

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до виконання практичних робіт  
із навчальної дисципліни

**«ДІАГНОСТУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ**  
**ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ»**

*(для магістрантів 1 курсу усіх форм навчання спеціальності*  
*141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2020**

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт із навчальної дисципліни «Діагностування рухомого складу електричного транспорту» (для магістрантів 1 курсу усіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : А. В. Коваленко, В. М. Шавкун. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 55 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. А. В. Коваленко,  
канд. техн. наук, доц. В. М. Шавкун

#### Рецензент

**В. П. Шпачук**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної та будівельної механіки Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою електричного транспорту, протокол № 1 від 27.08.2019.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 Методи діагностування трамваїв і тролейбусів. Класифікація параметрів технічного стану вузлів і агрегатів.....	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2 Організація діагностування трамваїв в умовах депо. Порядок збору інформації про відмови та її обробка.....	8
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3 Організація діагностування тролейбусів в умовах депо. Порядок збору інформації про відмови та її обробка.....	11
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4 Діагностування окремих систем та агрегатів, що впливають на безпеку руху. Рульове керування тролейбуса.....	15
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5 Діагностування окремих систем та агрегатів, що впливають на безпеку руху. Гальмівна система тролейбуса.....	23
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6 Діагностування електричних машин рухомого складу електричного транспорту (тяговий електричний двигун, додаткові електричні машини).....	34
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7 Діагностування низьковольтної системи живлення рухомого складу електричного транспорту (світлова сигналізація, акумуляторні батареї).....	43
СПИСОК ДЖЕРЕЛ .....	55

## ВСТУП

Мета дисципліни «Діагностування рухомого складу електричного транспорту» – формування у студентів узагальненої системи знань про методи, засоби та алгоритми визначення технічного стану обладнання рухомого складу міського електротранспорту.

Практичні роботи розширюють і поглиблюють теоретичні знання, дозволяють набути досвіду самостійного опрацювання технічної літератури і складання документації з технічного обслуговування та діагностування рухомого складу електричного транспорту, а також одержати навички користування нормативною, довідковою і навчальною літературою.

Тематика практичних робіт повинна максимально відповідати інтересам галузі, сучасному рівню розвитку техніки, обсягу теоретичних знань, отриманих за час навчання і готувати студентів до практичної діяльності на підприємстві.

Ці методичні вказівки розроблені відповідно до програми дисципліни «Діагностування рухомого складу електричного транспорту» з урахуванням досвіду проведення практичних робіт на кафедрі електричного транспорту ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, а також автотранспортних, залізничних ЗВО які ведуть підготовку фахівців для технічного обслуговування і ремонту техніки.

Перед початком виконання практичних робіт студенти повинні пройти інструктаж з охорони праці та розписатися у спеціальному журналі. Перед виконанням кожної роботи студенти додатково проходять інструктаж на робочому місці, під час якого звертають увагу на особливості охорони праці при виконанні конкретних практичних робіт.

Методичні рекомендації призначені для магістрантів 1 курсу денної та заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, а також рекомендуються при проведенні практичних занять у процесі вивчення дисципліни «Діагностування рухомого складу електричного транспорту».

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

### Методи діагностування трамваїв і тролейбусів. Класифікація параметрів технічного стану вузлів і агрегатів

Мета роботи: вивчити основні методи діагностування електричного транспорту та класифікацію параметрів технічного стану вузлів і агрегатів.

#### Загальні положення

Діагностика рухомого складу – це галузь знань, яка вивчає і встановлює ознаки несправного стану машини, а також методи та обладнання за допомогою якого дається діагноз про технічний стан вузла, агрегату чи системи без їхнього розбирання (за прийнятою класифікацією) і прогнозується ресурс їхньої справної роботи.

Примітка. Діагностика є часткою контролю технічного стану рухомого складу за діагностичними параметрами.

До основи організації діагностики покладена планово-попереджувальна система ТО і Р, а також діюче «Положення про ТО і Р рухомого складу». В системі управління технічної служби підприємства діагностика є контролюючим блоком. Діагностика в умовах підприємства повинна:

- Виявляти рухомий склад (з числа, що експлуатуються), технічний стан якого не відповідає вимогам безпеки руху.
- Виявляти перед ТО несправності, для усунення яких необхідні регульовальні, або ремонтні роботи (якщо для усунення несправності необхідні більші затрати робочого часу, то такі роботи виконуються перед ТО).
- Виявляти чи уточняти перед поточними ремонтами причини відмови чи несправності.
- Контролювати якість ТО та поточного ремонту.
- Прогнозувати ресурс справної роботи вузлів, агрегатів і рухомого складу в цілому.
- Збирати, обробляти і видавати інформацію, що необхідна для управління виробництвом.

В процесі обслуговування регульовальні і ремонтні роботи виконуються тільки за необхідності (у тих випадках, коли при контролі чи діагностуванні виявлено відмову агрегату, вузла, деталі, або встановлено, що діагностичні параметри вийшли за допустимі значення).

Діагностика рухомого складу за призначенням, періодичністю, переліком виконаних робіт, трудоемністю і місцю у технологічному процесі ТО і Р розподіляється на два основних види: загальну Д-1 і заелементну (поглиблену) Д-2. Загальна діагностика Д-1 проводиться з періодичністю ТО-1. Вона передбачається головним чином для визначення технічного стану вузлів і агрегатів, що забезпечують безпеку руху. У процесі Д-1 виконуються необхідні регульовальні роботи (без розбирання) вузлів і агрегатів. Д-1 може застосовуватися тільки для виявлення придатності рухомого складу до подальшої експлуатації. У цьому випадку у результаті Д-1 видається

інформація (у формі «придатний» або «непридатний») про можливість подальшої роботи рухомого складу без регулювальних і ремонтних втручань або необхідності усунення виявлених несправностей. Цей вид Д-1 проводиться перед ТО-1. У тих випадках, коли робота рухомого складу здійснюється в умовах підвищеної небезпеки (у великих містах, гірських умовах тощо), періодичність загального діагностування може бути зменшена до проведення його щоденно.

Заелементне (поглиблене) діагностування Д-2 призначено для виявлення прихованих несправностей, визначення їх місця, причини і характеру. Основною метою Д-2 є виявлення несправностей рухомого складу, усунення яких потребує виконання робіт більшої трудоемності і які нерационально поєднувати з роботами ТО-2. Ці роботи необхідно проводити до ТО-2 у зоні поточного ремонту. Крім цього у процесі Д-2 виявляється об'єм регулювальних і ремонтних робіт, які можна суміщати з ТО-2.

За результатами Д-2 складається поглиблений діагноз, прогнозується ресурс справної роботи і встановлюється обсяг регулювальних робіт, які необхідні для підтримання справного технічного стану рухомого складу до наступного Д-2, яке виконується перед ТО-2 за 1-2 дні.

Під час проектування нових підприємств необхідно передбачати створення дільниці діагностики, яка забезпечить діагностування рухомого складу Д-1, Д-2 та незаплановані ремонти. Окремі стенди (гальмівний, стенд ходових якостей) можна встановлювати також на дільницях ТО-1, ТО-2. Під час установки гальмівного стенда і стенда ходових якостей на поточній лінії ТО-1, Д-1 об'єднується з ТО-1 і виконується тією ж бригадою.

На практиці застосовують три основні методи діагностування рухомого складу:

1. Діагностування за параметрами робочих процесів (потужність двигуна, витрати електроенергії, гальмівний шлях тощо). Ці параметри вимірюють під час руху (в динаміці). При цьому необхідно, щоб умови (режими) роботи механізмів відповідали або були наближені до характерних (реальних) умов експлуатації рухомого складу.

2. Діагностування за параметрами супроводжуваних процесів, які непрямо характеризують технічний стан механізмів рухомого складу. До таких параметрів можна віднести нагрів деталі, шуми, вібрації тощо. Ці параметри вимірюються також під час роботи механізмів.

3. Діагностування за структурними параметрами (знос деталей, зазори у сполученнях тощо). Ці параметри вимірюються, коли механізми не працюють.

Нижче наведена класифікація параметрів, за якими діагностують рухомий склад.



Рисунок 1 – Класифікація параметрів, за якими діагностують рухомий склад

Зміна структурних параметрів супроводжується змінами параметрів робочих і супроводжуючих вихідних процесів рухомого складу, які можуть спостерігатися і вимірюватися без розбирання (або з частковим розбиранням) контрольованого агрегату.

