

Хмельницький національний університет  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи бакалавра

Галузь знань – 13 Механічна інженерія  
Спеціальність – 132 Матеріалознавство  
Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський  
Освітньо-професійна програма – Відновлення та технічний сервіс автомобілів

на тему: «Модернізація стенду для діагностики масляних насосів  
автомобіля»

Шифр: ДРМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ

Виконав студент 4 курсу, група МТВА-20-1  Олександр КОРОЛЬЧУК

Керівник роботи к.т.н., доц.



Олег БАБАК

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ  Олександр ДИХА

4 06 2024\_р.

Хмельницький, 2024 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Катедра знань – 13 Механічна інженерія

Спеціальність – 132 Матеріалознавство

Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський

Світньо-професійна програма – Відновлення та технічний сервіс автомобілів

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТАМ

проф., д.т.н. Диха О.В.

20 02

2024 року

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

Корольчуку Олександр Руслановичу

Прізвище, ім'я, по батькові

Тема проекту (роботи) \_\_\_\_\_

Модернізація стенду для діагностики масляних насосів автомобіля»

Рівень проекту (роботи) Бабак Олег Петрович к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 15 лютого 2024р. № 8 (Д16)

Строк подання студентом проекту на кафедру 10 червня 2024 року

Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення сліджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, фектації, складанню і регулюванню вузла тертя; вимоги з охорони праці і безпеки боти при виконанні ремонтних робіт; техніко – економічні показники роботи приємства.

Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Принцип дії та основні елементи масляного насоса ; 2. Розробка стенду для гностики масляних насосів ; 3 Технологічний процес діагностики масляних насосів ; тека та екологічність стенду для діагностики масляних насосів ; 5 Розрахунок номічної ефективності стенду для діагностики масляних насосів

Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) \_\_\_\_\_  
Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на йдах

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---|----------------|------------------|
|        |   | завдання видав | завдання прийняв |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |
|        |   |                |                  |

7. Дата видачі завдання\_ ----

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи)              | Строк виконання етапів проекту (роботи) | Прим. |
|-------|---|---|-------|
| 1     | <i>Літературний огляд</i>                             | <i>20.05.2024</i>                       |       |
| 2     | <i>Технологічний розділ</i>                           | <i>25.05. 2024</i>                      |       |
| 3     | <i>Конструкторський розділ</i>                        | <i>30.05. 2024</i>                      |       |
| 4     | <i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>  | <i>2.06. 2024</i>                       |       |
| 5     | <i>Оформлення презентації бакалаврської роботи</i>    | <i>5.06. 2024</i>                       |       |
| 6     | <i>Нормоконтроль магістерської роботи</i>             | <i>9.06. 2024</i>                       |       |
| 7     | <i>Підписання розділів. Затвердження дати захисту</i> | <i>10.06. 2024</i>                      |       |
|       |   |   |       |
|       |   |   |       |
|       |   |   |       |
|       |   |   |       |
|       |   |   |       |
|       |   |   |       |

Студент

Керівник проекту (роботи)

  
Підпис

  
Підпис

*Олександр КОРОЛЬ*  
Ініціали, прізвище

*Олег БАБАК*  
Ініціали, прізвище

## Реферат

Бакалаврська робота студента групи МТВА 20-1 Корольчука Олександра Руслановича на тему: «Модернізація стенду для діагностики масляних насосів автомобіля» присвячена модернізації стенду для діагностики масляних насосів автомобіля.

Відповідно до завдання на виконання ВКР, виданого кафедрою «трибології, автомобілів та матеріалознавства», було виконано розробку конструкції стенду для діагностики масляних насосів.

Ціль роботи: розробка конструкції стенду для діагностики масляних насосів.

ВКР бакалавра включає п'ять розділів.

У першому розділі розглянуто принцип дії та влаштування масляного насоса.

У другому розділі виконано конструкторську розробку стенду для діагностики масляних насосів.

У третьому розділі розглянуто технологічний процес діагностики масляних насосів.

У четвертому розділі розглянуто безпеку та екологічність стенду для діагностики масляних насосів.




У п'ятому розділі визначено економічну ефективність спроектованої конструкції стенду для діагностики масляних насосів.

Випускна кваліфікаційна робота складається з 69 сторінок, і включає 10 ілюстрацій, 12 таблиць, 21 джерел

Перелік ключових слів: КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДІВ, ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ, СПОСОБИ РЕМОНТУ, МАСЛЯНІ НАСОСИ, ДІАГНОСТИКА.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| Вступ.....   | 6  |
| 1 Принцип дії та основні елементи масляного насоса.....  | 7  |
| 1.1 Основні елементи масляного насоса.....   | 7  |
| 1.2 Принцип роботи.....  | 9  |
| 1.3 Схема системи змащення двигуна.....  | 10 |
| 1.4 Різновиди конструкції.....   | 12 |
| 1.4.1 Шестеренні насоси із зовнішнім зачепленням.....  | 13 |
| 1.4.2 Шестеренні насоси із внутрішнім зачепленням.....   | 14 |
| 1.4.3 Роторні насоси.....  | 14 |
| 1.4.4 Шиберні насоси.....  | 15 |
| 1.5 Несправності та їх причини.....  | 16 |
| 1.6 Як продовжити життя насосу.....  | 18 |
| 2 Розробка стенду для діагностики масляних насосів.....  | 19 |
| 2.1 Технічне завдання на розробку стенду.....  | 19 |
| 2.2 Технічна пропозиція на розробку стенду.....  | 23 |
| 2.3 Розрахунок основних деталей конструкції.....   | 34 |
| 3 Технологічний процес діагностики масляних насосів.....   | 39 |
| 4 Безпека та екологічність стенду для діагностики масляних насосів.....  | 43 |
| 4.1 Конструктивно-технологічна та організаційно-технічна характеристики стенду для діагностики масляних насосів..... | 43 |
| 4.2 Визначення професійних ризиків.....  | 44 |
| 4.3 Способи зниження професійних ризиків.....  | 46 |
| 4.4 Пожежна безпека стенду для діагностики масляних насосів.....   | 50 |
| 4.5 Екологічна безпека стенду для діагностики масляних насосів.....  | 52 |

|   |      |           |   |      |
|---|------|-----------|---|------|
| <b>ДРМТВАТАМ 24.20211.000 ПЗ</b>                                      |      |           |   |      |
| Змн.  | Арк. | № докум.  | Підпис  | Дат  |
| Розроб.   |      | Корольчук |  |      |
| Перевір.  |      | Бабак     |  |      |
| Реценз.   |      |           |   |      |
| Н. Контр.   |      | Маковкін  |  |      |
| Затверд.  |      | Диха      |   |      |
| Модернізація стенду для<br>діагностики масляних насосів<br>автомобіля |      |           | Літ.  | Арк. |
|   |      |           |   | 4    |
|   |      |           | Акрушів<br>66   |      |
| ХНУ група МТВА 20-1   |      |           |   |      |



## Вступ

У сучасних конструкціях тракторів, автомобілів та сільськогосподарських машин, на зміну механічному управлінню робочими органами, гальмівною системою, роботою коробки змінних передач, гідропідсиленням кермового керування прийшли гідросистеми (гідравлічного приводу).

