітлювальної точки. Значення E знаходимо як різницю між загальним і комбінованим освітленням.

Розрахунок природнього освітлення полягає у визначенні площі світлових прорізів бокового освітлення:

$$S_o = S_n \cdot I_n \cdot K_z \cdot j_o \cdot K_{бд} / 100 \cdot Q_o \cdot r_l \quad (4.4)$$

де  $S_n$  - площа підлоги приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$I_n$  - нормативне значення коефіцієнта природньої освітленості;

$K_z$  - коефіцієнт запасу ( $K_z = 1.4 \dots 1.5$  менше значення для приміщень з меншою запиленістю);

$j_o$  - світлова характеристика вікон [1, с. 32];

$K_{бд}$  - коефіцієнт урахування затінення протистоячими будинками;

$Q_0$  - загальний коефіцієнт світлопропускання,  $Q_0 = 0.63$ ;

$r_1$  - коефіцієнт урахування підвищення освітленості при боковому освітленні,  
 $r_1 = 1.05 \dots 1.3$ .

Коефіцієнт урахування затінення  $K_{дб} = 1$  [1, с. 32].

Розрахунки виконуємо для всіх виробничих приміщень. Всі розрахунки приводимо у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати розрахунків освітлення.

| Відділення,<br>дільниця | Освітленість |        | Тип ламп |       | Кількість<br>ламп |      | Нормован<br>значення,<br>% | Площа<br>світлових<br>прорізів,<br>м <sup>2</sup> |
|-------------------------|--------------|--------|----------|-------|-------------------|------|----------------------------|---------------------------------------------------|
|                         | Комб.        | Загал. | Комб.    | Місц. | Комб              | Місц |                            |                                                   |
| Шиномонта-<br>жний пост | 750          | 200    | НГ150    | НБ60  | 6                 | 1    | 0,6                        | 5,2                                               |
| Канави для<br>огляду    | -            | 75     | НГ150    | НБ60  | -                 | 2    | 0,3                        | -                                                 |

## 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Техніко-економічні показники

Основна заробітна плата  $Z_{осн} = T_{рм} \cdot C_p \cdot \kappa_{\partial}$ , грн.

де  $T_{рм}$  – загальна трудомісткість ремонтної ділянки;

$C_p$  – середньогодинна тарифна ставка робітника;

$\kappa_{\partial}$  – коефіцієнт доплат за неурочний час,  $\kappa_{\partial} = 1,3$ ;

$$Z_{осн} = 3547,56 \cdot 20,6 \cdot 1,03 = 74275 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата  $Z_{дод} = 0,1 \cdot Z_{осн} = 0,1 \cdot 74275 = 7427,5$  грн.

Нарахування на зарплату виробничого робітника:

$$Z_{нар} = 0,375 \cdot (74275 + 7427,5) = 68138 \text{ грн.}$$

Сума запасних частин на виробничу програму  $C_{з.ч.} = 333 \cdot 255 = 84915$  грн.

Вартість матеріалів які використовуються на один ремонт, складає 51 грн., на виробничу програму становить:

$$C_{м} = 333 \cdot 51 = 16983 \text{ грн.}$$

Заробітна плата виробничим робітникам:

$$Z_{заг} = Z_{осн} + Z_{дод} + Z_{нар} = 74275 + 7427,5 + 68138 = 149841 \text{ грн. ;}$$

Сума прямих затрат в проектному періоді:

$$C_{По.В.} = 149841 + 84915 + 16983 = 251739 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати:

$$C_{зв} = Z_{ПП, МОП} + C_{Д.М} + C_A + C_{ПР} + C_{УСТ} + C_{ЕЛ} + C_{ПАР} ;$$

$$+ C_{ПОБ} + C_{ОП} + C_{ОХЛ} + C_{РАЦ} + C_{П-Т} + C_{РЕМ}$$

Витрати на додаткові матеріали беруться в розмірі 10% від вартості основних матеріалів з прямих витрат:

$$C_{Д.М.} = 0,1 C_{м} = 0,1 \cdot 16983 = 1698,3 \text{ грн,}$$

Вартість основних фондів.

$$\text{Об'єм будівлі: } V_B = F \cdot h = 743,5 = 259 \text{ м}^3,$$

$$\text{Вартість будівлі: } V_{б.с.} = 168 \cdot V_B = 168 \cdot 259 = 43512 \text{ грн.}$$

Виробниче обладнання:  $V_{обл} = 1,2 \cdot V_{б.с.} = 1,2 \cdot 43512 = 52214,4$  грн.