Із усього різноманіття можливих діагностичних параметрів вибирають і використовують у практичних цілях лише ті параметри, які відповідають стабільності, широті вимірів, доступності і зручності виміру, інформативності і технологічності.

Вимога стабільності встановлює можливу величину відхилення діагностичного параметра від свого середнього значення, що характеризує розсіювання параметра від свого середнього значення структурного параметра і умов їх вимірювання.

Вимога широти виміру встановлює діапазон виміру діагностичних параметрів, що відповідає заданій величині зміни структурних параметрів. Чим більший діапазон виміру діагностичних параметрів, тим вище його інформативність.

За обсягом і характером передаваної інформації власні діагностичні параметри класифікують на загальні і взаємозалежні.

Власні – незалежно від інших вказують на конкретну несправність.

Загальні – характеризують технічний стан діагностичного об'єкта у цілому.

Взаємозалежні – оцінюють несправність тільки за сукупністю деяких вимірних параметрів.

За змістом передаваної інформації діагностичні параметри розподіляють на три групи:

1) параметри, що дають інформацію про технічний стан об'єкта, але не характеризують його функціональних можливостей;

2) параметри, що дають інформацію про функціональні можливості об'єкта, але не дають інформацію про його технічний стан;

3) параметри (комбіновані), що дають інформацію як про технічний стан об'єкта, так і його функціональні можливості.

Таким чином, визначене значення структурного параметра  $P_c$  є функцією від якихось  $j$  - х ( $j = 1, 2, 3, \dots, m$ ) діагностичних параметрів  $P_d$ , а саме  $P_c = f(P_d)$ .

Із всього різноманіття  $P_d$  обирають у першу чергу ті, у яких функціональна залежність наближається до лінійної і однозначної, і в меншій ступені залежить від супроводжуючих і робочих процесів.

### Запитання до практичної роботи № 1

1. Які основні методи діагностування електричного транспорту?
2. Як класифікують параметрів технічного стану вузлів і агрегатів?
3. Які вимоги висувають до діагностичних параметрів?
4. Які основні задачі діагностики?

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2**

### **Організація діагностування трамваїв в умовах депо. Порядок збору інформації про відмови та її обробка**

Мета роботи:

1. Вивчити технологічний процес технічного обслуговування з виділенням контрольно-діагностичних робіт.
2. Отримати навички складання алгоритму діагностування вузлів і агрегатів.
3. Ознайомитися з порядком збору та обробки інформації щодо відмов різних систем і агрегатів трамвайних вагонів
4. Порядок заповнення та ведення документації, яка використовується під час обслуговування та діагностування трамваїв.

Місце проведення: Салтівське трамвайне депо міста Харкова. Робоче місце: Цех технічного обслуговування та дільниця з ремонту та випробування вузлів і агрегатів трамваїв.



## Завдання та порядок оформлення звіту з практичної роботи

1. Щоб мати уявлення про підприємство робота повинна починатись з характеристики конкретного трамвайного депо:

- Історія розвитку.
- Характеристика рухомого складу, що експлуатується на даному підприємстві;
- Техніко-економічні показники роботи трамвайного депо за останні роки.

2. Технологічний процес технічного обслуговування з виділенням контрольно-діагностичних робіт:

- порядок постановки вагонів на технічне обслуговування (ТО-1);
- кількість постів (тактів) і які роботи виконуються на кожному з них;
- основне обладнання, за допомогою якого обслуговують і контролюють вузли і агрегати трамваїв на ТО-1.

3. Визначити структурні та діагностичні параметри та скласти алгоритм діагностування наступних вузлів та агрегатів:

- струмоприймач трамвайного вагону;
- тяговий електричний двигун.

4. Документація, що застосовується під час роботи на дільницях з ремонту та випробування вузлів і агрегатів рухомого складу:

- Порядок ведення.
- Обробка інформації про відмови.

5. Заходи з охорони праці на підприємстві.

### Характеристика Салтівського трамвайного депо м. Харкова

Комунальне підприємство «Салтівське трамвайне депо» міста Харкова було відкрито 6 листопада 1982 року. Площа Салтівського трамвайного депо становить 20,8 га. Депо являє собою комплекс будинків і споруджень, призначених для зберігання, технічного обслуговування і ремонту трамвайних вагонів типу Т-3.

Місце розташування будинків і споруджень обрано з обліком їхнього технологічного зв'язку з основним будинком депо, вимог протипожежних умов і забезпечення поїзними шляхами. Відстійна площадка розрахована на одночасне зберігання всього рухомого складу. Депо й майстерні призначені для експлуатації рухомого складу трамвайних вагонів типу Т-3.

Салтівське депо має наступні підрозділи:

- Апарат керування.
- Цех технічного обслуговування рухомого складу.
- Дільниця ремонту рухомого складу.
- Заготівельна дільниця.
- Відділ експлуатації.
- Відділ по збору виторгу.

- Відділ головного механіка.
- Відділ головного енергетика.

Коло обов'язків структурних підрозділів і кожного працівника обумовлене функціональними обов'язками й посадовими інструкціями у встановленому порядку.

Керівництво всією виробничою, оперативною й адміністративною роботою здійснюється директором депо.

Керівництво виробничо-технічною діяльністю депо покладається на першого заступника директора депо – головного інженера.

Керівництво експлуатаційною діяльністю депо покладається на заступника директора депо з експлуатації.

Керівництво із забезпечення господарського й оперативно-технічного обслуговування із забезпечення надійною й високопродуктивною роботою верстатного, сантехнічного устаткування, вантажопідйомних механізмів здійснюється заступником директора депо із загальних питань.

Відділ організації праці робить контроль витрат встановлених фондів заробітної платні, правильним застосуванням тарифної системи схем посадових окладів і трудового законодавства у галузі заробітної платні.

Технічний відділ веде технічну документацію.

Бухгалтерія веде бухгалтерський облік всієї господарської діяльності підприємства у цілому й окремих його підрозділах. Відділ кадрів здійснює підбір кадрів.

Цех з ремонту й технічного обслуговування рухомого складу робить щоденне обслуговування, технічні огляди й ремонти трамвайних вагонів. До складу цеху входять:

- Дільниця з технічного обслуговування рухомого складу.
- Заготівельна дільниця.
- Дільниця з ремонту рухомого складу.
- Акумуляторна дільниця.
- Токарська дільниця.
- Малярська дільниця.
- Електроапаратна дільниця.
- Дільниця з ремонту електричних машин.

Депо забезпечує виконання плану пасажирських перевезень з високою культурою обслуговування пасажирів, забезпечує збереження, виконує плани за всіма техніко-економічними показниками.

Основним господарським завданням депо є здійснення пасажирських перевезень на закріплених маршрутах з високою культурою обслуговування.

Депо здійснює зберігання, щоденні обслуговування, технічні обслуговування, ремонти наявного на балансі рухомого складу відповідно до затверджених планів, технічних умов й вимог правил експлуатації.

Забезпечує випуск для роботи на лінію справного, підготовленого й екіпірованого рухомого складу відповідно до затверджених підприємством графіками й вимогами із забезпечення безпеки руху.

Забезпечує дотримання правил охорони праці, промислової санітарії й правил пожежної безпеки.

### Запитання до практичної роботи № 2

1. Який технологічний процес технічного обслуговування з виділенням контрольно-діагностичних робіт?
2. Які основні принципи складання алгоритму діагностування вузлів і агрегатів?
3. Який порядок збору та обробки інформації щодо відмов різних систем і агрегатів трамвайних вагонів?
4. Який порядок заповнення та ведення документації, яка використовується під час обслуговування та діагностування трамваїв?

### **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3**

#### **Організація діагностування тролейбусів в умовах депо. Порядок збору інформації про відмови та її обробка**

Мета роботи:

1. Вивчити технологічний процес технічного обслуговування з виділенням контрольно-діагностичних робіт.
2. Отримати навички складання алгоритму діагностування вузлів і агрегатів
3. Ознайомитися з порядком збору та обробки інформації щодо відмов різних систем і агрегатів тролейбусів;
4. Порядок заповнення та ведення документації, яка використовується під час обслуговування та діагностування тролейбусів у депо.

Місце проведення: Тролейбусне депо № 3 міста Харкова.