Говорячи про переваги гідравлічного приводу, слід зазначити простоту автоматизації роботи гідрофікованих механізмів, можливість автоматичної зміни їх режимів роботи.

Кожна, гідросистема різних за призначенням тракторів, автомобілів та сільськогосподарської, дорожньо-будівельної та комунальної автотехніки, розрахована на певний вид виконавчих механізмів, яка має забезпечити певні умови роботи гідросистеми – або швидкість переміщення поршня гідроциліндра чи зусилля на штоку гідроциліндра, або крутний момент на валу гідрогенератора.

Нагнітання робочої рідини в гідросистему займаються різні за конструкцією насоси, зокрема запропонований нами високопродуктивний шестерний насос НШ.

Насос – елемент, що створює тиск, є основною і незамінною частиною будь-якої гідравлічної системи, перетворюючи механічну енергію обертання лопат двигуна, в енергію тиску робочої рідини.

Своєчасне виявлення дефектів обладнання при оцінці технічного стану обладнання дозволить забезпечити його безпечну експлуатацію, ефективно та довготривале використання, а також запобігти аварійним ситуаціям.

Метою роботи є розробка конструкції стенду для діагностики масляних насосів.

|      |      |          |        |      |                                    |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                    | 6    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                    |      |





Знизу маслоприймач має чашку з сіткою та сферичним демпфером, що має в центрі отвір. Нагнітальний канал у кришці насоса з'єднується каналом із масляним фільтром. У кришці розташовується редукційний клапан 8 поршневого типу. Необхідний тиск спрацьовування клапана забезпечується пружиною 9. Масло під час спрацьовування клапана перепускається в порожнину всмоктування насоса. При роботі двигуна шестерні масляного насоса всмоктують масло з картера через маслоприймач і порожнину, що всмоктує. Впадинами зубів шестерні насоса переганяють масло в нагнітальну порожнину і подають його під тиском через масляний фільтр на мастило деталей, що труться. Після зупинки двигуна частина олії залишається в порожнині нагнітальної насоса і дозволяє насосу швидко вступити в роботу після чергового пуску двигуна »[12].

Характеристика пружини редукційного клапана:

загальна кількість витків 17,5;

робоча кількість витків 15,5;

довжина вільної пружини, мм 46,5;

довжина пружини (під навантаженням 5,5 кгс), мм 31,7.

## 1.2 Принцип роботи

Якщо розглядати систему мастила, то насос встановлюється на «старті» всього шляху моторної олії. Через маслоприймач (з сітчастим фільтром) в картері двигуна масло надходить до насоса, який потім подає його до масляному фільтру і далі за системою. Насос рухається від колінвала через зубчасте зачеплення або ремінний привід, і працює синхронно з оборотами двигуна. У випадку, якщо в системі створюється надлишковий тиск, спрацьовує редукційний клапан (як правило, це найпростіший пружинний механізм), що надливає масло, що стравлює, назад в картер.

|      |      |          |        |      |                             |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |                             |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             |  |  |  | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ |  |  |  |      |



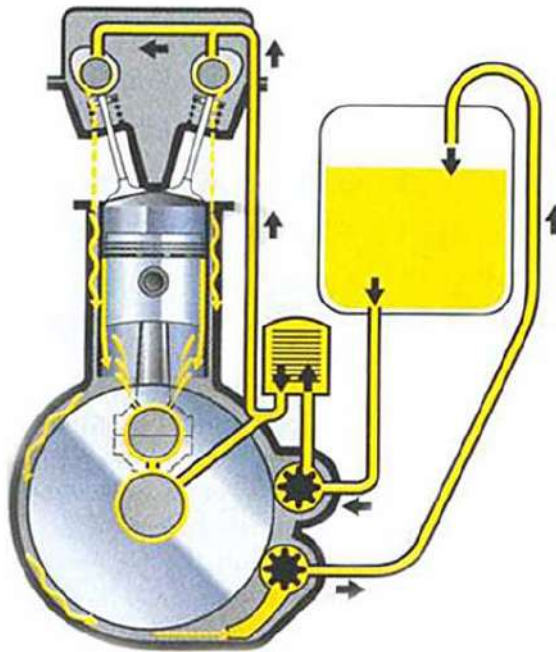


Рисунок 3- Система мастила з сухим картером двома масляними насосами

У потужних моторах встановлюється радіатор додаткового охолодження масла. В цьому випадку масляний насос може мати двосекційну конструкцію: одна частина ганяє масло за системою, друга - накачує масло в радіатор.

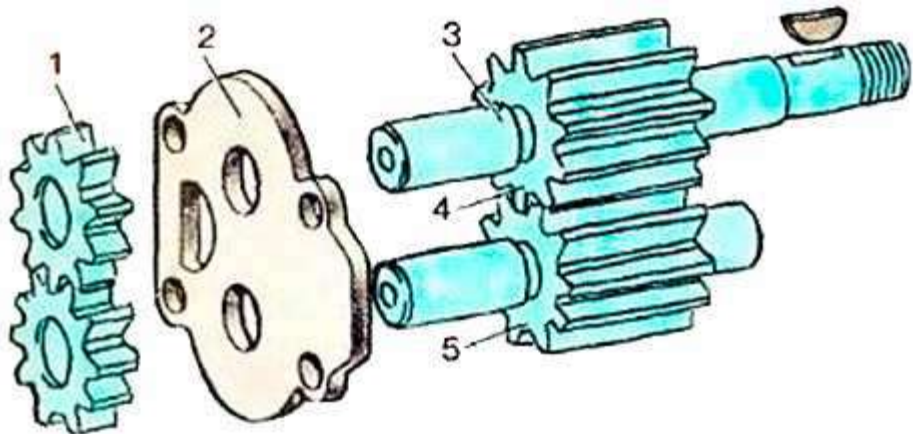


Рисунок 4 - Двосекційний масляний насос.

1. Провідна шестерня радіаторної секції. 2. Прокладка. 3. Провідний вал. 4. Провідна шестерня основної секції. 5. Відомка шестерня основної секції.

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |















## 2 Розробка стенду для діагностики масляних насосів

### 2.1 Технічне завдання на розробку стенду

Потрібно розробити стенд для діагностики масляних насосів, за допомогою якого здійснюватиметься контроль технічного стану після ремонту, визначатиметься робочі характеристики насоса при діагностиці, а також проводитиметься ресурсні випробування або тести на стабільність при тривалій роботі. Оцінювати працездатність та придатність у подальшому використанні шестерних масляних насосів необхідно за контрольними параметрами таким як: тиск створюваного на виході насоса, своєчасне спрацювання редукційного клапана. Додатково необхідно передбачити перевірку витрати об'ємної подачі масла при різних оборотах.

