

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ, ТРАНСПОРТУ ТА АРХІТЕКТУРИ  
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

## Пояснювальна записка

до дипломної роботи

бакалавра

Освітньо-кваліфікаційний рівень

Галузь знань **13 Механічна інженерія**

Шифр і назва галузі знань

Напрямок підготовки (спеціальність): **132 «Матеріалознавство.**

**Відновлення та технічний сервіс автомобілів»**

Шифр і назва напрямку підготовки (спеціальності)

на тему: **«Відновлення клапанів гальмівного крану вантажного автомобіля»**

Шифр **ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ**

Виконав: студент 4-го курсу,  
група **МТВАз-19-1**

  
Підпис **Юрій ГРОХОЛЬСЬКИЙ**  
Ім'я, прізвище

Керівник: *к.т.н., доц. каф ТАМ.*

  
Підпис **Олександр РУДИК**  
Ім'я, прізвище

До захисту допускаю:  
зав. кафедрою **ТАМ** *д.т.н., проф.*

  
Підпис **Олександр ДИХА**  
Ім'я, прізвище

10 06 2024 р.

Хмельницький, 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр  
Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»  
Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»  
Спеціалізація: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Зав. кафедрою ТАМ  
Диха О.В.  
" 04 " березня 2024 р.

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

Грохольському Юрію Станіславовичу

**1. Тема проєкту (роботи):** «Відновлення клапанів гальмівного крану вантажного автомобіля»

Керівник роботи: Рудик Олександр Юхимович, к.т.н., доц. каф. ТАМ.

Затверджено наказом університету від 15 лютого 2024 р. № 8 (Д 16).

**2. Строк подання студентом проєкту (роботи) на кафедру:** 20.06.2024 р.

**3. Вихідні дані до проєкту (роботи):**

- інформація про гальмівну систему автомобіля ЗІЛ-43276Т і його гальмівного крану;
- результати літературного огляду і патентного пошуку.

**4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):**

- технічні характеристики автомобіля ЗІЛ-43276Т;
- призначення гальмівного механізму та його види;
- будова, принцип дії, несправності та технічне обслуговування гальмівної системи автомобіля ЗІЛ-43276Т;
- проектування технологічного процесу розбирання комбінованого гальмівного крану автомобіля ЗІЛ-43276Т;
- розробка технології відновлення клапанів гальмівного крану автомобіля ЗІЛ-43276Т;
- дослідження зносостійкості клапанів гальмівного крану.

## 5. Перелік графічного матеріалу (презентація):

- розробити презентацію у вигляді слайдів з розкриттям питань відповідно до мети роботи.

## 6. Консультанти розділів проєкту (роботи).

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

7. Дата видачі завдання: 4 березня 2024 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проєкту (роботи)  | Строк виконання етапів проєкту (роботи) | Примітка |
|-------|---|---|----------|
| 1     | Огляд літературних джерел.  | 10.04.2024                              | вик.     |
| 2     | Технічні характеристики автомобіля ЗІЛ-43276Г.  | 15.04.2024                              | вик.     |
| 3     | Призначення гальмівного механізму та його види.   | 20.04.2024                              | вик.     |
| 4     | Будова, принципи дії, несправності та технічне обслуговування гальмівної системи автомобіля ЗІЛ-43276Г. | 01.05.2024                              | вик.     |
| 5     | Проектування технологічного процесу розбирання комбінованого гальмівного крану автомобіля ЗІЛ-43276Г.   | 15.05.2024                              | вик.     |
| 6     | Розробка технології відновлення клапанів гальмівного крану автомобіля ЗІЛ-43276Г.                       | 25.05.2024                              | вик.     |
| 7     | Дослідження зносостійкості клапанів гальмівного крану   | 01.06.2024                              | вик.     |
| 8     | Оформлення роботи.  | 05.06.2024                              | вик.     |
| 9     | Захист роботи.  | 12.06.2024                              |          |

Студент

 Юрій ГРОХОЛЬСЬКИЙ

Керівник роботи

 Олександр РУДИК

## РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 84 сторінки, кількість рисунків – 20, таблиць – 4, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 30.

Студент гр. МТВАз-19-1 Грохольський Юрій Станіславович.





Тема: «Відновлення клапанів гальмівного крану вантажного автомобіля».

Розглянуті технічні характеристики автомобіля ЗІЛ-43276Т, призначення гальмівного механізму та його види. Досліджена будова, принцип дії, несправності, діагностика та технічне обслуговування гальмівної системи автомобіля ЗІЛ-43276Т. Спроектований технологічний процес розбирання комбінованого гальмівного крану. Розроблена технологія відновлення клапанів гальмівного крану виготовленням їх з поліуретанового еластомеру СКУ-ПФЛ-100. Проведеними дослідженнями зносостійкості зразків, виготовлених з акрилового каучуку та поліуретану, встановлене підвищення зносостійкості в 3,6 разів.

**Перелік ключових слів:** ЗІЛ-43276Т, ГАЛЬМІВНИЙ КРАН, КЛАПАНИ, АКРИЛОВИЙ КАУЧУК, ПОЛІУРЕТАН, ЗНОСОСТІЙКІСТЬ.

## Зміст

|   |           |
|---|-----------|
| Анотація .....  | 7         |
| Abstract .....  | 8         |
| Перелік скорочень.....  | 9         |
| Вступ .....   | 11        |
| <br>  |           |
| <b>1 Технічні характеристики автомобіля ЗІЛ-43276Т.....</b>   | <b>12</b> |
| <br>  |           |
| <b>2 Призначення гальмівного механізму та його види.....</b>  | <b>13</b> |
| 2.1 Типи гальмівних механізмів .....  | 13        |
| 2.2 Види гальмівного приводу .....  | 13        |
| 2.2.1 Механічний гальмівний привод.....   | 14        |
| 2.2.2 Гідравлічний гальмівний привод.....   | 14        |
| 2.2.3 Пневматичний гальмівний привод .....  | 15        |
| 2.2.4 Комбінований гальмівний привод.....   | 16        |
| 2.2.5 Електричний гальмівний привод .....   | 18        |
| <br>  |           |
| <b>3 Будова, принцип дії, несправності та технічне обслуговування гальмівної системи автомобіля ЗІЛ-43276Т.....</b> | <b>19</b> |
| 3.1 Призначення та обслуговування гальмівних камер .....  | 20        |
| 3.2 Обслуговування регулятора тиску .....   | 23        |
| 3.3 Комбінований гальмівний кран пневматичного приводу гальм автомобіля ЗІЛ-43276Т.....                             | 23        |
| 3.4 Перевірка комбінованого гальмівного крану пневматичного приводу ...   | 27        |
| 3.5 Діагностика та технічне обслуговування гальмівної системи автомобіля ЗІЛ-43276Т.....                            | 27        |

|   |      |              |   |      |
|---|------|--------------|---|------|
| ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ  |      |              |   |      |
| Зм  | Лист | № докум.     | Підпис  | Дата |
| Розроб.   |      | Грохольський |  |      |
| Перевір.  |      | Рудик        |  |      |
| П. Копр.  |      | Маковкін     |  |      |
| Затверд.  |      | Диха         |  |      |
| <b>Відновлення клапанів гальмівного крану вантажного автомобіля</b> |      |              | Літ.  | Арк. |
|   |      |              | 4   | 70   |
| ХНУ, гр.МТВАз-19-1  |      |              |   |      |

## Зміст

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Анотація .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>Abstract .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>Перелік скорочень.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>Вступ .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>1 Технічні характеристики автомобіля ЗІЛ-43276Т.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>2 Призначення гальмівного механізму та його види.....</b>   | <b>13</b> |
| 2.1 Типи гальмівних механізмів .....   | 13        |
| 2.2 Види гальмівного приводу.....  | 13        |
| 2.2.1 Механічний гальмівний привод.....  | 14        |
| 2.2.2 Гідравлічний гальмівний привод.....  | 14        |
| 2.2.3 Пневматичний гальмівний привод .....   | 15        |
| 2.2.4 Комбінований гальмівний привод.....  | 16        |
| 2.2.5 Електричний гальмівний привод .....  | 18        |
| <b>3 Будова, принцип дії, несправності та технічне обслуговування гальмівної системи автомобіля ЗІЛ-43276Т .....</b> | <b>19</b> |
| 3.1 Призначення та обслуговування гальмівних камер .....   | 20        |
| 3.2 Обслуговування регулятора тиску .....  | 23        |
| 3.3 Комбінований гальмівний кран пневматичного приводу гальм автомобіля ЗІЛ-43276Т.....                              | 23        |
| 3.4 Перевірка комбінованого гальмівного крану пневматичного приводу ...  | 27        |
| 3.5 Діагностика та технічне обслуговування гальмівної системи автомобіля ЗІЛ-43276Т.....                             | 27        |

|           |              |          |        |      |   |                    |      |         |
|-----------|--------------|----------|--------|------|---|--------------------|------|---------|
|           |              |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ  |                    |      |         |
| Зм.       | Лист         | № докум. | Підпис | Дата |   |                    |      |         |
| Розроб.   | Грохольський |          |        |      | <b>Відновлення клапанів гальмівного крану вантажного автомобіля</b> | Літ.               | Арк. | Акрушів |
| Перевір.  | Рудик        |          |        |      |   |                    | 4    | 70      |
| Н. Контр. | Маковкін     |          |        |      |   | ХНУ, гр.МТВАз-19-1 |      |         |
| Затверд.  | Диха         |          |        |      |   |                    |      |         |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>4</b> | <b>Проектування технологічного процесу розбирання комбінованого гальмівного крану автомобіля ЗІЛ-43276Т .....</b>       | <b>29</b> |
| 4.1      | Розбирання комбінованого гальмівного крану на вузли .....   | 29        |
| 4.2      | Складання вузлів гальмівного крану .....  | 31        |
| 4.2.1    | Складання стакана з малою врівноважуючою пружиною .....   | 31        |
| 4.2.2    | Складання нижньої кришки .....  | 32        |
| 4.2.3    | Складання верхньої кришки.....  | 32        |
| 4.2.4    | Складання діафрагми з випускним сідлом клапана.....   | 32        |
| 4.2.5    | Складання корпусу важелів.....  | 33        |
| 4.2.6    | Складання корпусу гальмівного крану.....  | 33        |
| <b>5</b> | <b>Розробка технології відновлення клапанів гальмівного крану автомобіля ЗІЛ-43276Т.....</b>                            | <b>34</b> |
| 5.1      | Основні положення про роботу клапанів гальмівного крану .....   | 34        |
| 5.2      | Матеріал клапанів гальмівного крану .....   | 34        |
| 5.2.1    | Загальні поняття про синтетичний каучук .....   | 34        |
| 5.2.2    | Відомості про матеріал клапанів гальмівного крану – акриловий каучук (АСМ).....   | 36        |
| 5.2.3    | Відомості про матеріал клапанів гальмівного крану – поліуретан.....   | 37        |
| 5.2.4    | Фізико-механічні показники поліуретанів .....   | 40        |
| 5.3      | Технологія відновлення клапанів гальмівного крану автомобіля ЗІЛ-43276Т виготовленням їх з поліуретану СКУ-ПФЛ-100..... | 43        |
| <b>6</b> | <b>Дослідження зносостійкості клапанів гальмівного крану.....</b>   | <b>44</b> |
| 6.1      | Установка для проведення досліджень зносостійкості .....  | 44        |
| 6.2      | Зразки для визначення зносостійкості клапанів .....   | 46        |
| 6.3      | Порядок проведення визначення зносостійкості клапанів.....  | 47        |
| 6.4      | Результати визначення зносостійкості клапанів .....   | 48        |
| 6.5      | Інтенсивність зношування досліджуваних зразків.....   | 49        |

**Висновки..... 50**

**Список використаних джерел ..... 51**

**Додатки ..... 54**

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 6    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

## Анотація

Гальмівна система автомобіля – одна із найголовніших систем, яка служить для зниження швидкості руху авто, його зупинки та утримання на місці при стоянці. Технічний стан гальмівної системи безпосередньо впливає на транспортну роботу і безпеку руху автомобіля. Більшість ДТП внаслідок технічного стану автомобіля відбуваються через її відмови.

При експлуатації автомобіля зношуються рухомі деталі гальмівних механізмів і приводи, збільшуються зазори у з'єднаннях робочих пар, що призводить до збільшення гальмівного шляху і часу спрацьовування гальм. Крім цього, у приводі гальм порушується герметичність, що призводить до витoku повітря. Ці чинники зменшують ефективність дії гальм і не забезпечують нормальну експлуатацію автомобіля. Тому відновлення клапанів гальмівного крану виготовленням їх з поліуретану, внаслідок чого зносостійкість підвищилась в 3,6 рази, є актуальним.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 7    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

## Abstract

The car's braking system is one of the most important systems that serves to reduce the car's speed, stop it, and keep it in place when parking. The technical condition of the braking system directly affects the transport operation and safety of the car. Most road accidents due to the technical condition of the car occur due to its failure.

During the operation of the car, the moving parts of the brake mechanisms and drives wear out, the clearances in the connections of the working pairs increase, which leads to an increase in the braking distance and the brake activation time. In addition, the tightness of the brake actuator is broken, which leads to air leakage. These factors reduce the effectiveness of the brakes and do not ensure normal operation of the car. Therefore, restoration of the valves of the brake valve by making them from polyurethane, as a result of which the wear resistance increased by 3.6 times, is relevant.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 8    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

## Перелік скорочень

ГП – гальмівний привод.  
ГПП – гідравлічний гальмівний привод.  
БГП – багатоконтурний гальмівний привод.  
КГК – комбінований гальмівний кран.  
ГК – гальмівна камера.  
ГКр – гальмівний кран.  
ГС – гальмівна система.  
ПС – пневматична система.  
ГМ – гальмівний механізм.  
РГ – робоче гальмо.  
ГГЦ – головний гальмівний циліндр.  
ДВЗ – двигун внутрішнього згорання.  
ТО – технічне обслуговування.  
ЩО – щоденне обслуговування.  
ТО-1 – перше технічне обслуговування.  
ТО-2 – друге технічне обслуговування.  
СК – синтетичний каучук.  
АСМ – акриловий каучук.  
PU – поліуретан.  
ТП – технологічний процес.  
С4Н6 – бутадієн.  
С5Н8 – ізопрен.  
С8Н8 – стирол.  
С3Н6 – пропілен.  
S – сірка.  
O<sub>2</sub> – кисень.  
УФ – ультрафіолетовий.  
H<sub>2</sub>O – вода.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 9    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

H<sub>2</sub>S – сірководень.

Fe – залізо.

Cu – мідь.

Be – берилій.

V – ванадій.

Pb – свинець.

Sn – олово.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 10   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

## Вступ

**Актуальність теми.** Гальмівна система автомобіля – одна із найголовніших систем, яка служить для зниження швидкості руху авто, його зупинки та утримання на місці при стоянці. Технічний стан гальмівної системи безпосередньо впливає на транспортну роботу і безпеку руху автомобіля. Більшість ДТП внаслідок технічного стану автомобіля відбуваються через її відмови.