Робоче місце: Цех технічного обслуговування та дільниця з ремонту та випробування вузлів і агрегатів тролейбусів.

Завдання та порядок оформлення звіту з практичної роботи

1. Щоб мати уявлення про підприємство робота повинна починатись з характеристики конкретного тролейбусного депо:
  - Історія розвитку;
  - Характеристика рухомого складу, що експлуатується на даному підприємстві;
  - Техніко-економічні показники роботи тролейбусного депо за останні роки;
2. Технологічний процес технічного обслуговування з виділенням контрольно-діагностичних робіт:
  - порядок постановки рухомого складу на технічне обслуговування (ТО-1);
  - кількість постів (тактів) і які роботи виконуються на кожному з них;

- основне обладнання ,за допомогою якого обслуговують і контролюють вузли і агрегати тролейбусів на ТО-1;
3. Визначити структурні та діагностичні параметри та скласти алгоритм діагностування наступних вузлів та агрегатів:
- ізоляція тролейбуса;
  - колеса і шини.
4. Документація, що застосовується під час роботи на дільницях з ремонту та випробування вузлів і агрегатів рухомого складу:
- Порядок ведення;
  - Обробка інформації про відмови.
5. Заходи з охорони праці на підприємстві.

#### Характеристика тролейбусного депо № 3 м. Харкова

Комунальне підприємство «Тролейбусне депо № 3» знаходиться в зоні концентрації промислових підприємств і обслуговує три великі житлові райони, що примикають до цієї промислової зони. Депо здано до експлуатації 23 серпня 1975 року. Воно побудовано за типовим проектом на 200 одиниць рухомого складу, займає площу 9,82 га. Максимальне наповнення було наприкінці 80-х – початку 90-х років минулого сторіччя. Тоді інвентар складав 232 одиниці і випускалося щодня на лінію 192 тролейбуси. На сьогодні інвентар складає 108 одиниць пасажирських тролейбусів і 7 спецмашин, випуск - 85 тролейбусів.

Воно, як і будь-яке подібне експлуатаційне депо, призначене для збереження і планово-попереджувальних ремонтів рухомого складу, технічного обслуговування і поточного утримання, усунення на лінії несправностей рухомого складу.

У депо виконуються усі види технічних впливів, включаючи і капітальні ремонти, відповідно до системи технічного обслуговування і ремонтів рухомого складу міського електричного транспорту (наказ № 120 від 03.12.1991 року Державного комітету України з житлово-комунального господарства). Встановлені системою періодичності і тривалості виконання усіх видів технічних впливів приведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Виробнича програма депо

<b>Вид ТВ</b>	<b>Найменування технічних впливів</b>	<b>Періодичність</b>	<b>Тривалість</b>
ЩО	Щоденне обслуговування	щодоби	0,7–0,8 годин
ТО-1	Перше технічне обслуговування	7 діб	2,2–2,5 годин
ТО-2	Друге технічне обслуговування	16 тис. км	10 годин
СО	Сезонне обслуговування	2 рази на рік	2 години
СР	Середній ремонт	80 тис. км	9 днів
КР	Капітальний ремонт	240 тис. км	19 днів
НР	Незапланований ремонт:	-	за обсягом робіт
	Заявочний нічний	-	2 години
	Заявочний денний	-	2 години
	Випадковий без підйому	-	8 годин

Тролейбуси, що повертаються до депо, підлягають щодобовому нічному обслуговуванню на дільниці технічного обслуговування (ТО) цеху технічного обслуговування ремонту рухомого складу (ЦТО і ЦРРС). У складі цеху для цього виду ТО існує дві дільниці: підготовчий мийно-прибиральний корпус, що має мийну машину, і дільниця безпосередньо обслуговувань. Він має три потокові лінії - дві для обслуговування й одну для виконання заявочних ремонтів. Лінії обладнані ремонтними оглядовими канавами, пересувними електрифікованими домкратами й іншим устаткуванням для ремонту РС. Тролейбуси, на яких виконані всі об'єми робіт, виставляються на майданчик відкритого зберігання відповідно до ранкового випуску.

Розстановка на майданчику виконується диспетчером по парку разом з бригадою маневрових водіїв. Диспетчер створює карту на базі шаблону, у якій відзначене місце на майданчику для кожного тролейбуса, що бере участь у ранковому випуску відповідно до розкладу. Для тролейбусів, що залишені в депо з ремонту, відведені спеціальні місця на відстійному майданчику. Крім того, вони концентруються на накопичувальному майданчику перед цехом.

Водій, прийшовши на зміну, на карті-схемі, що вивішується в диспетчерській), може без додаткової інформації розшукати свій тролейбус.

ТО-1 проводиться на тих же оглядових канавах, тільки тепер кожна канава спеціалізується за визначеним типом РС. Два потоки обслуговують тролейбуси ЗіУ-9, ЛАЗ і Богдан і один - тролейбуси 14 ТР. За тролейбусами 14ТР закріплена бригада висококваліфікованих фахівців, що «супроводжує» рухомий склад за всіма видами ТО і ремонтів, виконуваних у депо. Час проходження поточною лінією обмежується 1 год. 40 хв. Якщо на машині необхідно виконати додаткові об'єми робіт, вона переставляється на канава незапланованих ремонтів. Таких канав для ЗіУ-9, ЛАЗ, Богдан дві, одна з яких виділена для трудомістких, що перевищують один робочий день, ремонтних робіт. Ще одна канава спеціалізується на незапланованих ремонтах чистих тролейбусів. Всі канава обладнані пересувними електрифікованими домкратами, розводкою труб для механізованого змащення вузлів тролейбусів і освітленням на 36 В.

Середній ремонт робиться у цьому ж цеху, але на іншій дільниці, розташованій з протилежної сторони цеху. Місячний план ремонтів обумовлює виробничу програму для заготівельних дільниць. Вони в планувальному рішенні знаходяться між двома вищезгаданими дільницями для оптимізації технологічних переміщень вузлів і агрегатів тролейбусів, а також ремонтного персоналу. Для середнього ремонту виділено чотири машиномісця і два - для капітального ремонту.

Для аварійних машин, що побували в дорожньо-транспортних пригодах, і для заміни секцій лонжеронів рами організована окрема дільниця зі спеціальною оснасткою й устаткуванням. Вона теж відноситься до ЦТО і ЦРРС.

Фарбування рухомого складу виконується в малярному відділенні, що складається з двох тактів - безпосередньо фарбування РС і сушильної камери.

Крім загального фарбування може виконуватися і косметичне. Звичайно це трапляється після незначних ушкоджень кузова або на ТО-2.

У організаційному плані для координації дій усіх дільниць, зайнятих ремонтом тролейбусів, вони об'єднані в один ремонтний цех і очолюються одним керівником - начальником цеху.

Така організаційна структура має цілий ряд переваг перед традиційною, характерною для переважної більшості підприємств міського електротранспорту. Вирішальний чинник такий, що усі важелі керування технічним обслуговуванням і ремонтом рухомого складу сконцентровані в одних руках. Звідси випливає тісний взаємозв'язок і взаємозалежність усіх ділянок у кінцевому результаті роботи – випуску і надійній експлуатації рухомого складу на лінії.

Відповідно до призначення і до технологічного процесу в тролейбусному депо № 3 є такі споруди і підрозділи :

#### 1. ЦЕХ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ РС (ЦТО і ЦРРС):

- підготовчий мийно-прибиральний корпус;
- дільниця проведення щоденного обслуговування (ЩО);
- дільниця проведення ТО-1;
- дільниця проведення ТО-2;
- дільниця середніх і капітальних ремонтів;
- заготівельна дільниця;
- шиноремонтна майстерня;
- дільниця ремонту меблів;
- малярська ділянка.

#### 2. ДІЛЬНИЦЯ ГОЛОВНОГО МЕХАНІКА

- дільниця енергогосподарства;
- дільниця ремонту механічного устаткування, оснастки, пристосувань та інструмента;
- дільниця теплових, водопровідних і каналізаційних мереж;
- автотранспортна дільниця.