Загальна вартість ОВФ:  $\Phi_{осн} = (V_{обл} + V_{б.с.}) \cdot K_{інш} \cdot K_{інд}$

$$\Phi_{осн} = (52214,4 + 43512) \cdot 1,2 \cdot 2,38 = 273395 \text{ грн.}$$

| Групи основних фондів               | Балансова вартість груп ОФ | %  | Сума амортизаційних відрахувань |
|-------------------------------------|----------------------------|----|---------------------------------|
| I Будівлі і споруди                 | 43512                      | 5  | 2175,6                          |
| II Транспортні засоби               | -                          | 25 | -                               |
| II Інші основні фонди та обладнання | 273395                     | 15 | 41009                           |
| Всього :                            | 316907                     | -  | 43184,6                         |

Витрати на утримання та всі види ремонту основних фондів в СТО:

$$C_{пр} + C_{уст} = 0,1 \cdot 273395 = 27339,5 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на силові потреби.

- електроенергія технологічна :

$$P_{сил} = N_{обл} \cdot \Phi_p \cdot K_z \cdot K_{втр};$$

$$P_{сил} = 3 \cdot 492,5 \cdot 0,85 \cdot 0,97 = 1218,62 \text{ кВт/год.}$$

б) витрати електроенергії на освітлення:

$$P_{осв} = N_{обл} \cdot \Phi_p \cdot K_{відк}$$

$$N_{обл} = 12 \cdot 50 + 2 \cdot 75 = 750 \text{ Вт.}$$

$$P_{осв} = N_{обл} \cdot 700 \cdot 0,85 = 0,35 \cdot 700 \cdot 0,85 = 208,25 \text{ кВт/год.}$$

Повна вартість електроенергії:

$$C_{ел} = (P_{сил} + P_{осв}) \cdot Ц;$$

$$C_{ел} = (1218,2 + 0,75) \cdot 1,3 = 1584,6 \text{ грн}$$

Витрати на воду, стиснене повітря, складають 16,1 грн. на одиницю ремонту, тобто при програмі  $N = 333$  шт.

$$C_{пар} = 333 \cdot 16,1 = 5361 \text{ грн.}$$

Проводимо розрахунки усіх необхідних витрат та на їхній основі визначаємо загальну сума загальновиробничих витрат:

$$C_{ЗВ} = Z_{ПП,МОП} + C_{Д.М.} + C_A + C_{ПР} + C_{УСТ} + C_{ЕЛ} + \\ C_{ПАР} + C_{ПОБ} + C_{ОП} + C_{ОХ.П} + C_{РАЦ} + C_{П-Т} + C_{РЕМ}; \\ C_{ЗВ} = (3200,80 + 1698,3 + 43184,6 + 27339 + 1584,6 + 5361 + 627 + \\ 2072 + 100) \cdot 1,03 = 87769 \text{ грн.}$$

Загальногосподарські витрати:  $C_{ЗГ} = (0,4 \dots 0,6), Z_{ЗАР} = 0,5149841 = 74921 \text{ грн.}$

Позавиробничі витрати:  $C_{ПВ} = (0,05 \dots 0,1),$

$$Z_{ЗАР} = 0,075 \cdot 149841 = 11238 \text{ грн;}$$

Загальна величина накладних витрат за період проекту становитиме

$$C_{НВ} = 74921 + 11238 + 553 = 86712 \text{ грн;}$$

Загальна собівартість ремонтних робіт становитиме

$$C_{ПОВ} = C_{ПОВ} + C_{НВ} = 11238 + 86712 = 97950 \text{ грн;}$$

Фактична собівартість ремонту становитиме

$$S_{од.ф} = \frac{C_{ПОВ}}{N} = \frac{97950}{333} = 294,14 \text{ грн;}$$

Прибуток вираховуємо:  $ПР = C_{ВП} - C_{ПОВ}, ПР = 354 - 294,14 = 60 \text{ грн,}$

Рівень рентабельності випускної продукції:

$$P = \frac{ПР}{C_{ПОВ}} = \frac{60}{294,14} \cdot 100\% = 20,1\%$$

Рівень рентабельності по виробничих фондах:

$$P_{\Phi} = \frac{ПР}{K_{ЗАГ}} = \frac{1064,5}{2549,4} \cdot 100\% = 0,44\%$$

де  $K_{ЗАГ} = V_{\text{бс}} + V_{\text{обл}} + K_{\text{інстр}} + K_{\text{інв}}, K_{\text{інв}} = 0,1 \cdot V_{\text{обл}} = 0,1 \cdot 13938 = 1293,8 \text{ грн.}$

$$K_{\text{інв}} = 0,05 \cdot V_{\text{обл}} = 0,05 \cdot 13938 = 646,9 \text{ грн.}$$

$$K_{ЗАГ} = 12938 + 10615 + 1293,8 + 646,9 = 2549,4 \text{ грн.}$$

Основні показники шиномонтажного посту приведені нижче.