При експлуатації автомобіля зношуються рухомі деталі гальмівних механізмів і приводи, збільшуються зазори у з'єднаннях робочих пар, що призводить до збільшення гальмівного шляху і часу спрацювання гальм. Крім цього, у приводі гальм порушується герметичність, що призводить до витoku повітря. Ці чинники зменшують ефективність дії гальм і не забезпечують нормальну експлуатацію автомобіля. Тому відновлення клапанів гальмівного крану виготовленням їх з поліуретану, внаслідок чого зносостійкість підвищилась в 3,6 рази, є актуальним.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 11   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

## 1 Технічні характеристики автомобіля ЗІЛ-43276Т

ЗІЛ-43276Т — шасі базового автомобіля, дизель ММЗ Д-245.9Е4-4014 екологічного класу Євро-4, база 3800 мм, вантажопідйомність 6000 кг, габаритний радіус розвороту по зовнішній точці не перевищує 6,9 м [1].

Конструкція ЗІЛ-43276Т за багатьма параметрами повторювала ЗІЛ-130. Міцний кузов (колiсна формула 4x2) мав iстотні резерви, дозволяючи працювати тривалий час з підвищеними навантаженнями. У конструкції існувала можливість введення нових елементів і деталей, чим активно користувалися розробники при модернізації моделі. Дизайн ЗІЛ-43276Т частково скопійовано з вантажівок Ford. рис.. 1.1.



Рисунок 1.1 – Автомобіль ЗІЛ-43276Т [3]

ЗІЛ-43276Т оснащено ГС з барабаними механізмами, 2-контурним пневматичним приводом, регулятором гальмівних сил. Запасна ГС поєднана із стоянковою. На деякі автомобілі встановлювався ГП без розподілу по осях і 1-провідним приводом гальм причепа. Передбачено спиртовий запобіжник проти замерзання конденсату [4].

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 12   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

## 2 Призначення гальмівного механізму та його види

ГС автомобіля – одна із найголовніших систем, яка служить для зниження швидкості руху авто, його зупинки та утримання на місці при стоянці. За видами ГС ділять на:

- робочу (застосовують на усіх режимах руху авто для зниження його швидкості або повної зупинки; приводять в дію водієм натисненням на педаль гальма).
- запасну (застосовують для зупинки авто при виведенні з ладу робочої системи; гальмівна сила, яка створюється цією системою, менша робочої);
- стоянкову (застосовують для утримання зупиненого авто на місці, щоб не допустити його самостійного зрушення; приводять у дію водієм важелем або педаллю стоянкового гальма).
- допоміжну (застосовують на авто великої вантажопідйомності, щоб зменшити навантаження на робочу гальмівну систему при тривалому гальмуванні на довгих спусках у гірській місцевості).

### 2.1 Типи гальмівних механізмів

Принцип дії гальмівного механізму засновано на силах тертя, які утворюються між гальмівним диском і колодкою.

### 2.2 Види гальмівного приводу

ГП створює управління гальмівними механізмами і за видом енергоносія існують такі типи гальмівних приводів: механічний, гідравлічний, пневматичний, електричний і комбінований.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 13   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

### 2.2.1 Механічний гальмівний привод

Механічний ГП використовують у стоянковій гальмівній системі: це система тяг, важелів і тросів, що з'єднує важіль стоянкового гальма з гальмівними механізмами задніх коліс (важіль приводу, троси з регульованими наконечниками, зрівнювач тросів і важелі приводу колодок). Деколи в стоянковій системі використовують електропривод, а сам пристрій називають електромеханічним стоянковим гальмом. Енергоносії механічного ГП: тяги, важелі, троси. Недоліки: схильний до люфту і тертя, що робить його нелінійним, нестабільним і повільним.

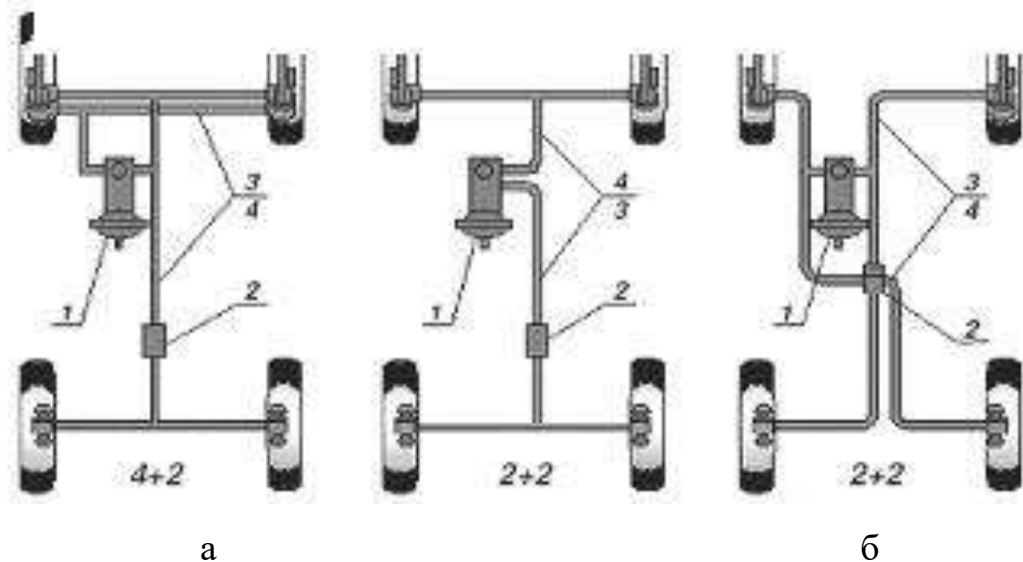
### 2.2.2 Гідравлічний гальмівний привод

ГПП – основний тип приводу в робочій ГС. Його конструкція включає гальмівну педаль, ГГЦ, підсилювач гальм, колісні циліндри, з'єднувальні шланги і трубопроводи (робочі контури). Гальмівна педаль передає силу від ноги водія на ГГЦ. Підсилювач гальм створює додаткову силу, яка передається від педалі гальма. Найчастіше застосовують вакуумний підсилювач гальм. ГГЦ створює тиск гальмівної рідини і нагнітає її до гальмівних циліндрів. На сучасних авто застосовують здвоєний (тандемний) ГГЦ, який створює тиск для 2-х контурів. Над головним циліндром міститься розширювальний бачок, який служить для поповнення гальмівної рідини.

Щоб реалізувати гальмівні функції, роботу елементів гідроприводу організовано по незалежних контурах: при виході з ладу 1-го контуру, його функції виконуються іншим. Робочий контур – це основний і допоміжний: якщо система справна, то працюють обидва, а при несправності одного з них буде працювати інший.

Існують 3 основні компонування поділу робочих контурів (рис. 2.1).

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 14   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |



а – паралельне підключення; б – діагональне підключення

**Рисунок 2.1 – Компонування робочих контурів**

На сучасних авто до складу ГП включені наступні електронні системи: антиблокувальна гальмівна система, система розподілу гальмівних сил, підсилювач екстреного гальмування, електронне блокування диференціала.

Енергоносій гідравлічного ГП: рідина. Недоліки:

- загроза розгерметизації і попадання повітря;
- ненадійність ущільнень;
- утворення парових пробок з втратою ефективності гальмування при закипанні гальмівної рідини (внаслідок нагрівання гальмівних механізмів при тривалому гальмуванні).

### 2.2.3 Пневматичний гальмівний привод

Пневматичний ГП використовують в ГС вантажних автомобілів, поїздів та автобусів. Найпростіший пневматичний ГП авто складається з:

- ресивера, в який подається стиснене повітря з компресора;
- крана, який приводиться в дію педаллю;
- ГК, шток якої пов'язаний з розтискним кулаком гальмівного механізму.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 15   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

Під час гальмування поворотна пробка крана з'єднує внутрішню порожнину ГК з ресивером і стиснене повітря приводить в роботу гальмівний механізм. Тиск повітря в ГК однаковий з ресивером. Під час повороту пробки крана стиснене повітря виходить з камери в атмосферу, а розтискний кулак повертається в початкове положення – починається розгальмовування.

Переваги пневматичного ГП:

- необмежені запаси і дешевизна робочого тіла (повітря);
- збереження працездатності при невеликій розгерметизації (можливий витік повітря компенсується його подачею від компресора);
- використання для безпосереднього управління гальмами причепа;
- використання іншими пристроями (підкачка шин тощо).

Енергоносій пневматичного ГП: газ або розрідження.

Недоліки пневматичного ГП:

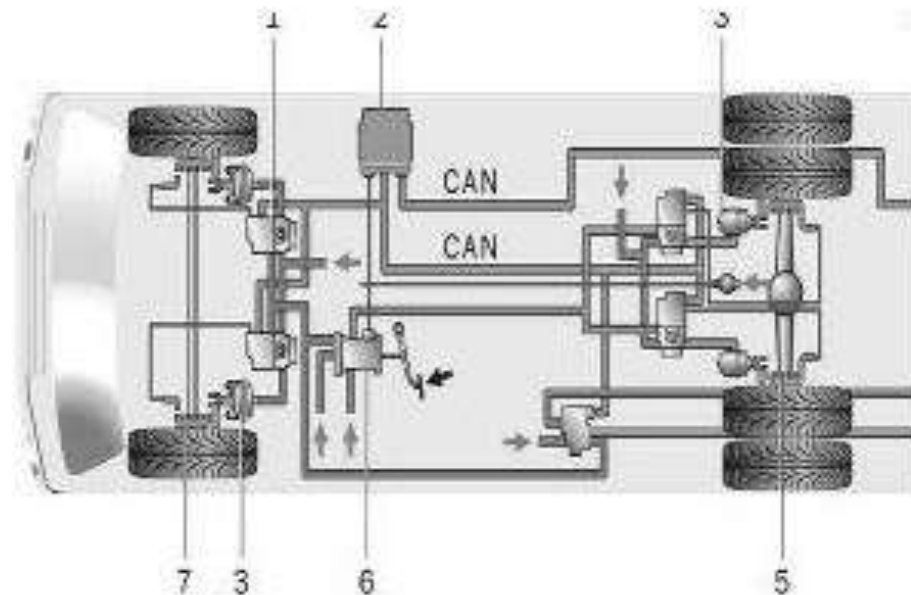
- великий час спрацьовування внаслідок повільного надходження стисненого повітря до віддалених складових через трубопроводи з малим діаметром;
- складність конструкції, великі маса і розміри складових апаратів;
- вихід з ладу при замерзанні конденсату в трубопроводах та агрегатах при мінусових температурах.

#### 2.2.4 Комбінований гальмівний привод

Комбінований ГП (рис. 2.2.) – це комбінація декількох типів приводу. При їх розробці максимально використовують переваги окремих приводів та уникають недоліків, які властиві кожному з них.

Розглянемо електропневматичний привод – це комбінація електричного й пневматичного приводів. Якщо в пневматичному приводі загальмовування коліс та управління апаратами здійснюють стисненим повітрям, то в електропневматичному повітря використовують тільки у 1-му випадку. Управління всіма апаратами здійснюють електричним шляхом.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 16   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |



1 – модулятор з датчиком тиску повітря; 2 – блок управління; 3 – гальмівна камера; 4 – електричний роз'єм; 5 і 7 – датчики; 6 – комбінований електропневматичний ГКр

**Рисунок 2.2 - Схема електропневматичного приводу автомобіля-тягача**

Переваги електропневматичного приводу:

- зменшення часу спрацьовування віддалених осей авто;
- зменшення гальмівного шляху авто;
- оптимальний розподіл гальмівних сил між передніми і задніми колесами;
- зменшення сил в зчепленні авто за рахунок одночасного спрацьовування гальм на всіх його складових;
- збільшення стійкості авто;
- постійний контроль бортовою діагностикою справності елементів приводу;
- автоматизація управління рухом авто використанням електронного управління гальмами;
- спрощення приводу (порівняно з пневматичним) за рахунок об'єднання функцій декількох апаратів.

Енергоносій електропневматичного приводу: застосовують декілька видів.

Недоліки електропневматичного приводу: відсутні.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 17   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

## 2.2.5 Електричний гальмівний привод

Електричний ГП застосовують на автопоїздах, тому що цим досягають найпростіший спосіб передачі енергії на великі відстані при малому часу на спрацьовування ГС.

Функціональні складові електричної ГП:

- силова частина (або електропривод з розімкнутою системою регулювання);
- механічна частина;
- система управління електроприводу.

Енергоносій електричної ГП: струм, електромагнітне поле.

Недоліки електричної ГП: мала потужність, тому застосовують для управління гальмами легкових причепів.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 18   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

### 3 Будова, принцип дії, несправності та технічне обслуговування гальмівної системи автомобіля ЗІЛ-43276Т

Пневматична система вантажівки з БГП складається з 5 незалежних контурів [13]:

- I контур приводу ГМ передніх коліс;
- II контур приводу ГМ задніх коліс;
- III контур стоянкового приводу і запасної ГС, а також комбінованого приводу гальм причепа;
- IV контур приводу негальмівних)споживачів стислого повітря;
- V контур приводу аварійного розгальмування.

На таких автомашинах встановлюють 3 незалежні ГС:

- робоча з роздільним пневматичним приводом на ГМ переднього і заднього мостів з автоматичним регулюванням гальмівних сил;
- стоянкова з механічним приводом від пружинних енергоакумуляторів;
- аварійна із стежачою дією під час управління.

На машину з БГП встановлюється система аварійного розгальмування пружинних акумуляторів стоянковою і запасною систем з пневматичним управлінням краном, який встановлений на панелі приладів.

Автомобілі з БГП укомплектовано повним оснащенням тягача:

- 2-а клапанами управління гальмами причепа;
- 3-а сполучними голівками;
- буксирним приладом і штепсельною розеткою для підключення електроприладів причепа.
- чотири повітряні балони місткістю по 20 л (рис. А1 [10]);
- балони контурів приводу робочої ГС (2 шт.);
- балон контуру стоянкового приводу і запасної гальмівних систем;
- конденсаційний балон.

Робоча ГС – з барабанными механізмами ( $\varnothing$  420 мм, ширина передніх накладок  $h = 70$  мм, задніх  $h = 140$  мм, розтиск кулачковий) з 2-контурним

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 19   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

пневматичним приводом і регулятором гальмівних сил. ГК з пружинними енергоаккумуляторами. Стоянкове гальмо: на гальма задніх коліс від пружинних енергоаккумуляторів з пневматичним приводом. Запасна ГС поєднана із стоянковою. Привід гальм причепа комбінований. Присутній спиртовий запобіжник від замерзання конденсату [8, 9].

Джерелом енергії для гальмування використовують стиснене повітря. Пневматичний ГП розвиває великі гальмівні сили при малій силі шофера. У систему пневматичного приводу гальм автомобіля ЗІЛ-43276Т входять: компресор, манометр, повітряні балони, колісні гальмівні камери, ГКр, педаль гальма, запобіжний клапан, регулятор тиску, крани для відбирання повітря і зливання конденсату води і мастила, роз'єднувальний кран і сполучна головка (рис. А2).