#### 3. МИЙНО-ПРИБИРАЛЬНИЙ КОРПУС

#### 4. АДМІНІСТРАТИВНО-ПОБУТОВИЙ КОРПУС

#### 5. БУДІВЛЯ ВІДДІЛУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

#### 6. ЦЕНТРАЛЬНИЙ СКЛАД ЗБЕРІГАННЯ МАТЕРІАЛЬНИХ ЦІННОСТЕЙ

#### 7. СКЛАД ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

### Запитання до практичної роботи № 3

1. Який технологічний процес технічного обслуговування з виділенням контрольно-діагностичних робіт?

2. Які основні принципи складання алгоритму діагностування вузлів і агрегатів?

3. Який порядок збору та обробки інформації щодо відмов різних систем і агрегатів тролейбусів?

4. Який порядок заповнення та ведення документації, яка використовується під час обслуговування та діагностування тролейбусів у депо?

### **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4** **Діагностування окремих систем та агрегатів, що впливають на безпеку руху. Рульове керування тролейбуса**

Мета роботи: вивчити методи та діагностичне обладнання для контролю основних параметрів рульового керування.

#### Загальні положення

Рульове керування (рис. 4.1) складається з: рульового колеса, рульової колонки, карданної передачі, кутового редуктора, рульового механізму з вмонтованим гідропідсилювачем, оливного насоса, бачка, трубопроводів і шлангів високого і низького тиску.

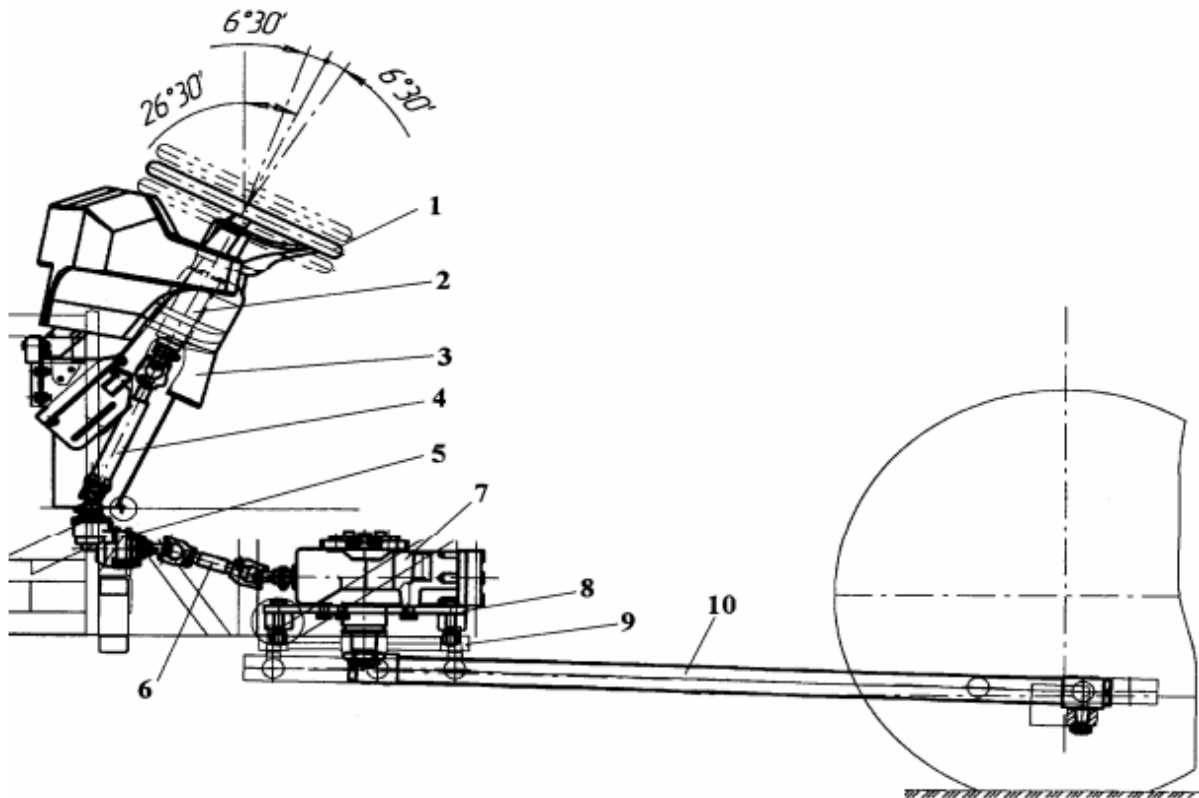


Рисунок 4.1 – Рульове керування:

- 1 – рульове колесо; 2 – рульова колонка; 3 – кожух рульової колонки;
- 4 – карданний вал рульової колонки; 5 – кутовий редуктор; 6 – карданний вал рульового механізму; 7 – рульовий механізм з вмонтованим гідропідсилювачем; 8 – кронштейн; 9 – сошка; 10 – поздовжня тяга

Схема циркуляції рідини показана на рисунку 4.2.

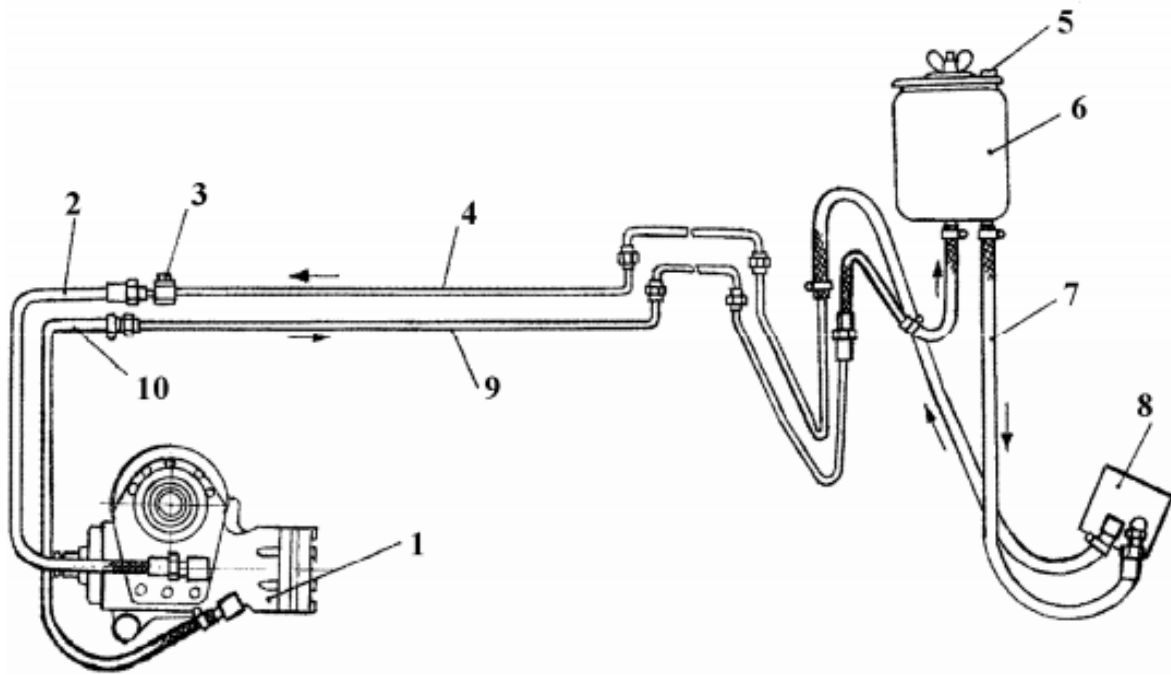


Рисунок 4.2 – Схема циркуляції рідини у системі гідропідсилювача керма:

- 1 – рульовий механізм з гідропідсилювачем; 2 – шланг високого тиску;  
 3 – пробка контрольна для установки манометра; 4 – трубопровід високого тиску; 5 – щуп; 6 – бачок; 7 – шланг; 8 – насос; 9 – трубопровід низького тиску;  
 10 – шланг низького тиску

*Гідропідсилювач рульового керування* зменшує фізичне зусилля водія, яке необхідно прикласти до рульового колеса при повороті передніх коліс тролейбуса; пом'якшує удари, що виникають внаслідок нерівностей дороги; підвищує надійність керування рухом тролейбуса; контролює напрям руху у разі падіння тиску в шинах передніх коліс.

Механічна частина рульового механізму виконана за типом: гвинт-гайка-поршень зубчатий сектор.

Гідравлічна частина – гайка-поршень. Оливний насос створює у гідросистемі тиск оливи, яка надходить під гайку-поршень і таким чином прискорює його рухливість.