Несправності в системі мастила можуть нашкодити двигуну автомобіля, оскільки через них порушується нормальна циркуляція моторного масла за системою. Причинами поломки може бути неякісне масло, його низький рівень в картері, вихід з ладу редукційного клапана, забруднення масляного фільтра, засмічення сітки маслоприймача і кілька інших.

Докладніше розглянемо пристрій шестерного пристрою (рисунок 2).

«Олійний насос має надмірну продуктивність (при  $6000 \text{ хв}^{-1}$  провідної шестерні 7 і протитиску  $5 \text{ кгс/см}^2$  має бути не менше  $34 \text{ л/хв}$ ), яка забезпечує необхідний тиск олії на будь-якому режимі роботи двигуна. Для запобігання підвищеному (наддопустимому) тиску масла в масляному насосі передбачений редукційний клапан 3. Необхідний тиск спрацювання клапана 3 забезпечується пружиною 2. Олія при спрацюванні клапана 3 перепускається в порожнину всмоктування насоса» [6].

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 19   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |





технологічним при виготовленні, зберігати працездатність протягом усього терміну зберігання, а також мати малу трудомісткість ремонтних робіт у разі поломки. У конструкції стенду необхідно використовувати стандартизовані вироби, що відповідають вимогам державних стандартів, такі як двигун, підшипникові вузли, кріпильні вироби, металопрокат і так далі. З метою спрощення та здешевлення конструкції необхідно максимально задіяти вузли та деталі, що є у вільному продажу.

При проектуванні стенду для діагностики масляних насосів необхідно використовувати стандарти, вимоги щодо дотримання безпеки праці, викладені в ДСТУ Р 12.0.001-2013, ДСТУ Р 12.0.007-2009, ДСТУ 12.0.230.2-2015 тощо, згідно з якими забезпечуються основними такими вимогами:

- вимогами до конструкції (мають бути передбачені огороження рухомих частин та елементів управління стендом, блокування включення при неробочому та аварійному положенні, фіксація та кріплення робочих органів при ремонті та в неробочому стані при транспортуванні, освітлення органів управління, прилади контролю);
- вимогами до забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов (має бути передбачено місцеву вентиляцію, захисні екрани, організовано роботи з прибирання та протирання елементів стенду тощо);
- вимогами електробезпеки (має бути передбачена електроізоляція, стійка до хімічного та механічного впливу, електроапаратура має бути заземлена, а також захисні включення струму при перевантаженнях та при необхідності екстреного відключення стенду);
- вимогами пожежо- та вибухобезпеки (забезпечується наявність вогнегасників марки ОУ та ВП для гасіння пожеж, встановлюється ящик з піском та інші пристрої для усунення пожежі); вимогами до наявності пояснювальних знаків та знаків безпеки (наприклад:

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 22   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |

Обережно!, стороннім вхід заборонено!, захисне забарвлення огорож небезпечних зон тощо);

- вимогами захисту обслуговуючого персоналу від шкідливого впливу (шуму, вібрацій, температури);
- стенд повинен відповідати ергономічним вимогам: панель управління повинен розташовуватися на рівні грудей із зручним розміщенням кнопок та органів управління та не викликати підвищеної втоми при виконанні операцій оператором;
- конструкція стенду має відповідати вимогам електробезпеки;
- стенд повинен відповідати естетичним вимогам: зовнішні обриси конструкції стенду мають бути простими і строгими, частини стенду переважно виконуються прямокутної форми, загальна концепція стенду має надавати морального тиску на психіку людини» [7].

Так як даний стенд планується виготовити в одному екземплярі та використовувати на станції технічного обслуговування і як наслідок продаж стенду не передбачено, дотримання патентної частоти не потрібно.

За потреби (рішення керівника випускної кваліфікаційної роботи) конструкторська документація на етапі технічного проекту узгоджується з технічними спеціалістами.

## 2.2 Технічна пропозиція на розробку стенду

Масляний насос є основним елементом у системі мастила двигуна, який необхідно продіагностувати на стенді, тобто зняти та порівняти з робочими параметрами та при невідповідності нормативам необхідно прийняти рішення про доцільність його заміни.

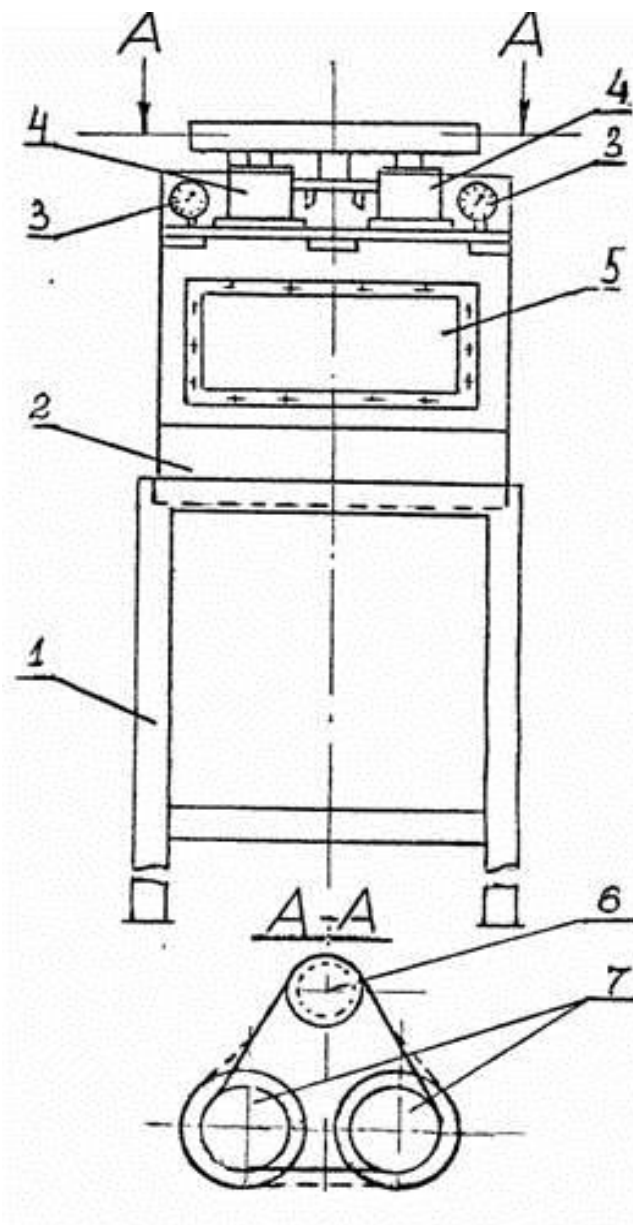
Основний принцип роботи всіх масляних насосів двигунів схожий. Здійснюється всмоктування моторного масла з піддону картера (масляного бака) та нагнітається у магістралі системи змащення. В результаті створюється тиск

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 23   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |





Наступний стенд, який ми розглянемо, буде стенд для випробування масляних насосів 63-016-01 (рисунок 4), який призначений для одночасного випробування двох масляних насосів різних марок.