Компресор служить для забезпечення системи стисненим повітрям. Воно надходить в компресор через очисник повітря, стискається і поступає в балони (витікання повітря з балонів неможливий через наявність у компресорі зворотного клапана).

Тиск повітря в системі гальмівного пневматичного приводу контролюється манометром. Під час натискання на педаль через ГКр відкривається доступ стисненого повітря з балонів у гальмові камери коліс і спрацьовують механізми, які розсовують гальмівні колодки. Розгальмовування проходить через стяжні пружини колодок.

### 3.1 Призначення та обслуговування гальмівних камер

ГК служать для приведення в дію робочих гальм автомобіля. Шток ГК вилкою і пальцем з'єднано з регульовальним важелем розтискного кулака робочого гальма. Періодично перевіряють герметичність ГК:

- натисканням на педаль гальма наповнюють камери стисненим повітрям;
- змочують мильною емульсією місця проходу болтів і штока через корпус камери, а також отвори в корпусі і місце приєднання трубопроводу до камери;

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 20   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

- витік повітря виявляють за наявністю мильних бульбашок;
- для усування витіку підкручують усі гвинти кріплення кришки камери;
- якщо витік повітря не припиняється, замінюють діафрагму камери;
- при деформації корпусу або кришки їх виправляють.

Термін служби діафрагми гальмівних камер становить 2 р. Після закінчення цього терміну діафрагму замінюють.

Перед виїздом авто потрібно переконавшись, що тиск у системі не  $< 4,5$  кгс/см<sup>2</sup>. Під час руху тиск в ГК повинен бути в межах (6,0-7,7) кгс/см<sup>2</sup>. Допускається короткочасне пониження тиску при частих повторних гальмуваннях. Для уникнення витрачання повітря при частих гальмуваннях не допустима зупинка ДВЗ на довгих спусках.

Підвищення тиску в системі  $> 7,7$  кгс/см<sup>2</sup> свідчить про несправність регулятора тиску або розвантажувального пристрою, а підвищення тиску  $> 10$  кгс/см<sup>2</sup> вказує на несправність запобіжного клапана. Тому потрібно усунути несправність.

При непрацюючому ДВЗ при різкому натисненні на педаль гальма тиск в балонах повинен понизитись, а тиск у ГК повинен дорівнювати тиску в повітряних балонах. Після цього стрілки манометра не повинні переміщуватись протягом часу, поки педаль є натиснутою. Подальше пониження тиску говорить, що герметичність пневматичної системи порушена.

Після різко відпущеної педалі гальма час падіння тиску в ГК не повинне бути  $> 2$  с. При ненатиснутій гальмівній педалі при непрацюючому ДВЗ падіння тиску в ГС не повинно перевищувати 1 кгс/см<sup>2</sup> протягом 1 год.. Швидке падіння тиску в ПС при зупинці ДВЗ вказує на підвищене витікання повітря з системи: невелике витікання визначають мильною емульсією, якої змочують місця можливого витіку. Витік повітря через з'єднання усувається через підтягування сполучної арматури.

Щоб забезпечити нормальну роботу системи пневматичного приводу робочих гальм, при ЩТО відкривають спускні крани в повітряних балонах і зливають конденсат. Тому неприпустимо допускання скупчення конденсату в

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 21   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

балонах, бо призводить до потрапляння конденсату в робочі апарати пневматичного приводу ГМ. Кількість конденсату залежить від стану компресора і вологості навколишнього повітря; тому конденсат зливають регулярно. А наявність великої кількості мастила у конденсаті свідчить про несправність компресора.

Взимку стежать за зливом конденсату з повітряних балонів для уникнення замерзання його в трубопроводах ПС робочих гальм. При замерзанні конденсату підігрівання балонів відкритим вогнем заборонено.

Періодично перевіряють регулювання ПС РГ і хід штоків ГК. Тиск повітря в пневматичному приводі РГ регулюють так:

– при роботі ДВЗ на холостому ході збільшують тиск повітря в ПС до (7,2-7,8) кгс/см<sup>2</sup>;

– натискають до відмови гальмівну педаль;

– прикласти до педалі силу (210-320); при цьому тиск повітря в ГК повинен рівнятись тиску повітря в балонах, а кінець педалі не повинен доходити до підлоги на (12-28) мм;

– коли педаль впирається у підлогу або якщо зазор не такий, регулюють хід педалі, змінюванням довжини тяги, якою з'єднується важіль гальмівного крана з проміжним важелем ГП;

– якщо привод гальмівного крана відрегульовано вірно, то вільний хід кінця педалі гальма має знаходитись на відстані (22-32) мм при установці на автомобілі одинарного і (42-62) мм при установці КГК;

– при обладнанні авто пневматичним приводом для управління гальмами причепа також перевіряють тиск повітря у сполучної магістралі; Для цього приєднують манометр до сполучної головки; У розгальмованому стані манометр мусить показувати тиск  $P = (480-530)$  кПа;

– при плавному натисканні на педаль гальма тиск повинен зменшуватися плавно і дійти до нуля.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 22   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

### 3.2 Обслуговування регулятора тиску

Регулятор тиску служить для автоматичної підтримки необхідного тиску стисненого повітря у системі, впускаючи повітря в компресор чи випускаючи повітря з нього. Регулятор тиску регулюється наступним чином:

1. При обертанні ковпака, досягають початку роботи компресора тиску  $P=(620-630)$  кПа. При закручуванні ковпака тиск росте і навпаки. Ковпак закріплюється контргайкою.

2. При зміні кількості прокладок, отримують тиск  $P = (730-760)$  кПа. При збільшенні числа прокладок тиск зменшується і навпаки.

3. Запобіжний клапан служить, щоб запобігти надмірному підвищенню тиску ПС при виходу з ладу регулятора тиску. Клапан встановлено на передньому правому балоні і відрегульовано на відкривання після досягнення у ПС тиску повітря  $P = (900-940)$  кПа. Клапан регулюється на заданий тиск гвинтом і стопорять контргайкою.

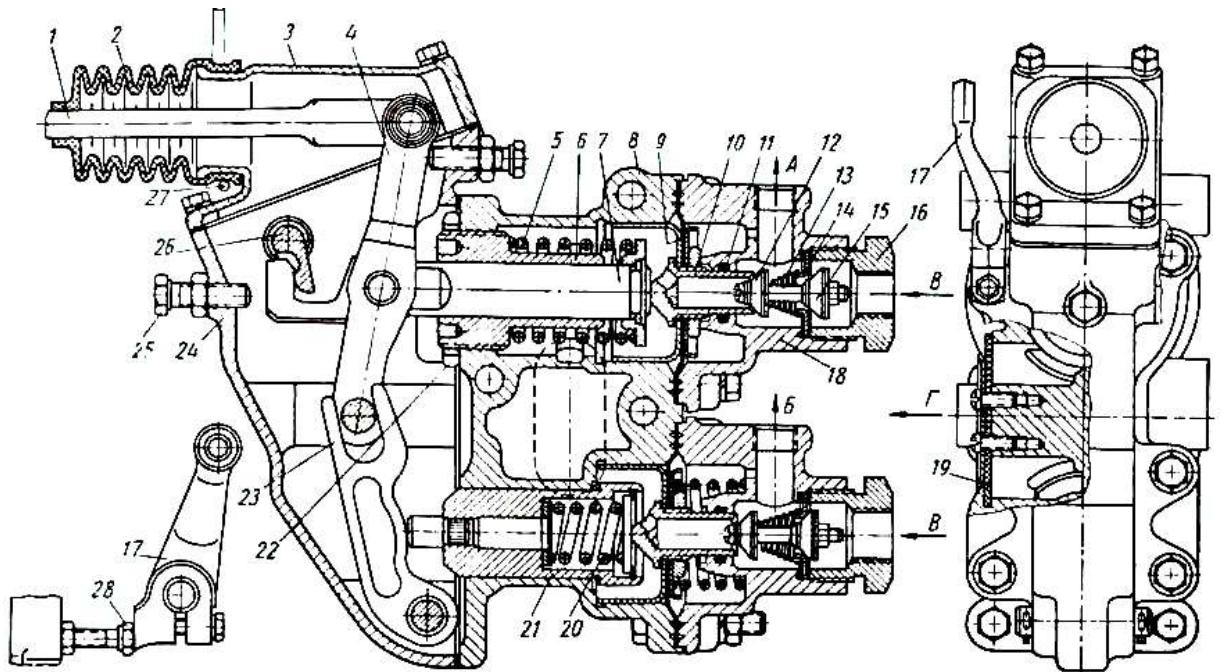
### 3.3 Комбінований гальмівний кран пневматичного приводу гальм автомобіля ЗІЛ-43276Т

Управління гальмами автомобіля ЗІЛ-43276Т регулюванням подачі стисненого повітря з балонів до ГК виконується гальмівним краном. Він забезпечує стабільну гальмівну силу, якщо педаль гальма знаходиться у незмінному положенні, та швидко розгальмовування після закінчення натискувати на педаль.

КГК служить для регулювання подачі стисненого повітря з повітряного балона до ГК. Він одночасно керує гальмами автомобіля і причепа (чи напівпричепа). ГК складається з 2-х секцій, які об'єднані загальним приводом. Одна секція керує гальмами автомобіля-тягача, а 2-а – гальмами причепа (чи напівпричепа).

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 23   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

КГК складається з 2-х секцій (рис. 3.1 – [7]), об'єднаних в одному корпусі. Він служить для управління пневматичним приводом гальм автомобіля-тягача і причепа.



**Рисунок 3.1 – Комбінований гальмівний кран пневматичного приводу гальм автомобіля ЗІЛ–43276Т**

Механічний привід обох секцій здійснюють двома важелями. Нижня секція керує гальмами автомобіля-тягача, а верхня – гальмами причепа. В обох секціях уніфіковані клапани і стяжні механізми. Два здвоєні конічні клапани з впускними сідлами і поворотними пружинами 13 встановлено в кришках 18 крану. Дві стежачі діафрагми 9 з напрямними стаканами і сідлами 10 випускних клапанів затиснуті між корпусом 8 крану і кришками 18.

У кожній секції встановлено урівноважуючу пружину 5 секцій причепа, яка змонтована на штоку 7; її попередній натяг регулюють переміщенням напрямного штока 6. Урівноважуюча пружина 20 секцій тягача змонтована у стакані 21; її попередній натяг регулюють прокладками. За допомогою важеля 17 приводять в дію тільки секцію причепа з наступним загальмовуванням авто ручним гальмом.

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 24   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

Робота комбінованого крану така (рис. 3.1):

1. Під час заповнення ПС стислим повітрям, воно при закритому випускному клапані 12 через відкритий впускний клапан 15 поступає до сполучної магістралі причепа. При досягненні заданого тиску пружина 5 стискується і впускним клапаном 15 перекривається магістраль причепа. А потім обидва клапани секції причепа і випускний клапан секції тягача залишають закритими.

2. Під час гальмування силу від педалі передають на приводний важіль 4; відкривається випускний клапан 12 секції причепа, а стисле повітря з магістралі причепа надходить в атмосферу; закривають випускний клапан і відкривають випускний клапан секції тягача і стисле повітря поступає в ГК тягача.

3. Гальмування знімає навантаження з приводного важеля 4, закриває випускний клапан, відкриває впускний клапан секції причепа, стисле повітря з повітряних балонів поступає до магістралі причепа; одночасно закривається випускний клапан, відкривається випускний клапан секції тягача і стисле повітря з ГК тягача надходить до атмосфери.

Також стежать за очищенням повітря в ГС від пари води і мастила, так як їх попадання на гумові деталі ГКр виводить їх з ладу.

При ТО-2 перевіряють герметичність ГКр мильною емульсією. Витік повітря через випускний отвір у загальмованому положенні свідчить про негерметичність клапанів.

Під час гальмування через випускний отвір повинне вийти повітря з магістралі причепа; якщо через (1-2) с після натиснення на педаль повітря виходить, то це свідчить про нещільність впускного клапана секції, що управляє гальмами причепа, або випускного клапанів. Якщо після 2-3-х гальмувань витік повітря не зупиняється, то ці клапани виймають та оглядають.

Після (50000-70000) км пробігу знімають ГКр, розбирають, промивають тертьові поверхні чистим гасом; потім їх протирають м'якою сухою ганчіркою і змащують тонким шаром мастила ЦИАТИМ-201 (мастило поновлюють через (20000-25000) км пробігу, але не рідше 1 разу на рік). Потім збирають ГКр, з

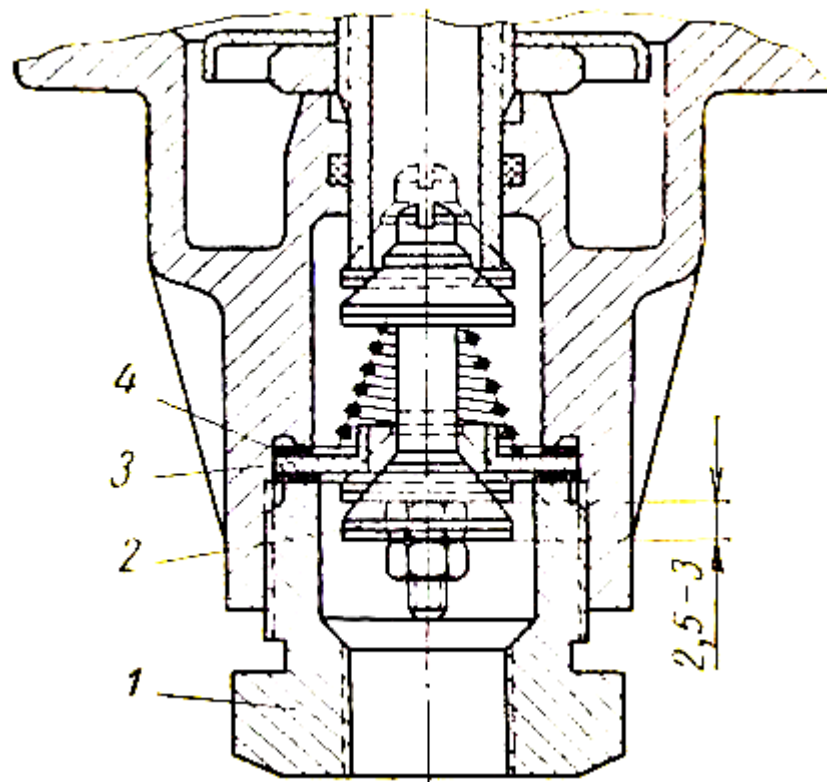
|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 25   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

перевіркою легкості ходу напрямних діафрагм, штока, важелів і зрівноважуючої пружини.

Після складання ГКр напрямною 6 штока (рис. 3.1) регулюють тиск повітря (4,6-5,2) кг/см<sup>2</sup> в секції, яка керує гальмами причепа. Потім напрямну штока фіксують контргайкою 22.