*Насос гідропідсилювача керма* подає гідравлічну оливу до гідропідсилювача рульового механізму. Олива з бачка 6 усмоктується в порожнину насоса 8, і лопастями під тиском 6 МПа по трубопроводу нагнітається в підпоршневу порожнину гідропідсилювача, надмірна кількість оливи з порожнини рульового механізму повертається трубопроводом 9 до бачка. Кругова циркуляція оливи забезпечує безперебійну роботу керування кермом.

У бачку (рис. 4.3) установлений паперовий фільтруючий елемент змінного типу РГМ 620-1 ТУ 34.3-30386962-002-2001. На кришці бачка є отвір вимірювача (щупа) рівня оливи. Оливу до бачка заливають за допомогою воронки при знятій кришці і непрацюючому електродвигуні.



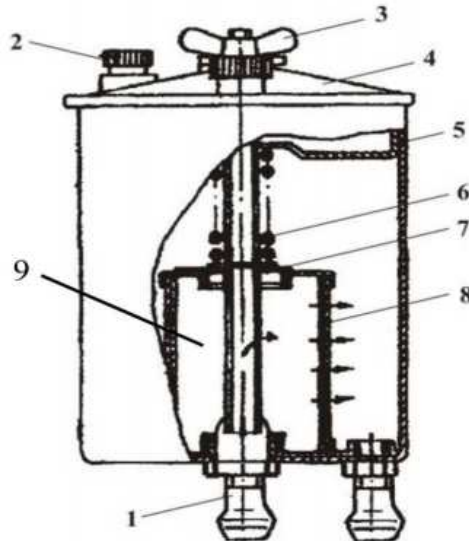


Рисунок 4.3 – Бачок насоса гідропідсилювача

1 – штуцер; 2 – вимірювач (щуп) рівня; 3 – гайка; 4 – кришка; 5 – корпус бачка;  
 6 – пружина; 7 – клапан; 8 – сітка фільтруючого елемента;  
 9 – фільтруючий елемент

#### Діагностування рульового керування

Рульове керування відноситься до вузлів (систем), що забезпечують безпеку руху, тому діагностування його необхідно проводити під час ТО-1.

Відмова елементів рульового керування може призвести до непередбачених наслідків, які загрожуватимуть життю як пасажирів, так і оточуючих.

Основні ознаки порушення нормальної роботи елементах рульового керування наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні ознаки порушення нормальної роботи та структурні зміни в елементах рульового керування

Зовнішні ознаки порушення нормальної роботи	Структурні зміни взаємодіючих елементів	Необхідні діагностичні, ремонтні втручання
1	2	3
Надмірний люфт рульового колеса	Знос деталей шарнірів рульових тяг. Послаблення кріплення картера рульового механізму, поворотних важелів до цапф	Перевірити та усунути люфт Перевірити і затягнути болти кріплення картера рульового механізму, гайки поворотних важелів

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
Підвищений люфт рульового колеса при відсутності люфту у з'єднанні рульових тяг та при закріпленому картері рульового механізму Поява легких стуків і люфту при покачуванні вивішених передніх коліс рухомого складу	Знос робочої пари або підшипників черв'яка рульового механізму  Знос шворнів чи втулок	Перевірити та при необхідності відрегулювати рульовий механізм  Перевірити, при необхідності замінити шворні та втулки
Рульове колесо повертається туго	Заїдання шворнів поворотних цапф. Заїдання рульового механізму	Перевірити, при необхідності змастити, долити мастило до картеру рульового механізму
Тролейбус «уведе» в бік	Погнутість елементів ходової частини та рульового керування	Перевірити та замінити погнуті деталі
Повна відсутність зусилля	Послаблення натяжіння ременя привода насоса підсилювача	Відрегулювати натяжіння ременя
Підвищений шум	Зниження рівня мастила у бачку. Забруднення фільтра. Наявність повітря у системі	Долити мастило Промити фільтр Видалити повітря

Загальна оцінка технічного стану рульового керування без розбирання і зняття його з місця виконується за величиною сумарного люфту і за зусиллям, яке необхідне для повороту рульового колеса. Сумарний люфт рульового колеса складається із люфтів у підшипниках маточин передніх коліс, у шворневих з'єднаннях, в елементах рульового привода і в рульовому механізмі. Найбільший вплив на сумарний люфт несе стан підшипників передніх коліс і рульового механізму. Люфт рульового колеса з'являється у результаті зносу або послаблення кріплення елементів переднього мосту і рульового привода. Втрати на тертя складаються із сил тертя в елементах передніх коліс, шворневих з'єднаннях і рульового керування, що проявляються головним чином у результаті неправильної зборки і регулювання вузлів, при порушенні геометричних співвідношень деталей привода і відсутності змащення.

У результаті сил тертя, що виникають в наслідок надмірного затягування елементів рульового привода і підшипників маточин передніх коліс різко збільшується зусилля на рульовому колесі під час повороту тролейбуса, збільшується знос деталей, що викликає втомлюваність водія і знижує безпеку руху. Погіршується стабілізація передніх коліс (намір їх повернутися після

повороту рульового колеса у положення, що відповідає прямолінійному руху тролейбуса).

У справному рульовому керуванні сила тертя при вивішених передніх колесах змінюється у межах від 3 до 8 кгс. При повороті рульового колеса у крайнє положення найменша сила тертя у середньому положенні.

Візуальна (суб'єктивна) оцінка технічного стану рульового керування виконується шляхом повороту рульового колеса у крайнє положення при прямолінійному напрямку керування коліс з приблизною оцінкою сумарного люфту.

Динамометр-люфтомір моделі 523 і модернізований (модель К-402, рис. 4.4) застосовується для об'єктивного діагностування технічного стану рульових керувань рухомого складу.

Діагностування відбувається наступним чином:

- Вивісити передній міст тролейбуса на канаві і поставити колеса у положення прямолінійного руху;
- Закріпити на ободі рульового колеса динамометр зі шкалою, а на рульовій колонці стрілку люфтоміра;
- Перевірити силу тертя в елементах рульового керування обертанням рульового колеса за динамометр з одного крайнього положення в інше. При наявності гідропідсилювача рульове керування перевіряють коли колеса не підвішені;
- Заміряти люфт рульового колеса прикладаючи до динамометра зусилля 1 кгс спочатку вліво, а потім вправо. Допустимий люфт рульового колеса складає  $15^\circ$ .

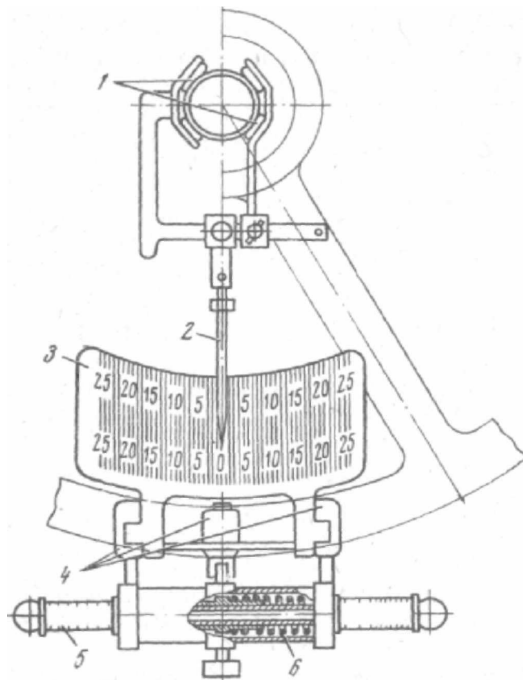


Рисунок 4.4 – Динамометр-люфтомір моделі К-402 для діагностування рульового керування:

- 1 – захвати; 2 – стрілка; 3 – шкала люфтоміра; 4 – замок;
- 5 – динамометрична рукоятка зі шкалою; 6 – пружина динамометра

### Стенд для випробування циліндрів гідропідсилювача керма

Стенд відноситься до транспортного машинобудування. Мета даного технічного рішення – підвищення зручності регулювання зусилля включення золотника розподільника. Підвищення зручності регулювання забезпечується за рахунок того, що на штоку 17 циліндра 15 стабілізації частоти зміни тиску розміщується пристрій привода золотника 28, у циліндричному каналі корпусу 29 якого встановлений підпружинений штовхальник 31, а в різьбовий отвір укручена муфта 34, що контактує з упорною шайбою 33 пружини і навернена на шток 17 (рис. 4.5).