1 – станина; 2 – камера; 3 – манометр; 4 – шпindelь; 5 – екран; 6 – електродвигун; 7 – приводні валки та шків

Рисунок 4 – Пристрій стенда для випробування масляних насосів 63-016-01

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |



Стенд для перевірки та регулювання масляних насосів СПВ-236 має наступні переваги:

- універсальність,
- достовірність результатів, що знімаються,
- безпека при здійсненні діагностичних робіт,
- ергономічні та високі естетичні показники, відповідно до норм чинного законодавства.

Аналіз переваг і недоліків стендів, що розглядаються, показав, що прийняти за прототип для подальшої модернізації слід стенд для перевірки і регулювання масляних насосів СПВ-236, так як аналізовані аналоги є громіздкими і дорогими при виробництві.

На підставі зробленого висновку, а також вимог технічного завдання пропонується використовувати наступне компоновання рішення стенду (рисунок б).

Стенд є зварною конструкцією (рамою) 1 з профільної труби квадратного перерізу. Для надання жорсткості конструкції та облицювання стенда використовується листовий метал 16. Тобто, каркасною рамою 1 і плитою 16 пропонується відтворити площину блоку циліндрів двигуна.

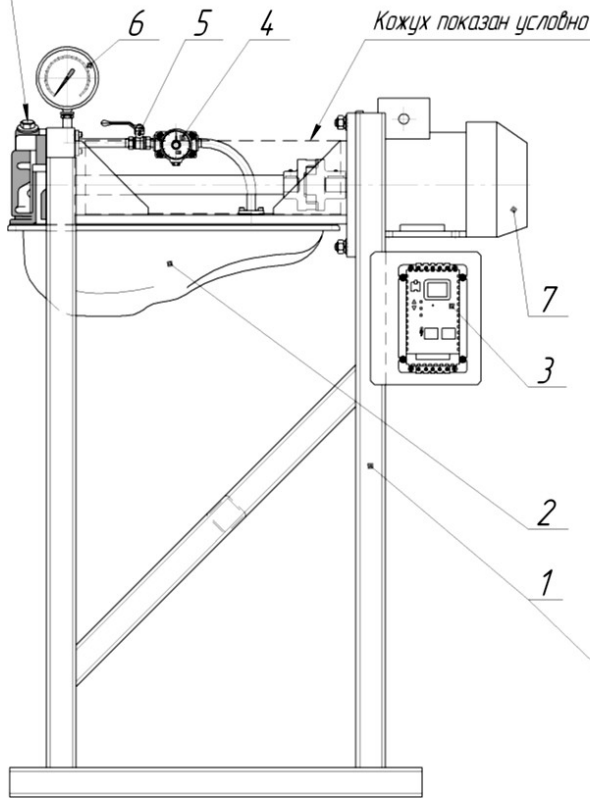
До нижньої частини плити 16 встановлюємо штатний піддон 2 з прокладкою ущільнювача 13, де попередньо встановлений приймач масляного насоса 14.

Для кріплення масляного насоса до плити 16 передбачена пластина, в якій передбачені місця кріплення масляного насоса через прокладку ущільнювача. В якості опори приводного валу 8 пластині передбачений опорний підшипник 15 кулькового типу. Додатково в пластині присутній канал від напірного отвору масляного насоса напірний трубопровід 12 і манометр 6.

|      |      |          |        |      |                                    |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                    | 28   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                    |      |

Масляный насос ВАЗ-2114

в сборе



Масляный насос ВАЗ-2114

в сборе

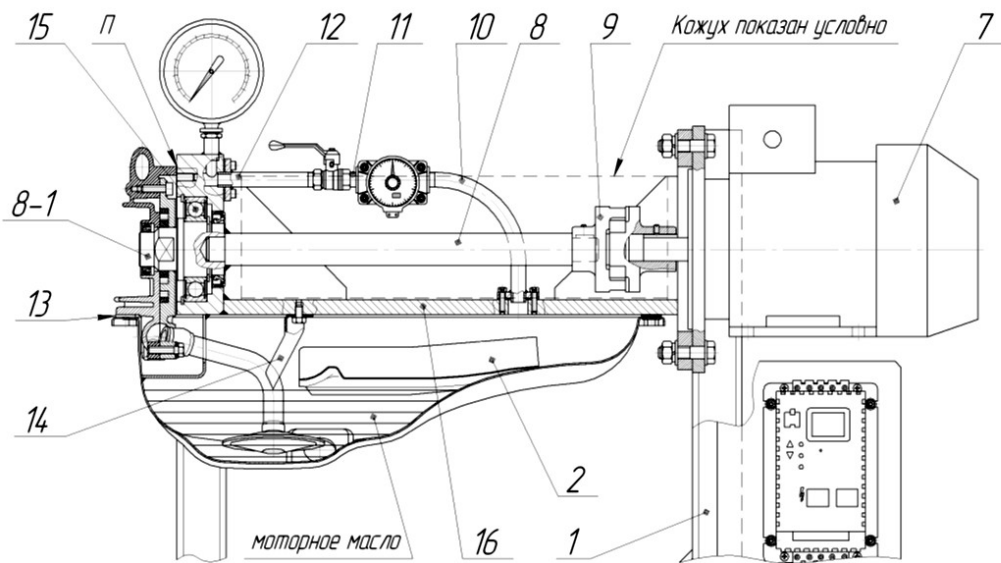
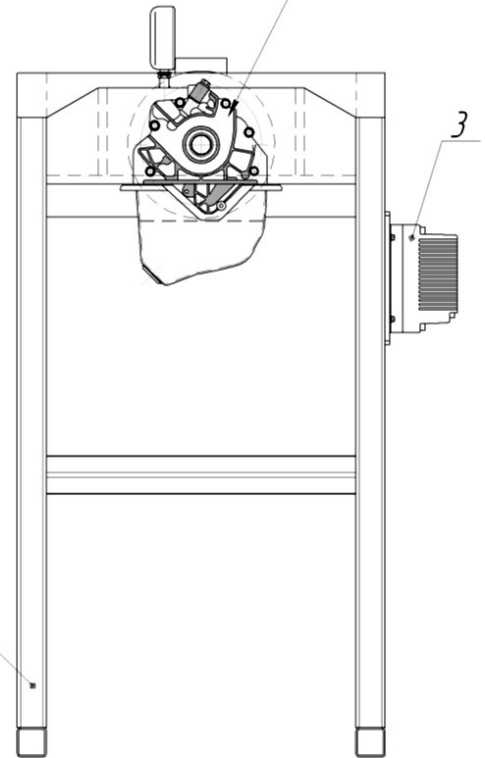