Під час установки конічних клапанів перевіряють і регулюють прокладками 4 (рис. 3.2) величину ходу відкриття впускного клапана. Він повинен складати (2,5-3) мм. Величина відкриття впускного клапана вимірюється так:

- від'єднується трубопровід, який підводить повітря від повітряного балона до ГКр;
- відкручується з пробки 1 сполучна арматура;
- натискають на педаль гальма або тягнуть за важіль 4 (див. рис. 3.1) ГКр;
- глибиноміром вимірюють хід впускного клапана через отвір у пробці 1 (рис. 3.2).



1 – пробка (штуцер); 2 – впускний клапан; 3 – сідло впускного клапана; 4 – регулювальні прокладки

**Рисунок 3.2 – Регулювання ходу впускного клапана ГКр**

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 26   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

### 3.4 Перевірка комбінованого гальмівного крану пневматичного приводу

Потрібно довести тиск повітря у ПС до (0,73-0,80) МПа, вимкнути ДВЗ і спостерігати за витоком повітря через випускний отвір клапана [6], який вказує на негерметичність випускного клапана секції, яка керує гальмами причепа (чи випускного клапана секції, яка керує гальмами авто). Під час гальмування через клапан випускного отвору виходить повітря з магістралі причепа. Якщо через (1-2) с після натиску на педаль повітря виходить, то це означає, що клапани закриття нещільні. А якщо після (2-3) повторних гальмувань витік повітря продовжується, то виймають, промивають клапани та їх пружини.

Витікання повітря по площині роз'єму корпусу ГКр і його кришок свідчить про пошкодження діафрагми або негерметичність деталей крану в місці їх дотику з діафрагмою. Пошкоджену діафрагму замінюють. Відхилення від норми тиску повітря в ГКр виявляється манометром, який підключений до сполучної головки авто. Закривання випускного клапана верхньої секції ГКр проходить при тиску  $P = (0,51-0,56)$ . Регулювання проводять напрямною штока.

Догляд за ГКр наступний:

- періодичний огляд, перевірка герметичності й роботи крана; очищення його від бруду;
- дослідження стану захисного гумового чохла та щільності кріплення кришок до корпусу (попадання бруду на поверхні тертя ГКр стає причиною зупинки його роботи);
- перевірка герметичності ГКр мильною емульсією.

### 3.5 Діагностика та технічне обслуговування гальмівної системи

#### автомобіля ЗІЛ-43276Т

Головне завдання проведення діагностики авто – виявлення несправностей ГС, а також їх усунення при мінімальному застосуванні коштів. У спеціалізованих центрах діагностику здійснюють на спеціальному стенді. Основні несправності ГС:

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 27   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

- повітряні балони заповнюються повільно через наявність тріщин і пошкоджень балона;
- балони з повітрям заповнюються не до кінця через засмічення трубопроводу або пошкодження подвійного захисного клапана;
- балони на причепі заповнюються не до кінця через поломки вузлів управління гальмами причепа;
- тиск в балонах з повітрям високий або маленький; проводять регулювання регулятора тиску, а також функціонування манометра тиску;
- вихід педалі гальма відсутній через: невідрегульований ГКр; поломку клапана, який обмежує тиск, або ГКр; неправильно встановлений привод регулятора ГКр; великий хід штоків ГК;
- запасні і стоянкові гальма несправні через: поломку прискорювального клапана і крана аварійного розгальмовування; завеликий хід штоків камер; привод регулятора крана гальма встановлений неправильно;
- авто неможливо зняти з стоянкового чи запасного гальма через: виток повітря з 3-го контуру; поломку упорного підшипника енергоаккумулятора; поломку атмосферного виводу прискорювального клапана;
- гальмування авто неможливе при використанні додаткової системи гальмування через несправність пневматичного крана.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 28   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

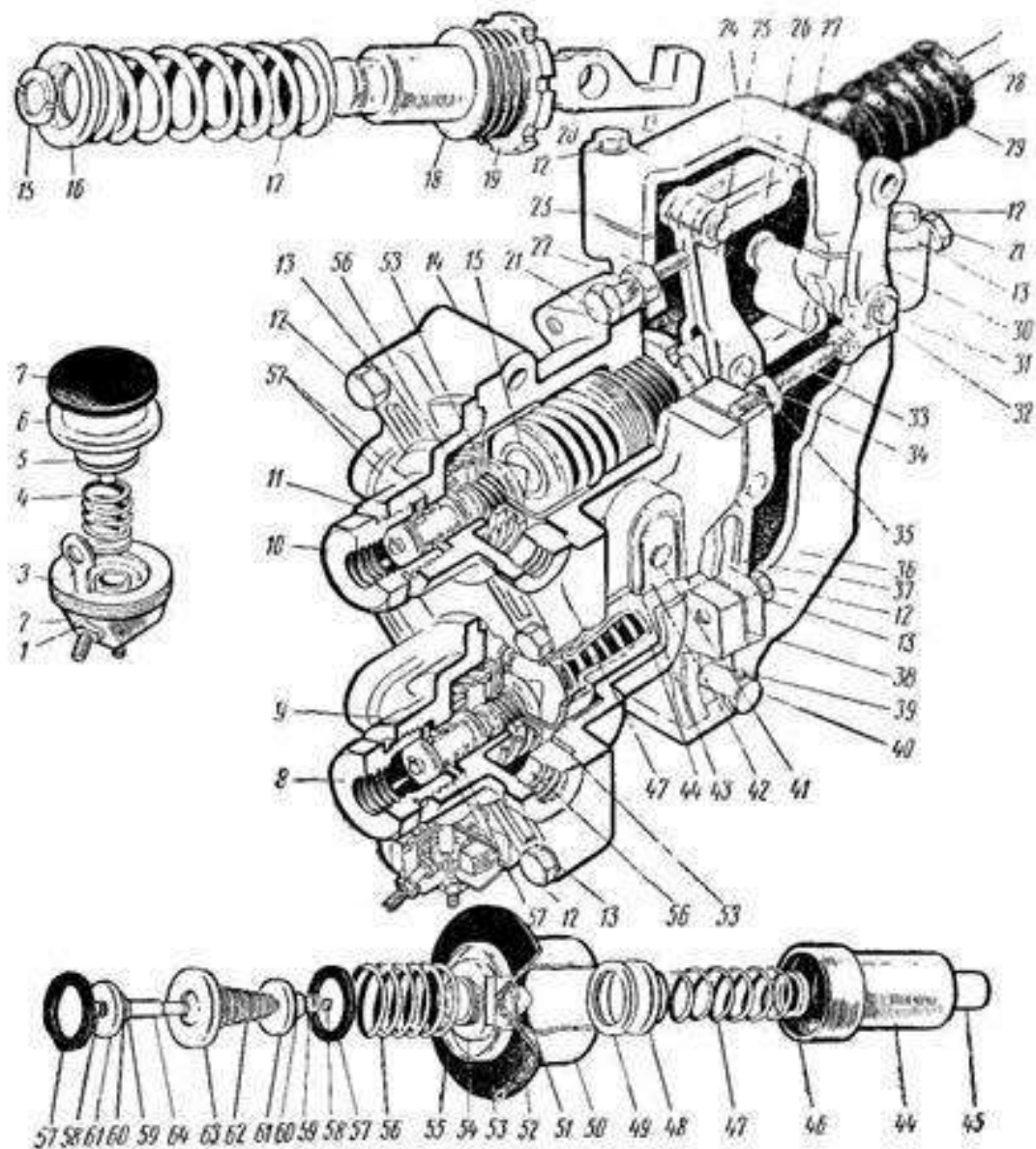
## 4 Проектування технологічного процесу розбирання комбінованого гальмівного крану автомобіля ЗІЛ-43276Т

### 4.1 Розбирання комбінованого гальмівного крану на вузли

Щоб розібрати ГКр на вузли, потрібно (рис. 4.1):

- відкрутити болти кріплення;
- зняти кришку 24, прокладку 23 і корпуси важелів;
- видалити шплінт і вийняти палець;
- зняти з великого важеля 25 тягу 28 разом з кришкою 24 корпусу;
- зняти з тяги 28 кришку корпусу;
- зняти захисний чохол 29 з кришки.
- зняти важіль 30 ручного приводу, відкрутивши стяжний болт 32;
- відкрутити болти 27 кришки 26 валика важеля;
- ударами молотка по торцю валу 31 важеля ручного приводу подати його вперед;
- випресувати кришку 26;
- вийняти вал 31 з корпусу 36 важелів;
- відкрутити регулювальні болти 21 штока 20 і великого важеля 25 при послабленні контргайки 22;
- відкрутити упорний болт 33 важеля ручного приводу;
- зняти з корпусу 14 ГКр корпус 36 важелів і прокладку 38;
- вийняти шплінти 39;
- випресувати вісь 40;
- вийняти з корпусу 36 важіль малий 37;
- випресувати вісь і зняти зі штока 20 важіль великий 25;
- відкрутити болти кріплення і зняти нижню 9 і верхню 11;
- зняти поворотні пружини 56 діафрагми;

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 29   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |



1 — гайка клеми вмикачів стоп-сигналу; 2, 13 і 16 — шайби; 3 — колодка контактна вмикачів стоп-сигналу; 4 — пружина контактної основи; 5 — контактна основа; 6 — прокладка колодки контактної; 7 — діафрагма вмикачів стоп-сигналу; 8 і 10 — пробки; 9 — кришка нижня; 11 — кришка верхня; 12 — болт; 14 — корпус крана гальмівного; 15 — кільце стопорне опорної шайби штока; 17 — пружина велика урівноважуюча; 18 — напрямна штока; 19 — гайка стопорна; 20 — шток; 21 — болт регулювальний; 22, 34 — гайки; 23 — прокладка; 24 — кришка корпусу важелів; 25 — важіль великий; 26 — кришка валу важеля; 27 — болт кришки; 28 — тяга приводу ГКр; 29 — чохол захисний; 30 — важіль для ручного приводу; 31 — вал важеля; 32 — болт стяжний важеля; 33 — болт упорний важеля; 35 — вісь важеля великого; 36 — корпус важелів; 37 — важіль

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

ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ

Арк.

30

малий; 38 — прокладка корпусу важелів; 39 — шплінт; 40 — вісь малого важеля; 41 — гвинт; 42 — кришка для випускного отвору; 43 — ущільнювач; 44 — стакан для малої зрівноважуючої пружини; 45 — п'ятка стакана; 46 — регулювальна прокладка; 47 — урівноважуюча пружина мала; 48 — шайба опорна; 49 — кільце стопорне; 50 — напрямна для діафрагми; 51 — сідло клапана випускне; 52 — прокладка; 53 — діафрагма; 54 — діафрагменна гайка; 55 — шайба для діафрагми; 56 — пружина діафрагми поворотна; 57 — прокладки ущільнювальні регулювальні; 58 — чека клапана; 59 — шайби клапана малі; 60 — конуси клапана; 61 — шайби клапана великі; 62 — пружина для клапана; 63 — сідла клапана впускні; 64 — стержень

### **Рисунок 4.1 – Гальмівний кран**

- зняти діафрагму 53 з напрямними 50 діафрагми і випускними сідлами 51 клапанів;
- вийняти з гнізда корпусу 14 урівноважуючу пружину малу 47 зі стаканом 44;
- відкрутити гвинти 41 і зняти з корпусу 14 кришку 42 випускного отвору разом з ущільнювачем 43;
- зняти стопорні півкільця 15, упорну шайбу 16 і пружину 17 (після стиснення великої врівноважуючої пружини 17 зі штока 20);
- відкрутити стопорну гайку 19 і напрямну штока 18 з корпусу ГКр (після зняття штока 20 з напрямної 18).

## **4.2 Складання вузлів гальмівного крана**

### **4.2.1 Складання стакана з малою врівноважуючою пружиною**

Для складання стакана з малою врівноважуючою пружиною потрібно:

- вкласти прокладку 46 і врівноважуючу пружину малу 47 після установки стакана 44 на підставку до столу гідравлічного преса;

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 31   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

– накласти опорну шайбу 48 і стопорне кільце 49 на пружину 47 (після стискання стопорного кільця 49 кільцевого паза стакану 44).

#### 4.2.2 Складання нижньої кришки

Для складання нижньої кришки ГКр потрібно:

- вставити в корпус контактної колодки 3 пружину контактної основи 4;
- вставити діафрагму 7 вмикачів сигналу і прокладку 6 контактної колодки у гніздо кришки нижньої 9;
- вкрутити контактну колодку 3 і з'єднати її з нижньою кришкою;
- зібрати клапан впускний;
- на стержень 64 клапана вставити справа: чеку клапана 58, шайбу клапана малу 59, конус клапана 60, шайбу клапана велику 61, пружину клапана 62, сідло впускного клапана 63, а зліва: шайбу клапана малу 59, конус клапана 60, шайбу клапана велику 61 і чеку клапана 58.
- вставити у гніздо нижньої кришки справа: прокладку ущільнювальну регульовальну 57, частково зібраний клапан, а зліва ущільнювальну прокладку 57;
- вкрутити пробку 8.

#### 4.2.3 Складання верхньої кришки

Для складання верхньої кришки ГКр потрібно виконати ті ж операції ТП, як при складанні нижньої кришки.

#### 4.2.4 Складання діафрагми з випускним сідлом клапана

Для складання діафрагми з випускним сідлом клапана потрібно:

- вставити сідло 51 з прокладкою 52 у напрямну 50 діафрагми;
- вставити діафрагму 53, шайбу діафрагми 55 на сідло і закріпити гайку діафрагми 54.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 32   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

#### 4.2.5 Складання корпусу важелів

Для складання корпусу важелів ГКр потрібно:

- після накручення на болти 21 і 33 гайок 22 і 34 вкрутити їх у корпус важелів 36;
- після встановлення малого важеля 37 в корпус важелів 36 поєднати отвори у корпусі важелів 36 і малому важелі 37,
- запресувати вісь малого важеля 40 і закріпити його шплінтами 39.
- вставити в отвір корпусу вал важеля ручного приводу 31 і кришку валу 26 та закріпити їх болтами 27 з пружинними шайбами.
- вставити на вал 31 важіль ручного приводу 30 і закріпити його стяжним болтом 32.

#### 4.2.6 Складання корпусу гальмівного крана

Для складання корпусу ГКр потрібно:

- вставити шток 20 після вкручення в корпус 14 напрямну штока 18 в отвір напрямної;
- надягнути врівноважуючу велику пружину 17 на напрямну 18;
- вставити опорну шайбу 16 на передній кінець штока 20;
- фіксувати положення пружини 17 установленням стопорних кілець 15 у кільцеву канавку штока;
- накрутити стопорну гайку 19 на напрямну штока 18.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 33   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

## **5 Розробка технології відновлення клапанів гальмівного крану автомобіля ЗІЛ-43276Т**

### **5.1 Основні положення про роботу клапанів гальмівного крану**

Робота клапанів ГКр ґрунтується на силах пневматичного тиску. Існуючі на сьогодні клапани можуть обладнувати будь-який конструкційний вузол, що функціонує за принципом циклу зворотно поступального руху. По суті, клапани ГКр забезпечують захист робочих поверхонь вузлових пристроїв, перешкоджаючи витіканню мастила, розгерметизації та забрудненню конструкційних елементів техніки.