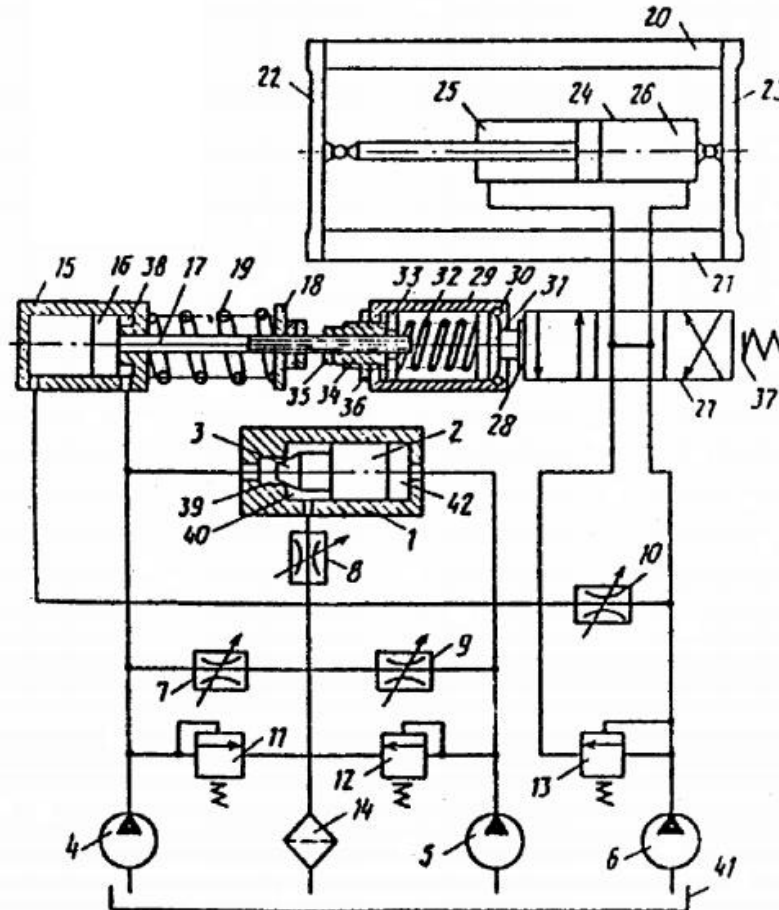


Рисунок 4.5 – Принципова схема стенда для випробування циліндрів гідропідсилювача керма

Стенд містить навантажувальний клапан 1, у корпусі якого розміщений поршень 2 з конусом 3, насоси 4-6, регульовані дроселі 7-10, запобіжні клапани 11-13, фільтр 14, циліндр 15 стабілізації частоти зміни тиску, що включає поршень 16 зі штоком 17, упорну шайбу 18 зі стопорними гайками, пружину 19, навантажувальний пристрій, що складається з двох рівнобіжних стійок 20 і 21, з'єднаних по обидва боки гнучкими пластинами 22 і 23, до яких на шарнірах кріпиться випробовуваний циліндр 24 гідропідсилювача керма. Він робочими порожнинами 25 і 26 через розподільник 27 з'єднаний з насосом 6. Крім того, має пристрій привода золотника 28 розподільника 27, що включає корпус 29, у

циліндричному каналі якого розміщені упорне кільце 30, штовхальник 31, пружина 32 і упорна шайба 33 з центральним отвором для проходження штока 17, муфту 34, зовнішнім різьбленням укручену в різьбовий отвір корпусу 29, внутрішнім різьбленням з'єднану з різьбленням штока 17, а також контргайки 35 і 36.

На золотник 28 розподільника 27 діє пружина 37. Штокова порожнина 38 циліндра 15 стабілізації частоти зміни тиску і порожнина 39 нагнітання навантажувального клапана 1 з'єднані з насосом 4, порожнина 40 зливу через регульований дросель 8 і фільтр 14 – з гідробаком 41, порожнина 42 керування – з насосом 5.

Стенд працює наступним чином. Включаються насоси 4-6, дроселі 7-10 відкриті. Подавана насосами 4-6 робоча рідина через відкриті дроселі надходить до гідробаку 41. Перекрыттям дроселя 9 створюється тиск у порожнині 42 керування навантажувального клапана 1, поршень 2 з конусом 3 переміщуються вліво, роз'єднуючи напірну гідролінію насоса 4 з гідробаком 41. При закрытті дроселя 7 тиск у напірній гідролінії насоса 4, а отже, у порожнині 39 нагнітання навантажувального клапана 1 і порожнини 38 циліндра стабілізації частоти змін тиску підвищується, при цьому поршень 16 зі штоком 17 переміщується вліво, стискаючи пружину 19. Корпус 29 пристрою привода золотника з муфтою 34 і шайбою 33 переміщуються разом зі штоком 17 вліво, штовхальник 31 під дією пружини 32 переміщується щодо корпусу вправо до контакту з упорним кільцем 30, після чого штовхальник 31 разом з корпусом 29 переміщується вліво. Під дією пружини 37 золотник 28 переміщується також вліво. Порожнина 25 випробовуваного циліндра 24 з'єднується з насосом, порожнина 26 – з гідробаком 41. Необхідна величина тиску з порожнини 25 випробовувального циліндра 24 задається дроселем 10.

Під дією тиску пластини 22 і 23 згинаються в межах пружної деформації і поршень зі штоком випробовуваного циліндра 24 переміщуються вправо. При підвищенні тиску в порожнині 39 нагнітання навантажувального клапана 1 до величини, заданої тиском у порожнині 42 керування, конус 3 частково відкривається від сідла, робоча рідина під тиском надходить у порожнину 40 зливу і, впливаючи на поршень 2, різко переміщує конус 3 вправо. Робоча рідина від насоса 4 і зі штокової порожнини 38 циліндра стабілізації частоти зміни тиску під дією пружини 19 поршнем 16 витискується через дросель 8 у гідробак 41. Корпус 29 зі штоком 17 переміщуються вправо, штовхальник 31 переміщує золотник 28 розподільника 27 у крайнє праве положення, стискаючи пружину 37. Коли золотник 28 вибирає повний хід, штовхальник 31 переміщується щодо корпусу 29 вліво, стискаючи пружину 32.

Порожнина 26 випробовуваного циліндра 24 з'єднується з насосом 6, порожнина 25 – з гідробаком 41.

Під дією тиску поршень зі штоком випробовувального циліндра 24 переміщується вліво, пластини 22 і 23 спочатку випрямляються, а далі згинаються в межах пружної деформації.

Коли поршень 16 зі штоком 17 циліндра 15 стабілізації частоти зміни

тиску переміщуються в крайнє праве положення, під дією тиску в порожнині 42 керування навантажувального клапана 1 поршень 2 переміщається вліво і конус 3 сідає на сідло, роз'єднуючи порожнину 39 нагнітання з порожниною 40 зливу.

Тиск у порожнині 39 нагнітання навантажувального клапана 1 і в штоковій порожнині 38 циліндра 15 стабілізації частоти зміни тиску перевищується до величини, заданої тиском у порожнині 42 навантажувального клапана 1. Поршень 16 зі штоком 17 циліндра 15 стабілізації частоти зміни тиску переміщуються вліво, стискаючи пружину 19.

Корпус 29 пристрою привода золотника з муфтою 34 і шайбою 33 переміщуються разом зі штоком 17 вліво, штовхальник 31 під дією пружини 32 переміщається щодо корпусу вправо до контакту із упорним кільцем 30, після чого штовхальник 31 разом з корпусом 29 переміщуються вліво.

Під дією пружини 37 золотник 28 переміщається також вліво. Порожнина 25 випробовувального циліндра 24 з'єднується з насосом 6, а порожнина 26 – з гідробаком 41.

Поршень зі штоком випробовувального циліндра 24 переміщуються вправо, пластини 22 і 23 спочатку випрямляються, а далі згинаються в межах пружної деформації.

При підвищенні тиску в порожнині 39 нагнітання навантажувального клапана 1 до величини, заданої тиском у порожнині 42 керування, конус 3 частково відкривається від сідла, робоча рідина під тиском надходить в порожнину 40 зливу і, впливаючи на поршень 2, різко переміщає конус 3 вправо.