Рисунок 6 – Компонування рішення стенду

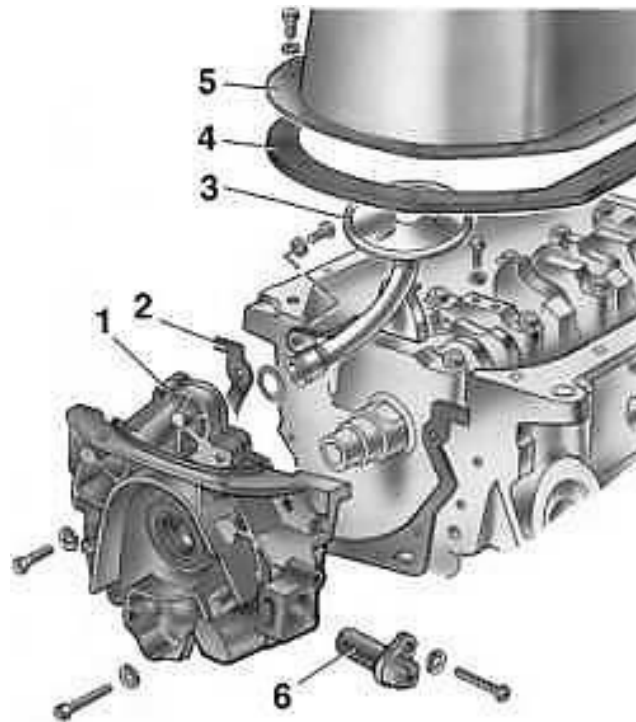
|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ

Арк.

29

В якості основної ідеї рішення компоновання пропонується варіант конструкції, яка в точності буде імітувати положення масляного насоса в двигуні автомобіля (рисунок 7).



1 – масляний насос; 2 – ущільнювальна прокладка; 3 – приймач; 4 – прокладка картера; 5 – картер; 6 – датчик положення колінчастого валу

Рисунок 7 – Положення масляного насоса у двигуні

З метою полегшення установки і подальшого зняття масляного насоса, що діагностується, зі стенду в піддоні 2 передбачено технологічне вікно, виконане у вигляді трикутника, що імітує нижню частину насоса. Використання такого рішення дозволить здійснювати монтаж/демонтаж насоса, що діагностується, без зняття піддона. Для запобігання розбризкуванню олії біля місця утворення вікна передбачено захисний куточок.

Привідний вал складається з наступних двох частин:

- один кінець валу виготовляється під шпонкове з'єднання для кріплення муфти 9;
- інший кінець валу 8-1 без конструктивних змін (стандартний кінець валу двигуна).

Таким чином, для отримання такого виду валу необхідно приварити крайню частину колінчастого валу 8-1 до стандартного валу 8, що дозволить забезпечити штатні місця поєднання елементів масляного насоса та його приводу. До напірного трубопроводу 12 приєднаний кульовий кран 5, що імітує опір для проходу олії через канали та вузли двигуна. Таке рішення є найбільш простим і дешевим у виконанні і не вимагатиме складних налаштувань та регулювань для досягнення необхідного опору для проходження олії.

За каталогом вибираємо стандартний кульовий кран Bugatti серії 6000 (рисунок 8).



Рисунок 8 – Кульовий кран «Bugatti» серії 6000

У перехіднику 11 (Рисунок 6) необхідно передбачити установку витратоміра 4, який буде служити для визначення продуктивності масляного насоса (не менше 34 л/хв при 5600 хв<sup>-1</sup>), провідної шестерні 7 і опір кульовим краном (5 кгс/см<sup>2</sup>).

Відповідно до цих показників вибираємо за каталогом механічний об'ємний лічильник для автомобільних масел, фірми «Siemens» (рисунок 9) має такі технічні дані (таблиця 1).

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 31   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |





Таким чином, запропонована конструкція стенду для діагностики масляних насосів відповідає всім вимогам та рекомендаціям, викладеним у технічному завданні.

Основні вимоги по конструктивному стилю, естетичним та ергономічним вимогам викладені в ДСТУ 20.39.108-85 на підставі яких і була здійснена розробка стенду для діагностики масляних насосів. Основні витримки наведені нижче:

«Конструктивний вигляд окремих вузлів має створювати гармонійну, продуману конструкцію виробу. У нашому випадку максимально використовувати симетрію в розташуванні парних вузлів вдалося не скрізь, проте результуюча форма контурів вузлів і деталей проста і сувора і не має на увазі двоїстого призначення.

Проста зовнішня форма дозволяє містити стенд у чистоті та полегшує видалення бруду та пилу. Чи не симетричність форми стенду надає ще більш виражену ступінь статичності та стійкості. Забарвлення стенду повинне здійснюватися також відповідно до естетичних вимог. Всі корпусні частини стенду у світло-зелений колір, оскільки він є більш природним, діє заспокійливо і не викликає збудження, не розосереджує увагу людини і не впливає на продуктивність праці. Частини, що рухаються, забарвлюються яскраво-жовтою емаллю, захисний кожух забарвлювати в помаранчевий колір» [10].

### 2.3 Розрахунок основних деталей конструкції

Розрахунок та вибір марки електродвигуна проводиться виходячи із завдань, передбачуваних для виконання на стенді. Технічні характеристики шестеренного гідронасоса НШ-50, що випробовується, повинні розташовуватися в робочому діапазоні приводного двигуна, частота обертання валу 1500 об/хв.

Потужність двигуна розраховується виходячи з потужності насоса, яка визначається моментом на валу насоса з умови:

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 34   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |

$$M_{ud} = \frac{V_0 \cdot p}{2\pi} \cdot \frac{1}{\eta_M}, \quad (1)$$

де  $V_0$  – робочий об'єм насоса, що дорівнює  $49,1 \text{ см}^3$ ;

$p$  - тиск насоса, що дорівнює  $16 \text{ МПа}$ ;

$\eta_M$ - ККД насоса механічний, що дорівнює  $0,85$ .

$$M_{ud} = \frac{49,1 \cdot 10^{-6} \cdot 16 \cdot 10^6}{2 \cdot 3,14} \cdot \frac{1}{0,85} = 147 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Таким чином, потужність на привід насоса складе:

$$P = M_{ud} \cdot \omega, \quad (2)$$

де  $\omega$  – кутова частота обертання, визначається за формулою (3).