Конструкція клапанів ГКр пристосована для встановлення у вузлові елементи механізмів, на які діють осьові та радіально спрямовані механічні сили.

### **5.2 Матеріал клапанів гальмівного крану**

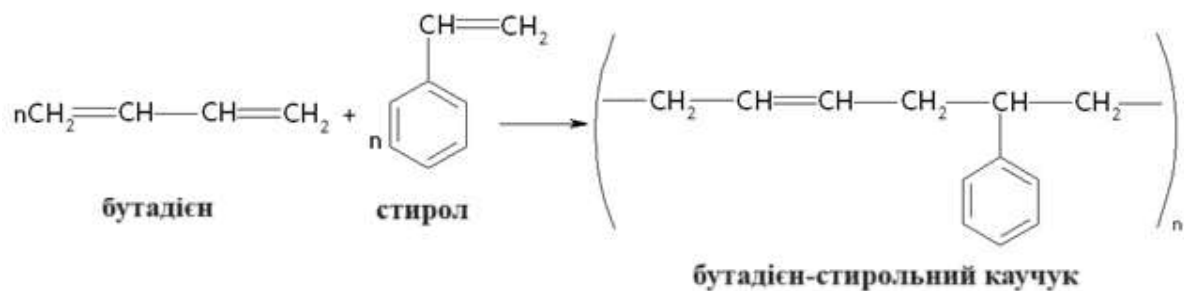
#### **5.2.1 Загальні поняття про синтетичний каучук**

Для виготовлення клапанів ГКр застосовують СК, який застосовують в різних областях [14-16]. Це штучний полімерний матеріал з достатньою гнучкістю, пружністю, стійкістю до різних умов експлуатації. СК розробляють на основі нафтопродуктів та отримують полімеризацією або співполімеризацією бутадієну, ізопрену, стиролу, хлоропрену, неопрену, ізобутилену, нітрилу акрилової кислоти.

Отримання СК залежить від обраного методу виготовлення: при співполімеризації (використовується не 1, а 2 різні мономері) бутадієн-стирольний каучук отримується співполімеризацією  $C_4H_6$  з  $C_8H_8$  за реакцією [15] – рис. 5.1

При зміні співвідношення мономерів отримують СК з різними властивостями.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 34   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |



**Рисунок 5.1 – Співполімеризація C<sub>4</sub>H<sub>6</sub> з C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>**

ТП виробництва СК змінюється залежно від типу СК (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>, бутадієн-метилстирольний тощо). Розглянемо основні методи ТП [14-16].

СК робиться шляхом хімічної полімеризації мономерів – малих молекул, з яких потім формують полімерні ланцюги. Основні етапи отримання СК наступні:

- залежно від типу СК вибираються мономери; наприклад, для отримання стирол-бутадієнового каучуку (БСК, SBR) мономерами будуть C<sub>8</sub>H<sub>8</sub> і C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>;

- мономери полімеризують (об'єднують у довгі полімерні ланцюги); є 2 основні типи полімеризації – емульсійна (проводять у водних розчинах мономерів; при цьому отримується латекс – дисперсія СК у воді) й масопередача (перенесення речовини в межах 1-ї фази через поверхню поділу фаз і в межах іншої фази);

- внаслідок полімеризації каучук стає в'язкою масою, яку потрібно виділити з розчину; при емульсійній полімеризації латекс напочатку коагулюється, створюючи частки СК;

- СК відділяється від води віджиманням або центрифугуванням;

- виділений СК очищають для видалення залишків каталізаторів та інших домішок;

- отриманий СК використовують у невулканізованому стані або вулканізують (додають спеціальні хімічні добавки, наприклад, S, щоб підвищити міцність, пружність, термостійкість СК).

– після процесу вулканізації СК можна переробити різними способами, наприклад, екструзією, пресуванням, литвом.

СК ділять на 2 основні групи:

- загального призначення;
- спеціального призначення.

Синтетичні еластомери – це високомолекулярні з'єднання з великим рівнем еластичності. Візуально молекулярну будову СК представляють вуглецевими ланцюгами, які складаються зі скручених кубиків. Під навантаженнями вони витягуються і скручуються. Хімічні формули СК наступні [16]:

- бутадієну -  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ;
- дивінілового -  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ;
- хлоропренового -  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{Cl})-\text{CH}=\text{CH}_2$ ;
- молекула ізопрену  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ .

СК після вулканізації має великий рівень:

- міцності;
- еластичності;
- пластичності.

ТП виготовлення СК перетворює крихку і неміцну речовину на гуму, яка стійка до зовнішніх чинників [16].

### **5.2.2 Відомості про матеріал клапанів гальмівного крану – акриловий каучук (АСМ)**

АСМ – це співполімер етилокрилату, бутилокрилату чи їх суміші, з мономером, який здатний до структуризації [17]. Порівняно з вулканізатом нітрилу АСМ володіє кращою стійкістю до гарячого повітря,  $\text{O}_2$ , озону і масел,  $\text{S}$  і хлору. Через відсутність в макромолекулах ненасичених вуглець-вуглецевих зв'язків АСМ стійкі до дії УФ-випромінювання, а при нагріванні у вологих середовищах гідролізуються [18].

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 36   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

АСМ пластикують на холодних вальцях (до нагрітих СК прилипає) та змішують з інгредієнтами. Суміші на цих основах переробляються звичайними методами (наприклад, екструзією). Щоб отримати на основі СК АСМ з високими механічними властивостями, застосовується технічний вуглець (40-100 масових часток на 100-140 масових часток СК).

Суміші вулканізують (20-110) хв. при температурі (140-160)°С і витримують у термостаті (3-22) год. при температурі (160-180)°С. Ця термообробка необхідна, щоб отримати АСМ з малою залишковою деформацією після стискання з високими температурами [18-20].

АСМ володіє великою постійною деформацією при стисканні, але нижчою міцністю на розрив порівняно з еластомером [17].

Гуму на базі АСМ застосовують, де властивості СК нітрилу вже недостатні, а силіконові СК або фторкаучуки ще не є необхідними [17]. Параметри гуми на базі АСМ наведені у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Параметри гуми на базі АСМ

|  |  |
|--|--|
| Температура, °С                        | (-20)°С – (+150), короткочасна – до +170   |
| Твердість (IRHD)                       | 80   |
| Стійкість до дії спеціальних середовищ | – мінеральні масла (моторні, трансмісійні), які містять легуючі добавки<br>– умовно стійкі до H <sub>2</sub> O |

### 5.2.3 Відомості про матеріал клапанів гальмівного крану – поліуретан

PU – це універсальний матеріал, який широко застосовується у різних сферах: у транспортній промисловості, машино- та автомобілебудуванні PU цінять за механічну міцність, масло- та бензиностійкість довговічність [21, 22].

Перші згадки про PU виникли у 30-ті роки 20-го століття: постійно вдосконалювався вміст сировини, випускаючи нові види синтетичного матеріалу. На сьогодні існує кілька видів [21]:

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 37   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

- інтегрований;
- спінений;
- м'який;
- твердий для виготовлення манжет з PU;
- листовий.

Спочатку PU – це суміш без кольору, але при додаванні фарбувального пігменту отримують різнокольорові вироби. Чудові якості цього еластомеру призвели до витіснення пластмаси, гуми, металу. Тому на даний час PU є одним з основних гравців ТП 21-го століття.

Переваги PU [21-25]:

- довгий експлуатаційний період (20 років);
- довговічність;
- стійкість до ударів і струсів через підвищену здатності до амортизації;
- еластичність та морозостійкість;
- підвищена зносостійкість (не піддається корозії та абразивному зносу; елементи з PU працездатніші, ніж їх гумові чи металеві аналоги);
- стійкість до механічних ушкоджень;
- стійкість до розривів, вібрацій, великих навантажень;
- стійкість до деформації (здатність відновлювати первинну форму);
- пластичність (тому PU активно застосовують для виробництва ущільнювачів);
- високий рівень міцності (не піддається механічним ушкодженням; переносить абразивну та ударну дію твердих частинок, завдяки чому механізми та окремі елементи з PU або із захисним покриттям з нього довше використовуються; має стійкість до пошкоджень і розривів; витримує великі навантаження та не піддається впливу надвисоких температур);
- пружність (вироби з PU добре переносять зовнішні навантаження; навіть під великим тиском вироби не деформуються та зберігають первісну форму);
- діелектричні та ізоляційні властивості;
- теплофізичні властивості (низький коефіцієнт теплопровідності);

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 38   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

- висока адгезія;
- стійкість до розсихання, вологи, корозії;
- стійкість до агресивних рідин, газів, кислот та  $H_2S$ ;
- маслостійкість (PU не змінює своїх хімічних властивостей під впливом мастильних матеріалів);
- стійкість до концентрованих кислот, солей та ультрафіолету.
- великий термін експлуатації;
- економічність тощо.

Попит на PU по сферах застосування виглядає так: автомобілебудування – 22% [25].

Тобто порівняно з металами, каучуком та гумою, еластичний PU має багато переваг. Тому застосування PU в автомобілебудуванні популярне.

Вироби з PU працюють при низьких (до  $-60^{\circ}C$ ) і високих (до  $+100^{\circ}C$ ) температурах, а вбудовані фільтри блокують руйнівну дію ультрафіолету. PU замінює собою гуму та важкі метали та їх сплави, витримує високі температури аж до  $+260^{\circ}C$  та їх різкі перепади. Вироби не деформуються при використанні, а наявність механічної пам'яті дозволяє швидко відновлювати форму. Деталі з PU екологічно безпечні, не призводять до алергічних реакцій.

Без PU-манжет не обходяться гідравлічні й пневматичні установки, яка необхідні для герметизації з'єднань. Завдяки ним деталі обертаються і переміщаються без перешкод.

Вироби з PU бувають: рухомі, нерухомі, щільні, контактні. Використовують їх в Україні найчастіше на пресах, гідронасосах, штоках, водопровідних валах тощо, що відповідає наступним вимогам [21]:

- швидкість  $v = 0,5$  м/с;
- тиск  $P = (0,1-50)$  МПа ;
- частота  $f = 0,5$  Гц.

Тому сполученням забезпечується надійність з'єднання: механізми отримують захист від попадання всередину бруду, пилу, вологи, не допускають

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 39   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

протікання. Сальники забезпечують герметизацію валів, у яких перетин за формою циліндричний.

Для паливних і мастильних пристроїв, гідравліки і пневматики виробляють демпферні кільця, які використовують для з'єднання рухомих деталей. Так як у PU високий поріг зносостійкості, деталі не руйнуються під дією тертя.

При використанні PU ущільнювачів досягається ідеальна герметизація, м'який хід механізмів, злагоджена робота вузлів в агрегатах. Все це робить застосування PU в автобудуванні дуже популярним.

Традиційно клапани ГКр виготовляються з АСМ, але ця сировина має обмежений ресурс, Тому в останній час великою популярністю користуються варіанти з PU: деталі еластичні та жорсткі одночасно, менше схильні до старіння і володіють високими показниками пружності. Стандартні елементи з АСМ – найслабша ланка у більшості автомобілів: вони гасять тільки незначні вібрації, не дуже міцні та швидко зношуються.

PU – довговічний матеріал: його термін служби в 4-5 разів більший, ніж АСМ, а фізико-хімічні властивості цієї сировини дозволяють працювати з нею при великих навантаженнях та широкому діапазоні температур [23].

Вітчизняні марки СКУ-ПФЛ-100, НИЦ-ПУ-5 та інші, зроблені на основі вітчизняних поліефірів, не поступаються, а за деякими характеристиками перевершують імпорتنі аналоги.

#### 5.2.4 Фізико-механічні показники поліуретанів

Механічні властивості PU змінюються у широких межах і залежать від:

- природи і довжини ділянок ланцюга між уретановими групами;
- структури ланцюгів (лінійна чи сітчаста);
- молекулярної маси;
- міри кристалічності.

PU можуть бути в'язкими рідинами або твердими речовинами в аморфному чи кристалічному стані. Їх властивості варіюються від високоеластичних м'яких

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 40   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

гум (твердість по Шору від 15 по шкалі А) до жорстких пластиків (твердість по Шору 75 за шкалою D).

PU відноситься до конструкційних матеріалів, а механічні властивості PU дають можливість використовувати його в деталях машин і механізмів, які піддають силовим навантаженням. До PU пред'являють серйозні вимоги з точки зору опірної дії агресивного зовнішнього середовища [21-25] – табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Фізико- механічні показники різних типів PU

| Показник PU  | НИЦ-ПУ-5 | СКУ-ПФЛ-100 |
|--|----------|-------------|
| Твердість по Шору, од.                                   | 87-93    | 94-98       |
| Межа міцності при розтягуванні, кгс/см <sup>2</sup>      | 330-450  | 340-450     |
| Відносне подовження при розриві, %                       | 400-500  | 400-550     |
| Опір роздиранню, кгс/см                                  | 70-100   | 90-110      |
| Умовна напруга при 100 % подовженні, кгс/см <sup>2</sup> | 70-90    | 140-160     |

PU отримують взаємодією з'єднань, які містять ізоціанатні групи з поліфункціональними гідроксилвмісними похідними. В якості ізоціанатів використовують толуїлєндизоціанати, дифенілметандизоціанат, нафтилен-, гексаметилендизоціанати, поліізоціанати, трифенілметан-триізоціанат, біуретизоціанат, ізоціануратизоціанати, димертолуїлєндизоціанати, блоковані ізоціанати.

Будова початкового ізоціанату визначає швидкість уретаноутворення, міцнісні показники, світлову і радіаційну стійкість, а також жорсткість PU.

Гідроксилвмісними компонентами є:

- олігогликоли (продукти гомо- і сополімеризації тетрагідрофурану, пропілен- та етиленоксидів, дивінілу, ізопрену);
- складні полієфіри з кінцевими групами;
- лінійні продукти;
- поліконденсації адипінової, фталевої та ін. дикарбонових кислот з етилен-, пропілен-, бутилен- чи іншими низькомолекулярним гліколями;

- розгалужені продукти поліконденсації перерахованих кислот і гліколів з доданням триолів (гліцерину, триметилол-пропану);
- продукти полімеризації  $\epsilon$ -капролактону.

Гідроксилвмісний компонент визначає комплекс фізико-механічних властивостей поліуретанів.

Щоб подовжити і структурувати ланцюги застосовують гідроксилвмісні речовини (наприклад,  $H_2O$ , гліколі, моноаліловий ефір гліцерину, касторова олія) і діаміни (метилен-біс-(охлоранілін), фенилен-діаміни). Ці агенти визначають молекулярну масу лінійних поліуретанів, густину сітки вулканізації і будову поперечних хімічних зв'язків, можливість утворення доменних структур, тобто комплекс властивостей PU та їх призначення (пінопласти, волокна, еластомери тощо).