Робоча рідина від насоса 4 і зі штокової порожнини 38 циліндра стабілізації частоти зміни тиску під дією пружини 19 поршнем 16 витісняється через дросель 8 у гідробак 41. Корпус 29 пристрою привода золотника зі штоком 17 переміщуються вправо і процес повторюється.

Переміщуючи упорну шайбу 18 по різьбі штока 17 циліндра стабілізації частоти зміни тиску, а отже, змінюючи попередній натяг пружини 19, можна в широких межах регулювати частоту зміни тиску і підтримувати постійне її значення. Додатково частота зміни тиску регулюється дроселями 7 і 8.

Зусилля включення золотника 28 розподільника 27 регулюється муфтою 34 і корпусом 29. При наведенні корпусу 29 на муфту 34 пружина 32 через упорну шайбу 33 стискається, збільшуючи зусилля включення золотника 28. При згортанні корпусу 29 з муфти 24 пружина 32 розтискається, зменшуючи зусилля включення золотника.

Компенсація осьового переміщення корпусу 29 зі штовхальником 31 при регулюванні зусилля включення золотника 28 здійснюється наведенням муфти 34 разом з корпусом 29 на шток 17 чи згортанням з нього. Фіксація муфти 34 щодо штока 17 і корпусу 29 здійснюється відповідно контргайками 35 і 36.

Забезпечення зручного регулювання зусилля включення золотника 28 без часткового розбирання пристрою привода золотника підвищує якість і скорочує терміни досліджень.

Для оцінки загального технічного стану гідропідсилювача рульового

керування користуються приладом КИ - 4896 (К - 405), який складається з манометра (межа виміру до 80 кгс/см<sup>2</sup>), вентиля і шлангів. Прилад встановлюється між насосом і шлангом високого тиску. Якщо при помірному закручуванні вентиля тиск збільшується до 65 кгс/см<sup>2</sup>, то насос у справному стані і відмову треба шукати у рульовому механізмі. Якщо тиск не збільшується, то насос має несправність.

Звіт повинен містити:

1. Характеристику рульового керування тролейбуса, як об'єкта діагностування.
2. Методи і технічне забезпечення під час діагностування деталей рульового керування.
3. Структурні та діагностичні параметри системи.
4. Скласти алгоритм діагностування рульового керування.

Запитання до практичної роботи № 4

1. Які вимоги до конструкції рульового керування тролейбуса?
2. Які методи контролю рульового керування тролейбуса?
3. Які діагностичні параметри контролю рульового керування?
4. Які технічні засоби застосовують для діагностування рульового керування?
5. Які вимоги охорони праці під час діагностування тролейбуса?
6. Який порядок ведення діагностичної документації?
7. Які особливості конструкції та основні вузли рульового керування, що потребують особливої уваги під час обслуговування та діагностування?
8. Які фактори впливають на безпеку руху та появу відмов рульового керування тролейбуса?
9. Які стенди та пристрої застосовують для діагностування рульового керування? Який принцип їх дії?

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5**

### **Діагностування окремих систем та агрегатів, що впливають на безпеку руху. Гальмівна система тролейбуса**

Мета роботи: вивчити методи та діагностичне обладнання для контролю основних параметрів гальмівної системи тролейбуса.

Загальні положення

До гальмівної системи належать: контур забезпечення стисненим повітрям; контур приводу гальм заднього моста; контур приводу гальм передньої осі; контур приводу стоянкового гальма; контур приводу зупинкового (світлофорного) гальма, контур додаткових споживачів (пневмоподвіски і приводу дверей).

### **Контур забезпечення стисненим повітрям**

Стиснене повітря від компресора через «мокрый ресивер» з клапаном автоматичного зливу надходить до повітроосушувача адсорбційного типу з регулятором тиску. Регулятор тиску, вмонтований у повітроосушувач, автоматично підтримує тиск стисненого повітря в пневматичній системі (вимикає і вмикає електродвигун приводу компресора). Далі повітря надходить до чотирьохконтурного захисного клапана, який від'єднує будь-який з контурів пневмосистеми у випадку його пошкодження. Регенераційний ресивер служить для подачі сухого стисненого повітря до повітроосушувача у момент відключення компресора з метою осушення і відновлення фільтруючих властивостей адсорбенту і фільтрів повітроосушувача.

**Контур приводу гальм передньої осі** складається з повітряного ресивера, нижньої секції двосекційного гальмівного крана, клапана пропорційного, камер гальмівних, датчика аварійного тиску повітря, манометра, вимикача сигналу гальмування, датчиків числа обертів, клапанів керування тиском.

**Контур приводу гальм заднього моста** складається з повітряного балона, верхньої секції двосекційного гальмівного крана, клапана прискорюючого, клапана двомагістрального, камер гальмівних з енергоакумуляторами, датчика аварійного тиску, манометра, вимикача сигналу гальмування, датчиків числа обертів, клапанів керування тиском.

**Контур стоянкового гальма** складається з повітряного ресивера, клапана зворотного, ручного гальмівного крана, клапана двомагістрального, клапана прискорюючого, гальмівних камер з енергоакумулятором, датчика аварійного тиску.

**Контур зупинкового (світлофорного) гальма** складається з повітряного ресивера контуру додаткових споживачів, клапана обмеження тиску, клапана електромагнітного, камер гальмівних з енергоакумуляторами.

**Контур аварійного розгальмування** стоянкового гальма складається з повітряного ресивера контуру додаткових споживачів, клапана електропневматичного, клапана двомагістрального і камер гальмівних з енергоакумуляторами.

**Контур додаткових споживачів** складається з двох повітряних ресиверів, клапана захисного одинарного, регуляторів положення кузова, пневмобалонів підвіски, приводу відкривання дверей, датчика аварійного тиску.

### **РОБОЧА ГАЛЬМІВНА СИСТЕМА**

Робоча гальмівна система є основною, дозволяє контролювати рух тролейбуса і зупинити його надійно і швидко.

Керування здійснюється за допомогою гальмівної педалі, інтегрованої з двосекційним гальмівним краном і електричним реостатом інтенсивності дії електричного гальма.

При початковому натисненні на гальмівну педаль спрацьовує електричне гальмо, при подальшому натисненні включається в роботу пневматична робоча гальмівна система з роздільними контурами гальмуванням коліс передньої осі і заднього моста.



У разі падіння тиску в одному з ресиверів пневмосистеми нижче 0,5 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>) спалахує контрольний індикатор аварійної сигналізації і включається звуковий сигнал (зумер).

Якщо падіння тиску відбулося в одному з контурів робочої гальмівної системи, то спалахує також контрольний індикатор падіння тиску в контурі 1 (контурі заднього моста) або контрольний індикатор падіння тиску в контурі 2 (контурі передньої осі).

### **Знос гальмівних накладок**

Кожна з накладок дискового гальма обладнана електричним датчиком граничного зносу. Якщо товщина гальмівної накладки досягає граничного значення 2 мм, то спалахує контрольний індикатор граничного зносу гальмівних накладок. Гальмівні накладки необхідно замінити.

При зупинці тролейбуса (напр. перед світлофором) стиснене повітря з ресивера пневмопідвіски через клапан обмеження тиску під невеликим тиском (0,35 МПа) подається до гальмівних камер заднього моста. Тролейбус загальмовується. При цьому відсутня необхідність в користуванні робочою гальмівною системою або стоянковим гальмом. Також це дає змогу знизити витрату стисненого повітря в пневмосистемі тролейбуса. Для автоматичного включення електромагнітного клапана, що забезпечує подачу стисненого повітря до гальмівних камер заднього моста, необхідним є виконання двох умов:

1. Педаль ходу повинна бути у відпущеному положенні.
2. Тролейбус повинен бути нерухомий, або швидкість руху не більша, ніж 2-3 км/год.

При натисненні на педаль ходу подача повітря в гальмівні камери заднього моста припиняється і тролейбус розгальмовується.

### **АГРЕГАТИ І КОМПОНЕНТИ ПНЕВМОПРИВОДУ**

**Компресорна установка К8Р-01** (рис. 5.1) призначена для живлення стисненим повітрям споживачів пневмосистеми.

Трифазний асинхронний двигун 2 кріпиться за допомогою чотирьох болтів до рами 1. Обертний момент від двигуна до компресора 3 передається за допомогою еластичної муфти 6. Компресор також кріпиться до рами за допомогою болтів. Рама компресорної установки кріпиться до основи тролейбуса за допомогою чотирьох сайлент-блоків 13.