| №                            | Показники роботи                                 | Умовне<br>позначення | Одиниці<br>вимірювання | Числове<br>значення |
|------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|
| 1                            | Загальні<br>капіталовкладення                    | Кзаг                 | грн.                   | 316907              |
| 2                            | Загальна<br>трудомісткість                       | Трм                  | люд.-год.              | 3547                |
| 3                            | Вартість валової<br>продукції                    | СВП                  | грн.                   | 116550              |
| 4                            | Ремонт агрегатів                                 | N                    | шт.                    | 333                 |
| 5                            | Фактична<br>собівартість усіх<br>ремонтних робіт | СПоВ                 | грн.                   | 97950               |
| 6                            | Вартість<br>(собівартість)<br>одного ремонту:    |                      |                        |                     |
| а) фактична                  | Соц.ф                                            | грн.                 | 294,14                 |                     |
| б) по<br>відпускних<br>цінах | Соц.відп                                         | грн.                 | 354                    |                     |
| 7                            | Прибуток                                         | ПР                   | грн.                   | 60                  |
| 8                            | Рівень<br>рентабельності                         | R                    | %                      | 20,1                |
| 9                            | Продуктивність<br>праці                          | ПП                   | грн.                   | 582,7               |
| 10                           | Коефіцієнт<br>використання<br>виробничих площ    | КП                   | грн./м <sup>2</sup>    | 157,5               |
| 11                           | Коефіцієнт<br>фондовіддачі                       | Кф                   | грн./грн.              | 6,4                 |

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання розрахунково-графічних робіт, що становлять основу дипломного проекту на тему: «Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування, ремонту та ошипування шин вантажних автомобілів з дослідженням коліс з повітряним демпфуванням», були досягнуті такі результати:

- Проведено аналіз характеристик і організаційної сутності роботи шиномонтажного посту.
- Розраховано кількість автомобілів та річний обсяг робіт.
- Проаналізовано існуючі конструкції стендів та пристосувань для проведення ремонтних робіт.
- Виконано розрахунок конструкції стенду для ошипування коліс.
- Розроблено планувальне рішення для організації шиномонтажного посту.
- Описано особливості роботи демпфера в контексті дослідження.
- Розглянуто питання охорони праці та безпеки в умовах надзвичайних ситуацій.
- Проаналізовано основні техніко-економічні показники роботи шиномонтажного посту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кадаков М. // "Автомобільна промисловість". - 1998. - № 22. - с. 4.
2. Полянський А.С., Жерновий В.І., Лесько С.Х., Тинченко С.Х. Діагностика і технічне обслуговування будівельних машин. Практикум. – К.: Либідь, 1995. – 312 с.
3. Пістун І.П., Хомяк І.В., Хомяк В.В. Охорона праці на автомобільному транспорті: Навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. - 374 с.
4. Кузнєцов Е.С., Воронов В.П., Болдін А.П. та ін. Технічна експлуатація автомобілів. – М.: Транспорт, 2001. – 413 с.
5. Напольський Г.М. Технологічне проектування автотранспортних підприємств і станцій технічного обслуговування. – К.: Транспорт, 1995. – 48 с.
6. Канарчук В.Г., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 2. Організація, планування й управління: Підручник. – К.: Вища школа, 2004. – 383 с.
7. Чернін І.М., Кузьмін А.В., Шукович Г.М. Розрахунки деталей машин. – 2-е изд. – Л.: Вища школа, 1998.
8. Градиль В.П., Моргун А.К., Єгошин Р.А. Довідник по єдиній системі конструкторської документації. – Харків: Будвидавництво, 1998. – 255 с.
9. Положення про технічне обслуговування автомобілів. – Київ: Мінавтотранс, 1998. – 16 с.
10. Будова автомобілів. Навчальний посібник / Ю.І. Боровських, Ю.В. Буральов, К.А. Морозов; Пер. з рос. В.В. Клінченка. – К.: Вища школа, 2001. – 303 с.
11. Потишко А.В. Довідник по інженерній графіці. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Будівельник, 1993. – 264 с.
12. Титунин Б.А. Ремонт автомобілів. – 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Агропромвидавництво, 2001. – 320 с.

13. БНіП П-93-74. Підприємства по обслуговуванню автомобілів. – Держбуд, Будвидавництво, 1990. – 48 с.
14. Рябов І.М. Підвищення експлуатаційних властивостей АТЗ на основі синтеза амортизаторів, пневмогідравлічних ресор і коліс з покращеними характеристиками. Дис. д-ра техн. наук. – Вінниця, 1999. – 401 с.
15. Бахтеєв Р.Х. Вплив коливань колісного трактора на величину тиску шин на ґрунт. Автореф. дис. канд. техн. наук. – К., 1995. – 20 с.
16. Беленький Ю.Б., Імашева Н.Н., Фурунжієв Р.І. Вплив демпфуючих властивостей шини на параметри коливань автомобіля. // Автомобільна промисловість, №12, 1996. – С. 16-18.
17. Брундза І.А. Дослідження низькочастотних коливань трактора Т-25 при виконанні с/г робіт і розробка заходів по зниженню впливу коливань на водія. Автореф. дис. канд. техн. наук. – КАДІ, 2003. – 20 с.
18. Бугай О.В. Дослідження коливань трьохосних автомобілів при випадкових дорожніх збудженнях. Автореф. дис. канд. техн. наук. – Тернопіль, 2007. – 21 с.