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (3)$$

де  $n$  - Звороти на валу насоса, рівні  $1500 \text{ об / хв}$ .

$$P = 147 \cdot 157 = 2307 \text{ Вт.}$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ рад/с.}$$

З урахуванням коефіцієнта корисної дії об'ємних гідравлічних втрат для насоса НШ-50 потужність на приводі визначимо за формулою (4)

$$P_p = \frac{P}{\eta_{ob}}, \quad (4)$$

де  $\eta_{ob}$  – загальний ККД двигуна визначається за формулою (5).

$$\eta_{ob} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3, \quad (5)$$

|      |      |          |        |      |                             |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |                             |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             |  |  |  | 35   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ |  |  |  |      |



нашому випадку пропонується використати насос НШ-50, у якого робочий тиск становить 16 МПа, а витрата 110,8 л/хв. Також необхідно знати величини допустимих швидкостей гідросистеми для різних трубопроводів, які згідно з даними [12], рівні «для всмоктуючого – 1,5 м/с; для нагнітального 3-5 м/с; для зливного 2 м/с».

Маючи всі дані використовуємо формули (6, 7, 8) для визначення внутрішніх діаметрів.

$$D_{y.bc} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_H}{\pi \cdot V_{bc}}}, \quad (6)$$

$$D_{y.n} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_H}{\pi \cdot V_n}}, \quad (7)$$

$$D_{y.cl} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_H}{\pi \cdot V_{cl}}}. \quad (8)$$

Отримані значення діаметрів необхідно округлити до більшого значення відповідно до нормативів ДСТУ 16516-70 і тоді:

$$D_{y.нд} = 0,039 \text{ м,}$$

$$D_{y.н} = 0,025 \text{ м,}$$

$$D_{y.сл} = 0.034 \text{ м.}$$

Після прийняття діаметрів трубопроводів визначаємо швидкості руху рідини за ними відповідно до формул (9, 10, 11):

$$V_{bc} = \frac{4 \cdot Q_H}{\pi \cdot D_{y.bc}^2}, \quad (9)$$

$$V_H = \frac{4 \cdot Q_H}{\pi \cdot D_{y.H}^2}, \quad (10)$$

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 37   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |



### 3 Технологічний процес діагностики масляних насосів

Несправності в системі мастила можуть нашкодити двигуну автомобіля, оскільки через них порушується нормальна циркуляція моторного масла за системою. Причинами поломки може бути неякісне масло, його низький рівень в картері, вихід з ладу редукційного клапана, забруднення масляного фільтра, засмічення сітки маслоприймача і кілька інших.

«Швидка витрата олії може свідчити про такі несправності:

- негерметичні кріплення масляного фільтра до штуцера;
- витік олії через прокладку картера чи масляного насоса;
- пошкодження піддону картера;
- засмічення системи вентиляції картера;
- деякі несправності газорозподільного та кривошипно-шатунного механізму.

Зниження тиску олії може мати такі причини:

- засмічення масляного фільтра;
- несправність масляного насоса;
- несправність редукційних клапанів;
- зниження рівня олії у системі;
- вихід із ладу датчика тиску» [6].

Докладніше зупинимося на можливих несправностях масляного насоса та способів їх усунення наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Можливі несправності насоса та методи їх усунення

| Причина несправності                          | Спосіб усунення  |
|---|--|
| 1   | 2  |
| Недостатній тиск олії                         |  |
| Робота на олії невідповідного сорту та якості | Замінити масло іншими відповідно з рекомендаціями інструкції |

Продовження таблиці 2

| 1  | 2   |
|--|---|
| Несправність редукційного клапана тиску олії або потрапляння під клапан сторонніх частинок | Відрегулювати, очистити або замінити редукційний клапан тиску масла |
| Шестерні масляного насоса зношені або мають ушкодження                                     | Відремонтувати масляний насос                                       |
| Надмірний тиск олії  |   |
| Густа олія   | Замінити масло іншим відповідно до рекомендаціями інструкції        |
| Несправний редукційний клапан тиску олії   | Відрегулювати або замінити клапан                                   |

У таблиці 3 представлена технологічна карта діагностики масляного насоса двигуна легкового автомобіля.

Таблиця 3 - Технологічна карта діагностики масляного насоса легкового автомобіля

| Найменування операції, переходу                | Інструмент, пристосування | Трудомісткість, чол.-хв. | Примітка                        |
|--|---------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 1  | 2                         | 3                        | 4                               |
| 1 Встановлення насоса на стенд                 |                           |                          |                                 |
| 1.1 Встановити насос на приєднувальний фланець | -                         | 0,5                      | Попередньо встановити прокладку |

|      |      |          |        |      |  |                             |            |
|------|------|----------|--------|------|--|-----------------------------|------------|
|      |      |          |        |      |  | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ | Арк.<br>40 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |                             |            |

Продовження таблиці 3

| 1   | 2                   | 3   | 4   |
|---|---------------------|-----|---|
| 1.2 Одягнути всмоктувальний патрубок            | -                   | 0,5 | -   |
| 1.3 Закрутити болти кріплення насоса            | Ключ гайковий на 14 | 2,0 | 5 Н·м                                     |
| 2 Перевірка продуктивності масляного насоса     |                     |     |   |
| 2.1 Увімкнути двигун стенду                     | -                   | 1,0 | -   |
| 2.2 Виставити мінімальні оберти двигуна         | Частотний регулятор | 1,0 | 750 хв-1                                  |
| 2.3 Закрити кульовий кран                       | -                   | 0,5 | -   |
| 2.4 Здійснити реєстрацію показань манометра     | -                   | 0,5 | Має бути не менше 0,8 кгс/см <sup>2</sup> |
| 2.5 Виставити максимальні оберти двигуна        | Частотний регулятор | 1,0 | 5600 хв-1                                 |
| 2.6 Кульовий кран відкрити                      | -                   | 0,5 | -   |
| 2.7 Здійснити реєстрацію показань манометра     | -                   | 0,5 | Має бути не менше 4,5 кгс/см <sup>2</sup> |
| 2.8 Здійснити реєстрацію показань витратоміра   | -                   | 0,5 | Має бути не нижче 34 л/хв                 |
| 3 Перевірка працездатності редукційного клапана |                     |     |   |
| 3.1 Повністю закрити кран                       | -                   | 0,5 | -   |
| 3.2 Плавна збільшити оберти двигуна             | -                   | 1,0 | Починати з 750 до 5600 хв-1               |

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ

Арк.

41











б) Забезпечення працівників, зайнятих на роботах зі шкідливими та (або) небезпечними умовами праці, а також на роботах, що виробляються в особливих температурних та кліматичних умовах або пов'язаних із забрудненням, засобами індивідуального захисту, змиваючими та знешкоджуючими засобами.

в) Організація навчання та перевірки знань з охорони праці працівників.

г) Проведення обов'язкових медичних оглядів та психіатричних оглядів.

д) Влаштування нових та (або) модернізація наявних засобів колективного захисту працівників від впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

е) Приведення рівнів природного та штучного освітлення на робочих місцях, у побутових приміщеннях, місцях проходів працівників у відповідність до чинних норм.