Як каталізатори для процесу уретаноутворення використовуються 3-ні аміни, хелатні з'єднання Fe, Cu, Be, V, нафтенати Pb і Sn, октаноат і лауринат Sn. У процесі циклотримеризації каталізаторами є неорганічні основи і комплекси 3-их амінів з епоксидами.

При постійних динамічних навантажень верхньою межею температури експлуатації вважають  $+120^{\circ}C$ . Низькі температури мало змінюють властивості PU. Зміни еластичності та твердості, які виникли при температурах не  $< -18^{\circ}C$ , носять зворотній характер. Крихкість з'являється при температурах  $< -60^{\circ}C$ . Тому робочі температури PU виробів знаходяться у діапазоні від  $-70^{\circ}C$  до  $+120^{\circ}C$ . Еластичність при цьому не змінюється. Допускається періодичне підвищення температури до  $+130^{\circ}C$ ,  $+140^{\circ}C$ .

PU дуже водостійкі. При підвищенні температури фізико-механічні показники уретанів практично не знижуються. Для поліпшення фізико-механічних властивостей при виготовленні PU використовують рецептурні добавки та наповнювачі.

PU володіють високими діелектричними властивостями. Випробування показали, що при напрузі в  $U = 20000$  В на зразку завтовшки 2 мм спостерігалася "корона" [26].

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 42   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

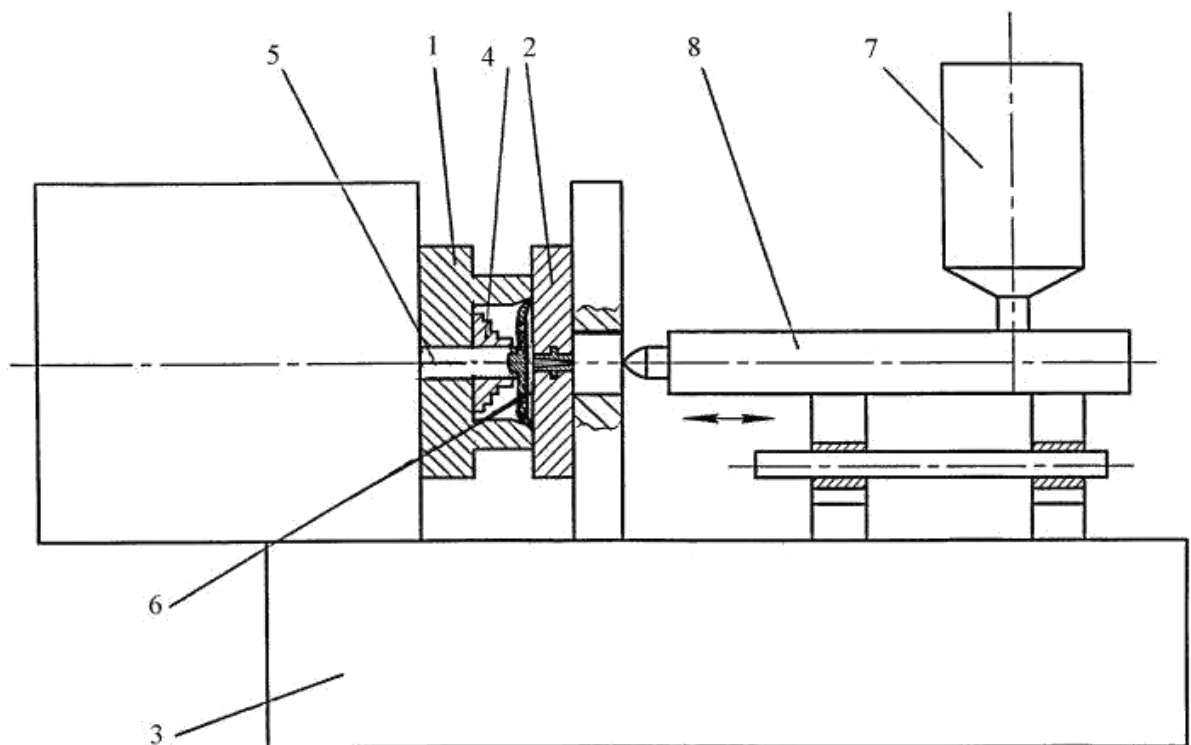
Найпоширенішими типами PU є СКУ ПФЛ-100 та НИЦ-ПУ-5, які мають по відношенню до інших видів кращі фізико-механічні характеристики й твердість по Шору А 85-90 одиниць.

СКУ-ПФЛ-100 (аналог АДПРЕН L-167) – PU еластомер, який ідеально підходить для тих сфер застосування, де пред'являються високі вимоги до матеріалу. Цей еластомер:

- витримує високі динамічні навантаження;
- відрізняється хорошими показниками стійкості до зносу;
- стійкий до гідролізу [27].

### 5.3 Технологія відновлення клапанів гальмівного крану автомобіля ЗІЛ-43276Т виготовленням їх з поліуретану СКУ-ПФЛ-100

Технологічна схема виготовлення клапанів представлена на рис. 5.2.



**Рисунок 5.2 – Технологічна схема виготовлення клапанів гальмівного крану автомобіля ЗІЛ-43276Т з поліуретану СКУ-ПФЛ-100**

Спосіб виготовлення клапанів реалізують таким чином:

– у роз'ємну прес-форму 1 і 2 термопластавтомату 3 марки HAITIAN JUPITER (рис. А6 – [29]) поміщають заздалегідь виготовлений металевий сердечник 5;

– сердечник 5 фіксують у прес-формі 1 і 2 утримувачем 4, який складається з 2-х частин (одна забезпечує співвісне розташування сердечника 5 відносно прес-форми 1, а інша – відносно прес-форми 2 і виконана з отворами 6 для перетікання пружного матеріалу);

– зовнішню поверхню сердечника 5 заздалегідь знежирюють, покривають адгезійним клеєм і підсушують;

– потім сировина термопластичного PU на основі простих і складних полієфірів (марка СКУ-ПФЛ-100) завантажується з бункера 7 в інжекційний циліндр 8 термопластавтомату, де вона підігрівається до пластичного стану та у вигляді густої однорідної маси подається у порожнину прес-форми 1 і 2, заповнюючи зазор між сердечником 5 і внутрішньою поверхнею прес-форми, прогрітої до  $t = 220^{\circ}\text{C}$ ;

– формування здійснюють 4 хв., після чого охолоджують прес-форми 1 і 2 впродовж 10 хв.;

– після охолодження прес-форму 1 і 2 розкривають і виймають з неї клапан.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 44   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

## 6 Дослідження зносостійкості клапанів гальмівного крану

### 6.1 Установка для проведення досліджень зносостійкості

Для проведення досліджень застосуємо стенд ЗНМ (рис. 6.1) – [30].

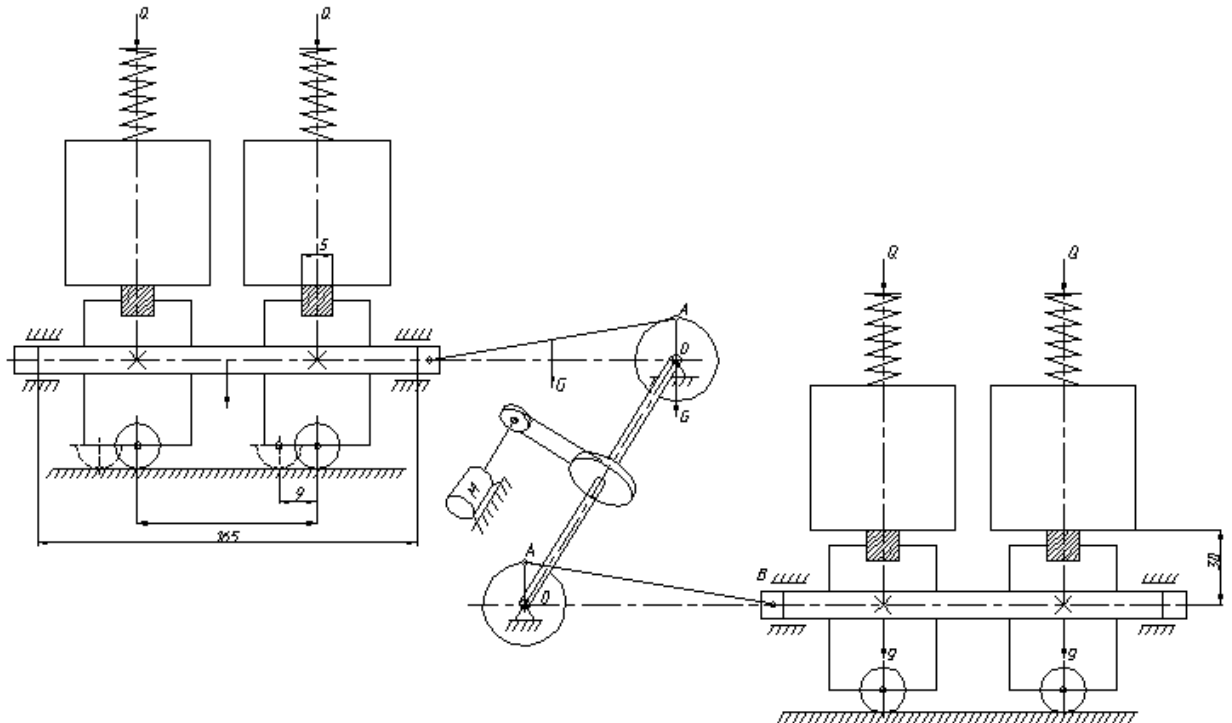


Рисунок 6.1 – Кінематична схема стенду ЗНМ

Принцип роботи стенду (рис. 6.2): створення зворотно-поступального руху валу 2, який переміщує повзун 3.

До повзуна кріплять ванну 1, в якій знаходиться зразок матеріалу (чавун СЧ-20) корпусу гальмівного крану 5, а до нерухомо закріпленого вузла навантаження 4 кріплять зразок клапана (акриловий каучук АСМ чи поліуретан СКУ-ПФЛ-100) 6.

Установка забезпечує щільне прилягання зразків корпусу і клапана, а при русі повзуна між ними створюється тертя. Щоб прискорити процес зносу, до клапана прикладають силу  $Q$ , яку регулюють тарувальною пружиною.

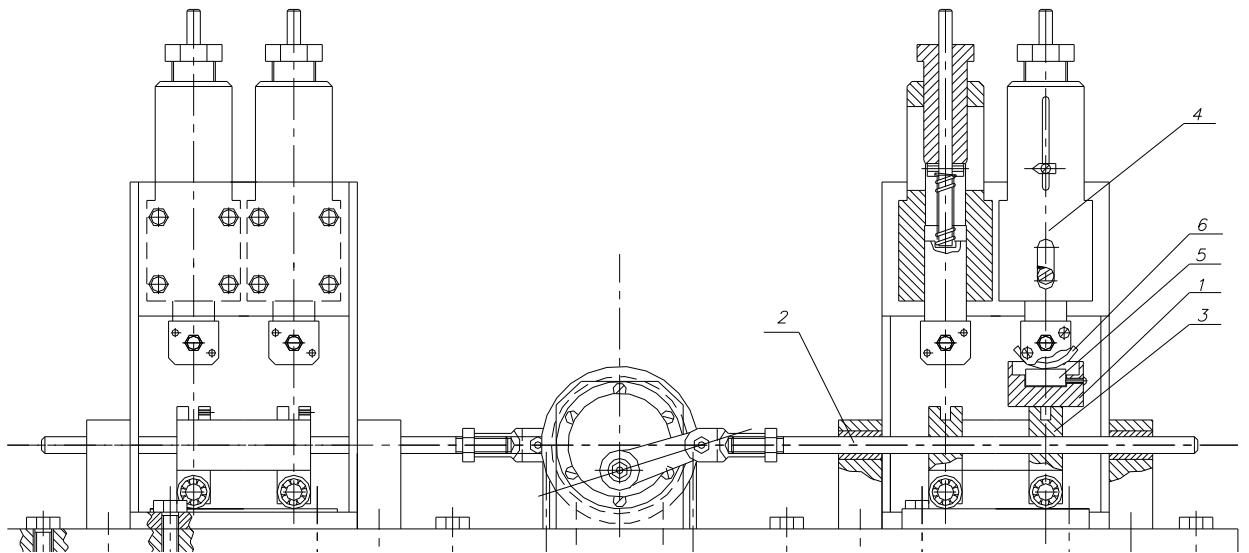
Технічні характеристики стенду:

– обороти ДВЗ  $n = 1500$  об/хв.;

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 45   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

– хід каретки  $h = 18$  мм;

– максимально допустиме навантаження  $Q = 9$  кг.

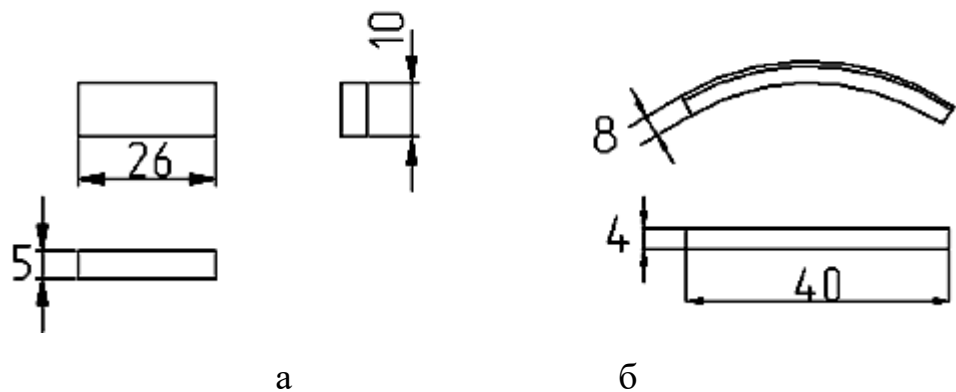


1 – ванна; 2 – вал; 3 – повзун; 4 – вузол для навантаження; 5 – корпус ГКр (зразок); 6 – клапан (зразок)

**Рисунок 6.2 – Стенд визначення зносу клапанів ЗНМ**

### 6.2 Зразки для визначення зносостійкості клапанів

Зразки виготовили з матеріалу корпусу ГКр (чавун СЧ-20) і клапанів ГКр (акриловий каучук АСМ і поліуретан СКУ-ПФЛ-100) – (рис. 6.3).



а – матеріал корпусу ГКр ; б – матеріали клапанів ГКр

**Рисунок 6.3 – Зразки для визначення зносостійкості клапанів**

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 46   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

### 6.3 Порядок проведення визначення зносостійкості клапанів

Випробовування на зносостійкість проводять за схемою, представленою на рис. 6.4.