ж) Влаштування нових та (або) реконструкція наявних місць організованого відпочинку, приміщень та кімнат релаксації, психологічного розвантаження, місць обігріву працівників, а також укриттів від сонячних променів та атмосферних опадів при роботах на відкритому повітрі; розширення, реконструкція та оснащення санітарно-побутових приміщень.

з) Забезпечення зберігання засобів індивідуального захисту, а також догляду за ними (своєчасна хімічистка, прання, дегазація, дезактивація, дезінфекція, знешкодження, знепилювання, сушіння), проведення ремонту та заміна ЗІЗ.

і) Придбання стендів, тренажерів, наочних матеріалів, науково-технічної літератури для проведення інструктажів з охорони праці, навчання безпечним прийомом та методам виконання робіт, оснащення кабінетів (навчальних класів) з охорони праці комп'ютерами, теле-, відео-, аудіоапаратурою, ліцензійними навчальними та тестуючими програмами, проведення виставок, конкурсів та оглядів з охорони праці.

к) Навчання осіб, відповідальних експлуатацію небезпечних виробничих об'єктів.

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 47   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |



Продовження таблиці 6

| 1  | 2  | 3 |
|--|--|---|
|  | <p>угруповання галасливих приміщень в одній зоні будівлі та відокремлення їх коридорами; запровадження регламентованих додаткових перерв; проведення обов'язкових попередніх та періодичних медоглядів</p>   |   |
| <p>Відсутність чи нестача необхідного освітлення робочої зони</p>  | <p>Правильно підібрані світильники у поєднанні з природним світлом.<br/>Підтримка чистоти віконних стекол та поверхонь світильників</p>  | - |
| <p>Напруга зорових аналізаторів.<br/>Статичні навантаження, пов'язані з робочою позою.<br/>Монотонність праці, що викликає монотонію</p> | <p>Оздоровчо-профілактичні заходи:<br/>медичні огляди згідно зі ст. 212 ТК УКРАЇНИ<br/>раціоналізація режимів праці та відпочинку відповідно до чинного законодавства УКРАЇНИ;<br/>будову кімнат психологічного розвантаження; заняття різними видами фізичної культури, санаторно-курортне оздоровлення, фізіотерапевтичні медичні заходи</p> | - |

#### 4.4 Пожежна безпека стенду для діагностики масляних насосів

Пожежна безпека – стан захищеності особистості, майна, суспільства та держави від пожеж.

Вимоги пожежної безпеки – спеціальні умови соціального та (або) технічного характеру, встановлені з метою забезпечення пожежної безпеки законодавством України, нормативними документами або уповноваженим державним органом.

Кожен працівник зобов'язаний:

знати та дотримуватись вимог правил пожежної безпеки та інструкцій про заходи пожежної безпеки, що діють на підприємстві;

при прийомі працювати пройти вступний протипожежний інструктаж;

до початку самостійної роботи пройти первинний протипожежний інструктаж на робочому місці:

не рідше одного разу на півріччя проводити повторний протипожежний інструктаж;

за необхідності проводити позаплановий та цільовий протипожежні інструктажі;

дотримуватись запобіжних заходів при використанні засобів побутової хімії, газових приладів, проведенні робіт з легкозаймистими та горючими речовинами, матеріалами та обладнанням;

при виникненні пожежі негайно повідомити про це пожежну охорону, безпосереднього або вищого керівника, вжити всіх заходів до евакуації людей, гасіння пожежі та збереження матеріальних цінностей;

у разі порушення пожежної безпеки на ділянці роботи, використання та за прямим призначенням пожежного обладнання, вказати про це порушнику та повідомити особу, відповідальну за пожежну безпеку.

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 50   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |

Зведена інформація щодо заходів, спрямованих на запобігання пожежній небезпеці та забезпечення пожежної безпеки при технологічному процесі діагностики масляних насосів представлена в таблиці 7.

Таблиця 7 – Заходи, спрямовані на запобігання пожежній небезпеці та забезпечення пожежної безпеки при технологічному процесі діагностики масляних насосів

| Заходи, спрямовані на запобігання пожежній небезпеці та забезпеченню пожежної безпеки                                      | Висувні вимоги до забезпечення пожежної безпеки, ефекти від реалізації  |
|--|---|
| 1  | 2   |
| Наявність сертифіката відповідності продукції вимогам пожежної безпеки   | Все обладнання, що купується, повинно в обов'язковому порядку мати сертифікат якості та відповідності   |
| Навчання правилам та заходам пожежної безпеки відповідно до Наказу МНС України 645 від 12.12.2007                          | Проведення навчання, а також різних видів інструктажів з тематики пожежної безпеки під розпис   |
| Проведення технічного обслуговування, планово-попереджувальних ремонтів, модернізації та реконструкції обладнання          | Виконання профілактики обладнання відповідно до затвердженого графіка робіт. Призначення наказом керівника особи, відповідальної за виконання даних робіт |
| Наявність знаків пожежної безпеки та знаків безпеки з охорони праці за ДСТУ  | Знаки пожежної безпеки та знаки безпеки з охорони праці, встановлені відповідно до нормативно-правових актів УКРАЇНИ                                      |
| Раціональне розташування виробничого обладнання без створення перешкод для евакуації та використання засобів пожежогасіння | Евакуаційні шляхи в межах приміщення повинні забезпечувати безпечну, своєчасну та безперешкодну евакуацію людей   |

Продовження таблиці 7

| 1 | 2 |
|---|---|
|   |   |





визначено професійні ризики під час використання стенду для діагностики масляних насосів (таблиця 5) та способи їх зниження (таблиця 6);

розглянуто заходи, спрямовані на запобігання пожежній небезпеці та забезпечення пожежної безпеки при технологічному процесі діагностики масляних насосів (таблиця 7, 8);

розглянуто заходи, спрямовані на зниження негативної антропогенної дії технологічного процесу діагностики масляних насосів (таблиця 9).

|             |             |                 |               |             |                                    |             |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------------|-------------|
|             |             |                 |               |             | <i>ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
|             |             |                 |               |             |                                    | 54          |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                                    |             |



|   |        |      |         |           |
|---|--------|------|---------|-----------|
| Коло, бронза                            | 0,8 кг | 92   | 73,6    | самовивіз |
| Листовий метал,<br>товщина 8 мм         | 7,7 кг | 23,1 | 177,87  | самовивіз |
| Швелер №8                               | 98 кг  | 35,1 | 3439,8  | самовивіз |
| Швелер №6                               | 27 кг  | 31,9 | 861,3   | самовивіз |
| Кутник 32х32                            | 13 кг  | 15,8 | 205,4   | самовивіз |
| Літол                                   | 0,5 кг | 60   | 30      | самовивіз |
| Грунтівка                               | 2,2 л  | 62   | 136,4   | самовивіз |
| Фарба                                   | 1,9 л  | 95   | 180,5   | самовивіз |
| Разом:                                  | -      | -    | 6412,53 | -         |
| Транспортно-<br>заготівельні<br>витрати | -      | -    | 68,01   | -         |
| Всього:                                 | -      | -    | 6480,54 | -         |

Визначення витрат на покупні вироби та напівфабрикати скористаємося формулою (15):

$$P_{и} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ГЗ}}{100}\right). \quad (15)$$

Для зручності зводимо інформацію про витрати на покупні вироби таблицю 11.

Таблиця 11 – Інформація щодо витрат на покупні вироби

| Номенклатура<br>покупного<br>виробу | Кількість,<br>одиниця<br>вимірювання | Ціна з ПДВ<br>за одиницю<br>вироби, грн. | Загальна<br>сума, грн. | Умови<br>поставки |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------|-------------------|
| 1                                   | 2                                    | 3  | 4                      | 5                 |
|                                     |                                      |  |                        |                   |







$$З_{д} = 5236,16 \cdot 1,1 = 523,61 \text{ грн.}$$

Для визначення витрат на відрахування єдиного соціального податку скористаємося формулою (18):

$$O_c = (З_о + З_{д}) \cdot K_c, \quad (18)$$

де  $K_c$  – коефіцієнт доплат до годинного фонду заробітної плати,  $K_c = 0,26$  [19].

$$O_c = (З_о + З_{д}) \cdot K_c = (5236,16 + 523,61) \cdot 0,26 = 1497,54 \text{ грн.}$$

### 5.3 Визначення витрат на утримання та експлуатацію обладнання

Для визначення витрат на утримання та експлуатацію обладнання скористаємося формулою (19):

$$P_{\text{сод.об}} = З_о \cdot K_{\text{об}}, \quad (19)$$

де  $K_{\text{об}}$  – коефіцієнт, що враховує витрати на утримання та експлуатацію обладнання,  $K_{\text{об}} = 1,04$  [20].

$$P_{\text{сод.об}} = З_о \cdot K_{\text{об}} = 5236,16 \cdot 1,04 = 5445,61 \text{ грн..}$$

Для визначення витрат на загальнопромислові потреби скористаємося формулою (20):

$$P_{\text{опр}} = З_о \cdot K_{\text{опр}}, \quad (20)$$

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 60   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |

де  $K_{\text{опр}}$  - коефіцієнт розподілу загальновиробничих витрат,  $K_{\text{опр}} = 1,5$ .

$$P_{\text{опр}} = 5236,16 \cdot 1,5 = 7854,24 \text{ грн.}$$

Для визначення цехової (внутрішньогосподарської) собівартості скористаємося формулою (21):

$$C_{\text{Ц}} = M + \Pi_1 + 3_0 + 3_{\text{Д}} + O_c + P_{\text{соб.об}} + P_{\text{опр}}. \quad (21)$$

$$C_{\text{Ц}} = M + \Pi_1 + 3_0 + 3_{\text{Д}} + O_c + P_{\text{соб.об}} + P_{\text{опр}} = 6480,54 + 58785,16 + 5236,16 + 523,61 + 1497,54 + 5445,61 + 7854,24 = 85822,88 \text{ грн.}$$

Для визначення витрат на загальногосподарські (загальнозаводські) витрати скористаємося формулою (22):

$$P_{\text{охр}} = 3_0 \cdot K_{\text{охр}}, \quad (22)$$

де  $K_{\text{охр}}$  - коефіцієнт, що враховує загальногосподарські витрати,  $K_{\text{охр}} = 1,6$ .

$$P_{\text{охр}} = 5236,16 \cdot 1,6 = 8377,86 \text{ грн.}$$

Для визначення загальних витрат скористаємося формулою (23):

$$C_{\text{ГП}} = C_{\text{Ц}} + P_{\text{охр}}, \quad (23)$$

$$C_{\text{ГП}} = C_{\text{Ц}} + P_{\text{охр}} = 85822,88 + 8377,86 = 94200,74 \text{ грн.}$$

Для визначення витрат на позавиробничі потреби скористаємося формулою (24):

|      |      |          |        |      |                                    |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                    | 61   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                    |      |

$$P_{BH} = C_{IP} \cdot K_{вепр} , \quad (24)$$

де  $K_{вепр}$  - коефіцієнт, що враховує позавиробничі витрати,

$$K_{вепр} = 0,05.$$

$$P_{BH} = C_{IP} \cdot K_{вепр} = 94200,74 \cdot 0,05 = 4710,03 \text{ грн.}$$

5.4 Визначення загальної суми витрат на виготовлення конструкції стенду для діагностики масляних насосів

Для визначення загальних витрат на виготовлення конструкції стенду, купівлю матеріалів, виплату коштів скористаємося формулою (25):

$$C_{заг} = C_{IP} + P_{BH}, \quad (25)$$

$$C_{заг} = C_{IP} + P_{BH} = 94200,74 + 4710,03 = 98910,78 \text{ грн.}$$

Орієнтовна вартість виготовлення спроектованого стенду для діагностики масляних насосів складає 98 910,78 грн.

|      |      |          |        |      |                                    |      |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ</i> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                    | 62   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                    |      |

## Висновок

З метою виконання поставленої мети роботи ВКР було виконано розробку конструкції стенду для діагностики масляних насосів.

У процесі виконання роботи було вирішено такі задачі:

1. розглянуто принцип дії та влаштування масляного насоса;
2. виконано конструкторську розробку стенду для діагностики масляних насосів, складено технічне завдання та пропозицію;
3. проведено розрахунок та вибір деталей конструкції стенду для діагностики масляних насосів: потужності електричного двигуна, діаметрів трубопроводів (всмоктувального, зливного та напірного);
4. розглянуто технологічний процес діагностики масляних насосів;
5. розглянуто безпеку та екологічність стенду для діагностики масляних насосів;
6. визначено економічну ефективність спроектованої конструкції стенду для діагностики масляних насосів. Орієнтовна вартість виготовлення спроектованого стенду для діагностики масляних насосів складає 98 910,78 грн. Виготовлення стенду для діагностики масляних насосів силами станції сервісного обслуговування автомобілів є економічно вигідним видом робіт. Відсутня необхідність закупівлі обладнання для проведення токарних, фрезерних, шліфувальних, зварювальних операцій, а також немає необхідності у перевезенні готового виробу до місця його експлуатації. Всі витрати пов'язані лише з закупівлями матеріалів для виготовлення стенду, транспортними витратами та витратами на заробітну плату співробітників.

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 63   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |





Додаток

|      |      |          |        |      |                             |      |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
|      |      |          |        |      | ДРБМТВАТАМ 24 20211. 000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                             | 66   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                             |      |