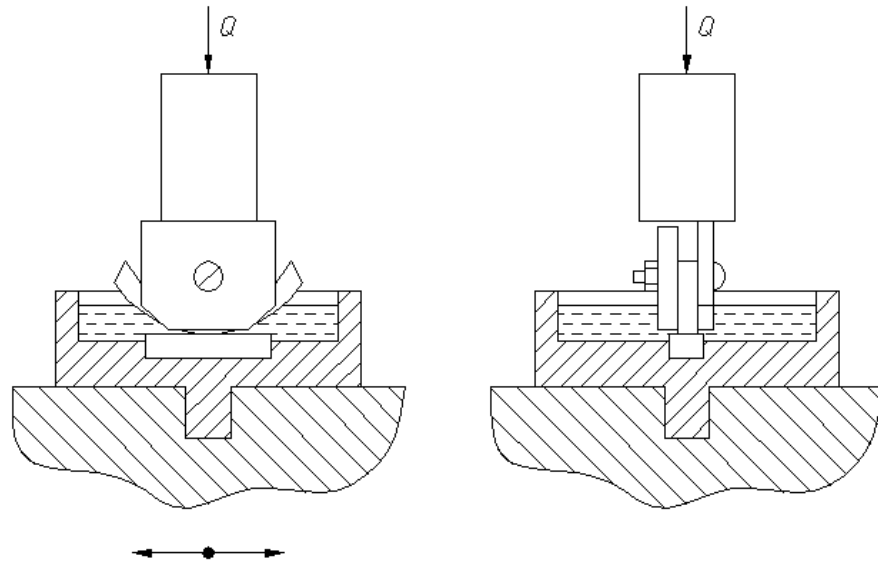


Рисунок 6.4 – Принципова схема пари тертя

Послідовність проведення експериментів:

- випробувальний зразок клапана встановлюється у тримач і затискається болтами;
- зразок з корпусу ГКр вставляється у ванну і також закріплюється болтом;
- ванну зі зразком корпусу ГКр закріплюється 2-ма болтами до каретки;
- опускається затиск з клапаном до контакту з корпусом ГКр і за допомогою тарувальної пружини задається навантаження  $Q$ ;
- вмикається установка і включається секундомір;
- визначається тривалість роботи дослідних зразків;
- виключається дослідна установка;
- знімається ванна з корпусом ГКр і зразок клапана.
- протираються зразки від мастила;
- проводиться вимірювання ваги на аналітичному приладі АСН120;

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 47   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

– продовжуються випробовування для вимірювання зміни ваги у процесі зношування (випробування проводяться для 2-х пар тертя).

#### 6.4 Результати визначення зносостійкості клапанів ГКр

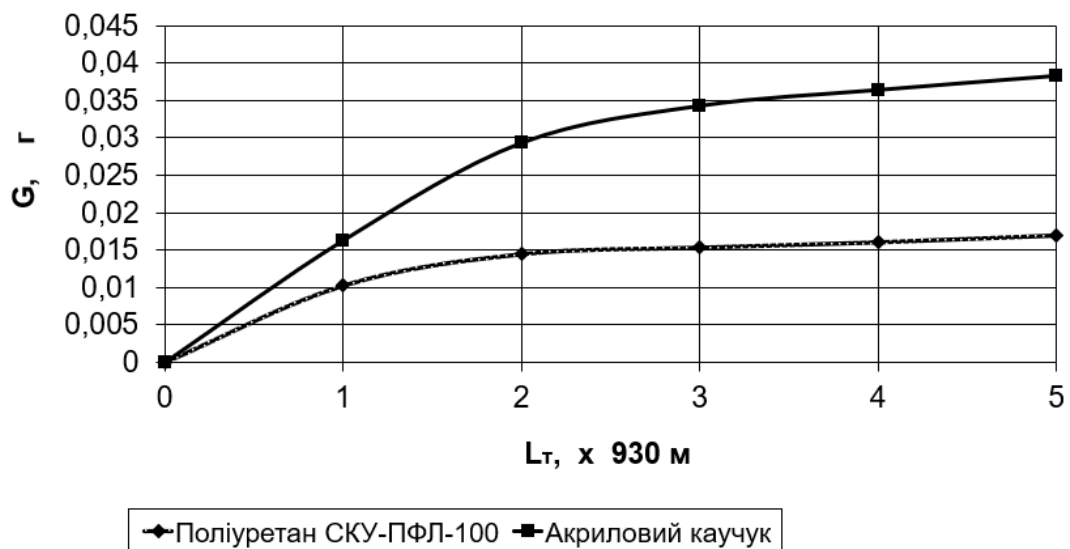
Отримані експериментальні данні заносимо до табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Результати випробувань пар тертя

| Лт, х 930 м | Поліуретан СКУ-ПФЛ-100 | Акриловий каучук |
|-------------|------------------------|------------------|
| 0           | 0                      | 0                |
| 1           | 0,010251               | 0,016274         |
| 2           | 0,014454               | 0,029301         |
| 3           | 0,015326               | 0,034243         |
| 4           | 0,016035               | 0,036367         |
| 5           | 0,0169478              | 0,038252         |

Залежність зносу клапанів гальмівного крану від шляху тертя наведена на рис. 6.1

**Залежність зносу клапанів гальмівного крану від шляху тертя**



**Рисунок 6.1 – Залежність зносу клапанів гальмівного крану від шляху тертя**

## 6.5 Інтенсивність зношування досліджуваних зразків

Для акрилового каучуку інтенсивність зношування:

$$\begin{aligned} I_{\text{Акриловий каучук}} &= (G_5 - G_2) / (L_{T5} - L_{T2}) = \\ &= (0,038252 - 0,029301) / (5 \cdot 930 - 2 \cdot 930) = \\ &= 0,008951 / 2790 = \\ &= 3,20824 \cdot 10^{-6} \text{ г/м} \end{aligned}$$

Для поліуретану інтенсивність зношування:

$$\begin{aligned} I_{\text{Поліуретан}} &= (G_5 - G_2) / (L_{T5} - L_{T2}) = \\ &= (0,0169478 - 0,014454) / (5 \cdot 930 - 2 \cdot 930) = \\ &= 0,0024938 / 2790 = \\ &= 0,89384 \cdot 10^{-6} \text{ г/м} \end{aligned}$$

Отримані дані занесені у табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Інтенсивність зношування досліджуваних зразків

| Матеріал         | I, 10 <sup>-6</sup> г/м |
|------------------|-------------------------|
| Акриловий каучук | 3,20824                 |
| АСМ              |                         |
| Поліуретан       | 0,89384                 |
| СКУ-ПФЛ-100      |                         |

Таким чином, підвищення зносостійкості становить:

$$I_{\text{Акриловий каучук}} / I_{\text{Поліуретан}} = 3,20824 / 0,89384 = 3,6 \text{ р.}$$

## Висновки

Розглянуті технічні характеристики автомобіля ЗІЛ-43276Т, призначення гальмівного механізму та його види. Досліджена будова, принцип дії, несправності, діагностика та технічне обслуговування гальмівної системи автомобіля ЗІЛ-43276Т. Спроектований технологічний процес розбирання комбінованого гальмівного крану. Розроблена технологія відновлення клапанів гальмівного крану виготовленням їх з поліуретанового еластомеру СКУ-ПФЛ-100.

Традиційно клапани гальмівного крану виготовляють з акрилового каучуку АСМ. Але ця сировина має обмежений ресурс, а виготовлені з неї деталі є найслабшою ланкою у більшості автомобілів: вони гасять тільки незначні вібрації, не дуже міцні та швидко зношуються.

Застосування в гальмівному крані клапанів, виготовлених з поліуретану СКУ-ПФЛ-100, забезпечує їх високі експлуатаційні властивості: високу міцність; хорошу еластичність; високий опір зношуванню, багатократним деформаціям і роздиранню; стійкість до дій розчинників.

Поліуретан СКУ-ПФЛ-100 – довговічний матеріал, тому його термін служби в 4-5 разів більший, ніж акрилового каучуку, а фізико-хімічні властивості цієї сировини дозволяють працювати з нею при великих навантаженнях та широкому діапазоні температур/

Ковзання клапанів з поліуретанового еластомеру, який має невеликий коефіцієнт тертя, по гальмівному крану не створює великі сили тертя, нагрів і руйнування клапанів, як це має місце при їх виготовленні з акрилового каучуку. Проведеними дослідженнями зносостійкості зразків, виготовлених з акрилового каучуку та поліуретану, встановлене підвищення зносостійкості в 3,6 разів.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 50   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

## Список використаних джерел

1. ЗІЛ-4331 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ЗИЛ-4331>
2. ЗІЛ 431410 технічні характеристики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://guzrus.com/zil-431410-texnicheskie-xarakteristiki/>
3. Вантажівки ЗІЛ-130 (ЗІЛ-431410 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nash-transport.com/truck/zil-130-zil-431410/>
4. ЗІЛ 431410: технічні характеристики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://trucksreview.ru/zil/zil-431410-tehnicheskie-harakteristiki.html#Mnogokonturnaa\\_tormoznaa\\_sistema](https://trucksreview.ru/zil/zil-431410-tehnicheskie-harakteristiki.html#Mnogokonturnaa_tormoznaa_sistema)
5. Сасов О.О. Конспект лекцій з дисципліни «Автомобілі» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Частина 1. Будова автомобіля / О.О. Сасов. – Кам'янське, ДДТУ, 2018 р. – 150 с.
6. Технічне обслуговування гальмівної системи автомобіля «ЗІЛ-431410» з пневматичним приводом [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/9388349/page:23/>
7. Комбінований гальмівний кран ЗІЛ-131 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://gaz66avto.ru/stati-po-remontu/kombinirovannyu-tormoznoy-kran-zil-131/>
8. Гальмова система автомобіля ЗІЛ-130 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.scribd.com/document/711232161/Гальмова-система-автомобіля-ЗИЛ-130>
9. Вантажівка ЗІЛ 431410 – повна характеристика автомобіля [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://interdalnoboy.com/guzoviki/description/zil-431410-samosval-4x2.html>
10. Гальмівна система ЗІЛ-130 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dzen.ru/a/Yil04rKhXTiWe3c8>

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 51   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

11. Будова і робота гальмівних механізмів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/9878847/page:2/>

12. Головний гальмовий кран ЗІЛ-130 2-х секційний [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukrgruzavto.in.ua/ua/p1672833534-glavnyj-tormoznoj-kran.html>

13. ЗІЛ-431410. Особливості конструкції [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://parm.mybb.ru/viewtopic.php?id=909>

14. Синтетичний каучук – технологія виробництва, види, властивості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://himstab.ru/info/articles/modifikatsiya-rezin/sinteticheskij-kauchuk-tehnologiya-proizvodstva-vidy-svoystva/>

15. Каучук: що це за матеріал, його властивості та застосування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.inpolimer.ru/polimery/5376/kauchuk-cto-eto-za-material-ego-svoistva-i-primenenie?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F](https://www.inpolimer.ru/polimery/5376/kauchuk-cto-eto-za-material-ego-svoistva-i-primenenie?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F)

16. Синтетичний каучук [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rubicom.su/info/articles/kauchuki/sinteticheskij-kauchuk/>

17. Акриловий каучук (АСМ) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.dangum.pl/materialy-view/акриловый-каучук-асм>

18. Акрилатні каучуки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://plastinfo.ru/information/glossary/11/1266/>

19. Акрилатні каучуки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://e-plastic.ru/slovar/a/akrilatnye\\_kauchuki/](https://e-plastic.ru/slovar/a/akrilatnye_kauchuki/)

20. Каучук акриловий АСМ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zwwg.pl/index.php/ru/materials-ru/acm>

21. Виготовлення манжет з поліуретану [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.timol.com.ua/ua/articles/izgotovlenie-manzhet-iz-poliuretana>

22. Поліуретан в машинобудуванні та автомобілебудуванні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.timol.com.ua/ua/used/mashinostroenie\\_i\\_avtomobilestroeniye](https://www.timol.com.ua/ua/used/mashinostroenie_i_avtomobilestroeniye)

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 52   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

23. Поліуретанові втулки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.timol.com.ua/ua/vtulki-i-koltsa>

24. Поліуретан – виробництво поліуретанових виробів, як отримують і формують [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://profizolit.ru/poliuretan-proizvodstvo-poliuretanovyh-izdeliy-kak-poluchayut-i-formuyut.html#:~:text=Производство%20полиуретана%20—%20это%20процесс%20сложный,—%20вспененный%2С%20жидкий%2С%20напыляемый.>

25. Поліуретан – що це за матеріал: види, властивості та застосування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://profrezina.ru/news/2414/>

26. Поліуретан - виробництво, властивості і сфери застосування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://himstab.ru/info/articles/modifikatsiya-rezin/poliuretan-proizvodstvo-svoystva-i-oblasti-primeneniya/>

27. Вироби з поліуретану [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://komvnovgorod.narod.ru/Litpoliuretany.htm>

28. HAITIAN JUPITER [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://haitian.dn.ua/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw6uWyBhD1ARIsAIMcADrq8NJIYoCiqJ4\\_Q6UBEs98VOp5HxwuH-xiQrwTpAphX5X0IbJaH44aAreIEALw\\_wcB](https://haitian.dn.ua/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw6uWyBhD1ARIsAIMcADrq8NJIYoCiqJ4_Q6UBEs98VOp5HxwuH-xiQrwTpAphX5X0IbJaH44aAreIEALw_wcB)

29. Ваги аналітичні ACN120 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.techradius.com/catalog/vesy-analiticheskie-acn120.html>

30. Кузьменко А.Г. Методи розрахунків і випробувань на зношування та надійність. Навч. посібн. / А.Г. Кузьменко. – ХДУ, Хмельницький, – 2002. – 245 с.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 53   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |

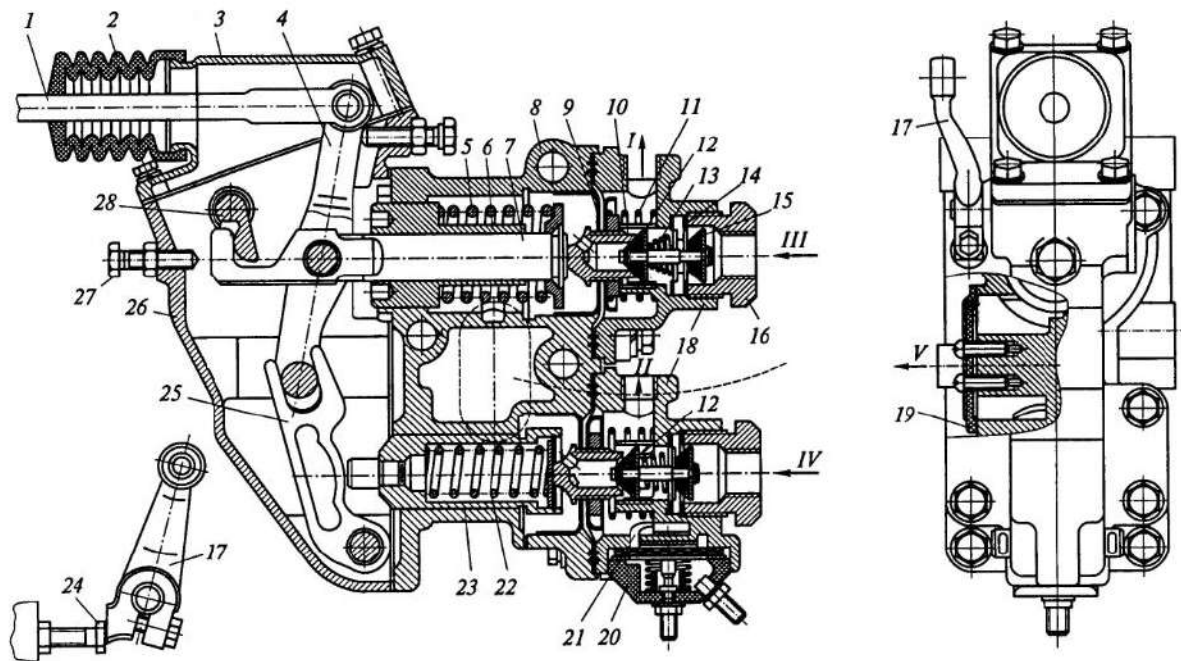
**Додатки**

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 54   |

**Графічне забезпечення дипломної роботи**

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 55   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |





1 – тяга приводу гальмівного крану; 2 – захисний чохол; 3 – кришка корпусу важелів; 4 – приводний важіль; 5 – урівноважуюча пружина секції, що управляє гальмами причепа; 6 – втулка напрямної; 7 – шток; 8 – корпус; 9 – мембрана з направляючою склянкою; 10 – сідло випускного клапана; 11 – поворотна пружина мембрани; 12 – випускний клапан; 13 – поворотна пружина подвійного клапана; 14 – сідло впускного клапана; 15 – впускний клапан; 16 – пробка (штуцер); 17 – важіль ручного приводу; 18 – клапанна кришка; 19 – клапан бічного отвору випуску стислого повітря; 20 – корпус датчика сигналу гальмування; 21 – канал для підведення стислого повітря до мембрани вмикача світлового сигналу гальмування; 22 – урівноважуюча пружина секції, що управляє гальмами автомобіля; 23 – склянка урівноважуючої пружини; 24 – упор важеля ручного приводу; 25 – фігурний важіль; 26 – корпус важелів; 27 – обмежувач ходу штока; 28 – кулак важеля ручного приводу; I – отвір для приєднання трубопроводу до магістралі причепа; II – отвір для трубопроводу до гальмівних камер автомобіля; III, IV – отвір для приєднання трубопроводу до повітряних балонів; V – отвір для виходу стислого повітря в атмосферу

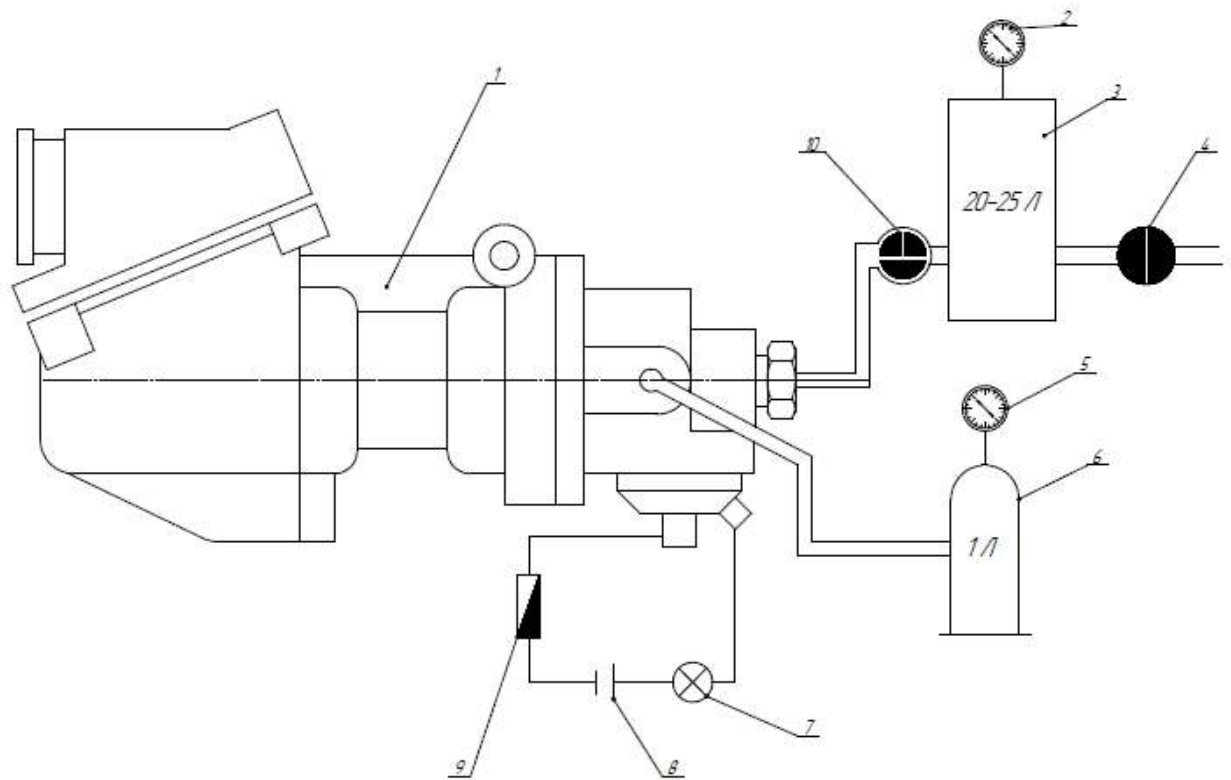
**Рисунок А2 – Комбінований (двосекційний) діафрагменний гальмівний кран автомобіля ЗІЛ-43276Т (верхня секція – зворотної дії, нижня секція – прямої дії) [11]**

|     |      |          |        |      |  |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|------------------------|------|
|     |      |          |        |      |  | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |                        | 57   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |                        |      |



**Рисунок А3 – Загальний вигляд головного гальмівного крану автомобіля ЗІЛ-43276Т [12]**

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 58   |



- 1 - Газовий кран
- 2 - Манометр
- 3 - Резервуар для повітря
- 4 - Прогідний кран
- 5 - Манометр
- 6 - Резервуар для повітря
- 7 - Контрольна лампа
- 8 - Джерело струму
- 9 - Запобіжник
- 10 - Триходовий кран

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

ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ

Арк.

59

Після складання гальмівний кран підключають на установці. Тиск повітря в резервуарі 3 має бути постійно і дорівнює  $7 \text{ кг/см}^2$  за весь час випробування. Перед випробуванням необхідно закрити по одному отвору у верхній і нижній кришках гальмівного крана, а інші отвори з'єднати з резервуаром 6. На контактні болти вмикача сигналу «Стоп» повинні бути надіті клєми від джерела струму. На установці проводять регулювання гальмівного крана, перевірку гальмівного крана на герметичність і прожездатність; перевірку прожездатності вмикача сигналу «Стоп».

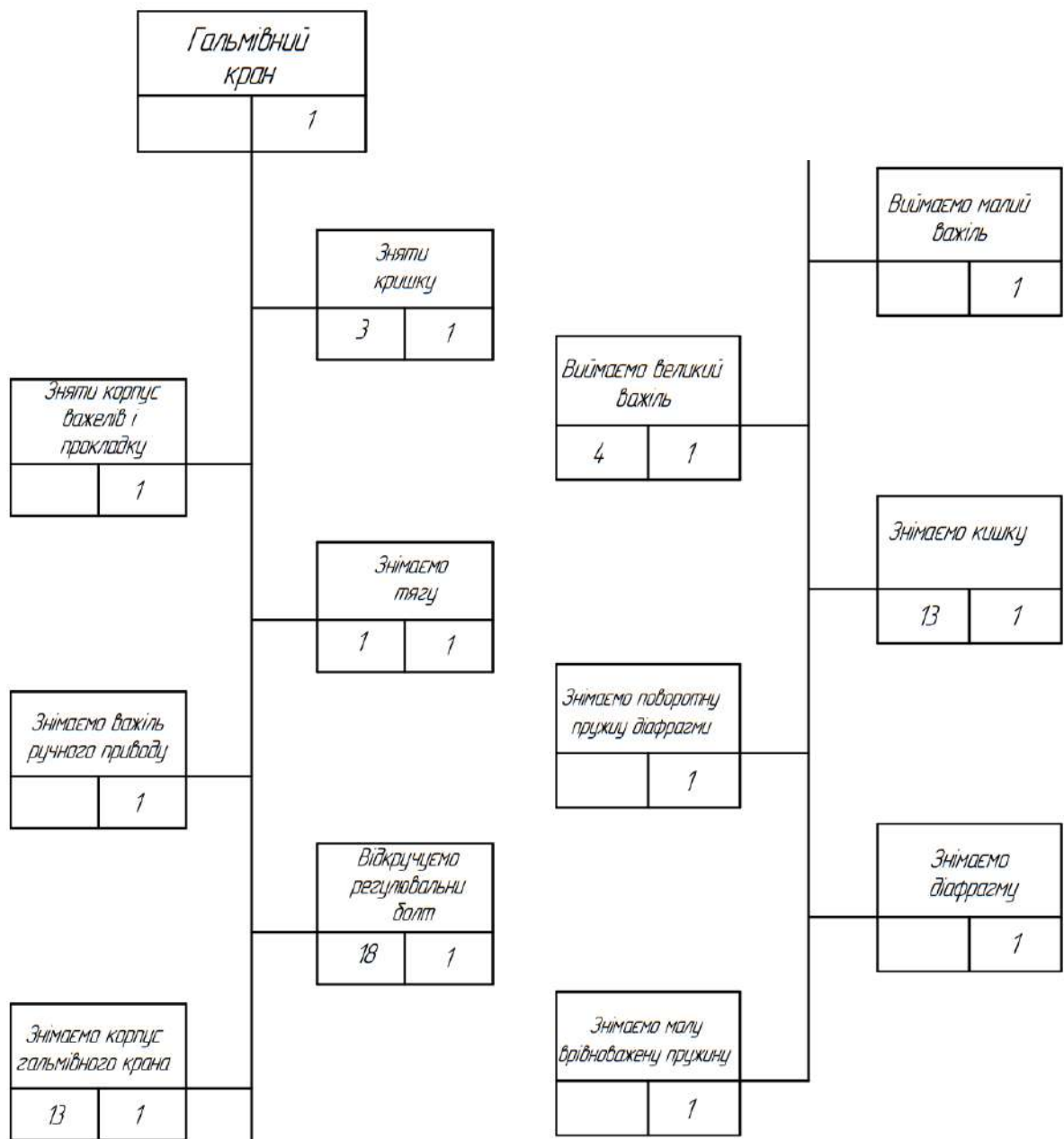
Для перевірки герметичності і прожездатності гальмівного крана закривають прохідний кран 4 і різка натискають важіль гальмівного крана. При цьому показання манометра 5 має впасти з  $4,8\text{--}5,3 \text{ кг/см}^2$  до нуля. Подіння по манометру 5 має відбутися різка. У цьому положенні необхідно стежити протягом 1 хв за показаннями манометра 5. Витік повітря не допускається. Потім різка відпустити важіль гальмівного крана. При цьому тиск по манометру 5 різка піднятися від нуля до  $4,8\text{--}5,3 \text{ кг/см}^2$ .

Випробування проводять не менше 3 разів. При плавному додатку і знятті навантаження до важеля гальмівного крана зміна показань манометра 5 має відбуватися плавно, тобто кожному праніжнану положення важеля повинні відповідати праніжні показання манометра 5. При вкляченні важеля ручного приводу гальмівного крана тиск по манометру 5 має впасти з  $4,8\text{--}5,3 \text{ кг/см}^2$ . Для перевірки прожездатності вмикача стоп-сигналу в електричний ланцюг вклячають контрольну ланпу 9. При цьому плавно збільшуючи і зменшуючи тиск повітря, владляють момент вклячення і вклячення контрольної ланпи. Тиск при цьому має бути в межах  $0,2\text{--}0,8 \text{ кг/см}^2$ .

Крім цього перевіряють надійність ізоляції вмикача стоп-сигналу, вклячаючи в електричну мережу напругою 220 В з послідовно вкляченною ланпою потужністю 50 Вт. Напруга прикладляють на клєми (у вимкнену положенні) і до корпусу протягом 5–6 сек.

**Рисунок А4 – Устаткування для випробування гальмівного крану (AutoCAD)**

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 60   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |



**Рисунок А5 – Технологічний процес розбирання гальмівного крана (AutoCAD)**



**Рисунок А6 – Термопластавтомат марки HAITIAN JUPITER**

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 62   |



**Рисунок А7 – Ваги аналітичні ACSN120 [29]**

Аналітичні ваги серії ACSN (на основі вагів АСА) з внутрішнім калібруванням і з можливістю проведення зовнішнього калібрування відрізняються високою точністю вимірів, стабільністю результатів, надійністю і дозволяють підтримувати точність вимірів без втручання користувача, легко адаптуються до змін довкілля. Потужний і чіткий графічний дисплей дозволяє зручно прочитувати результати зважувань, а детальне текстове меню робить роботу швидкою і зручною для користувача.

Основні функції:

- автонуль;
- штучне зважування;
- компенсація маси тари;
- можливість роботи з принтером і комп'ютером (RS232C);
- індикатор стабілізації;
- фільтрація зовнішніх віброперешкод;
- автоматичне виключення;
- установка дати і часу;

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        | 63   |

- автоматична компенсація чинників зовнішнього середовища;
- блокування меню і калібрування;
- скляний вітрозахисний ковпак з трибічним доступом;

Додаткові функції:

- зважування у відсотках, каратах або інших одиницях;
- рецептурне зважування;
- статистичні обчислення (середньоарифметичне, найбільше, найменше значення).

Додаткові опції:

- комплект HYDRO для визначення питомої ваги твердих тіл і рідин;

Технічні характеристики:

- ціна поділки (d) – 0.0001 г;
- ціна перевірного ділення (e) – 0,001 р.

Межі зважування:

- найбільший: 120 г;
- найменший: 0.01 г.

Клас точності ваг – спеціальний (I)

Розмір вагової чаші – 90 мм.

Конструкція вагової чаші – кругла.

Час зважування – менше 6 с.

Робочий діапазон t – від 18 до 35 С.

Габаритні розміри – (235x345x360) мм.

Маса – 5,2 кг

Рекомендована калібрувальна гиря – (E2).

Живлення – (110-240)В; (50-60)Гц.

Середній термін служби – 15 років.

|     |      |          |        |      |                        |      |
|-----|------|----------|--------|------|------------------------|------|
|     |      |          |        |      | ДРМТВА 24.19168.000 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                        | 64   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                        |      |