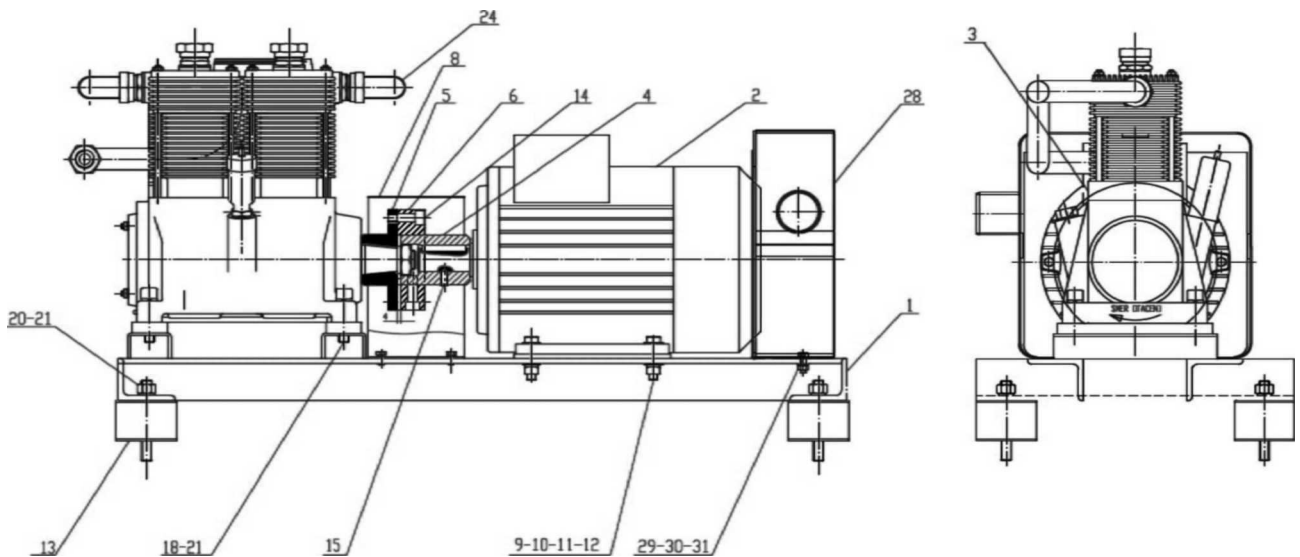


Рисунок 5.1 – Компресорна установка

1 – рама компресорного агрегату; 2 – електричний двигун; 3 – компресор;  
 4 – фланець двигуна; 5 – фланець компресора; 6 – еластична муфта; 8 – кожух муфти; 9, 14, 15, 18 – болт; 10, 11, 21, 29, 30 – шайба; 12, 20, 31 – гайка;  
 13 – сайлент-блок; 24 – труба подачі повітря; 28 – кожух повітряного охолодження двигуна

**Компресор** (рис. 5.2) двоциліндровий, рядний. Колінчатий вал 6 встановлений на кулькових підшипниках 2, шатуни 7 роз'ємні, з вкладками. У верхню головку шатуна запресована втулка поршневого пальця. Впускний 13 і випускний 14 клапани розташовані між циліндром 11 і головкою циліндрів 12. Компресор має автономну систему змащування розбризкуванням. Олива міститься в корпусі компресора. Олива заливається через заливний отвір, закритий заглушкою. В корпусі також знаходиться сапун і щуп 3 для заміру рівня оливи. Охолодження компресора повітряне.

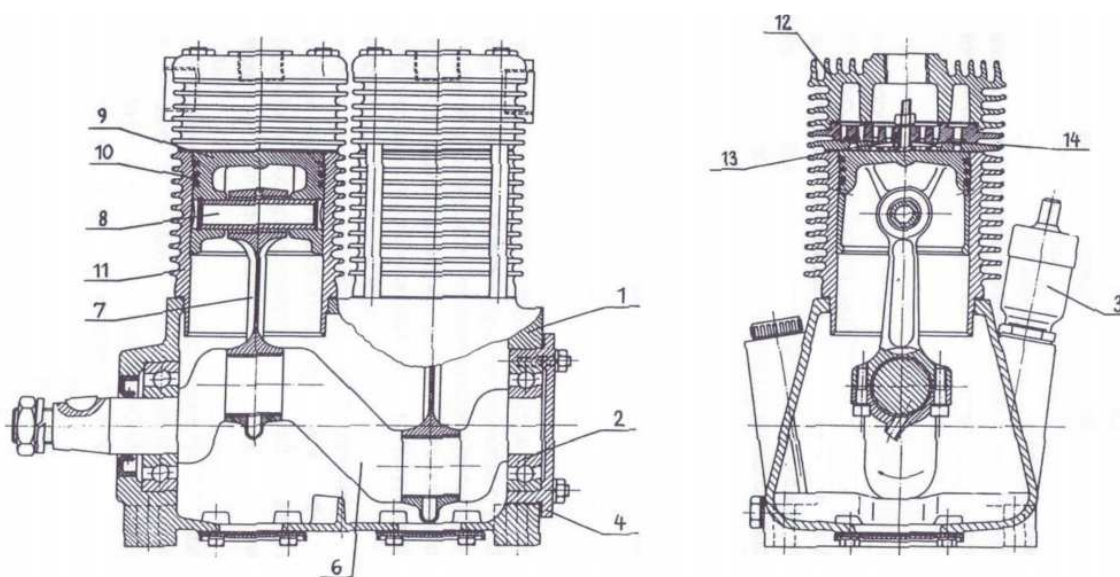


Рисунок 5.2 – Компресор

1 – корпус; 2 – кульковий підшипник; 3 – щуп рівня оливи; 4,5 – кришка;

6 – колінчатий вал; 7 – шатун; 8 – поршневий палець; 9 – поршень;  
10 – поршневе кільце; 11 – циліндр; 12 – головка циліндра; 13 – впускний клапан; 14 – випускний клапан

### **Принцип дії**

При поступальному русі поршня вниз очищене в фільтрі повітря по трубі і колектору надходить в головку циліндра і через впускний клапан втягується в циліндр. При русі поршня догори повітря стискається і через випускний клапан нагнітається в пневмосистему. Включення і виключення електродвигуна компресора здійснюється автоматично за допомогою вимикача, інтегрованого в осушувач стисненого повітря.

**Камера гальмівна пневматична** (рис. 5.3) призначена для перетворення енергії стисненого повітря в роботу по приведенню в дію гальмівних механізмів передньої осі.

При гальмуванні, тобто при подачі стисненого повітря, мембрана прогинається, діє на диск і переміщує шток, який через механічний привід притискує накладки до гальмівного диску.

При розгальмовуванні, тобто при випуску стисненого повітря з гальмівної камери, під дією пружини диск з штоком і мембраною повертаються в початкове положення. Механічний привід під дією відтягуючих пружин гальмівного механізму повертається в початкове положення.

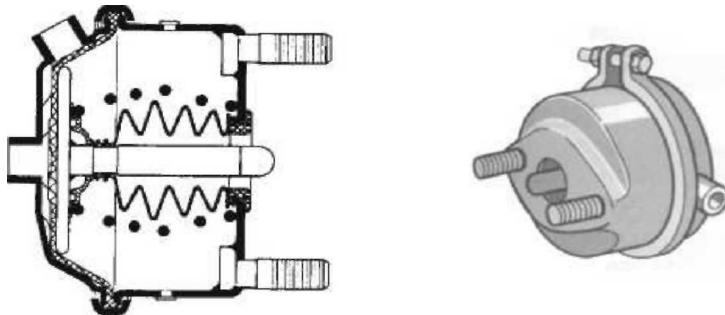


Рисунок 5.3 – Камера гальмівна пневматична

**Камера гальмівна з пружинним енергоаккумулятором** (рис. 5.4) призначена для приведення в дію гальмівних механізмів коліс заднього моста при включенні робочої, запасної і стоянкової гальмівної системи. Вони складається з діафрагмової частини для робочої гальмівної системи і пружинного енергоаккумулятора для запасної і стоянкової гальмівної систем.

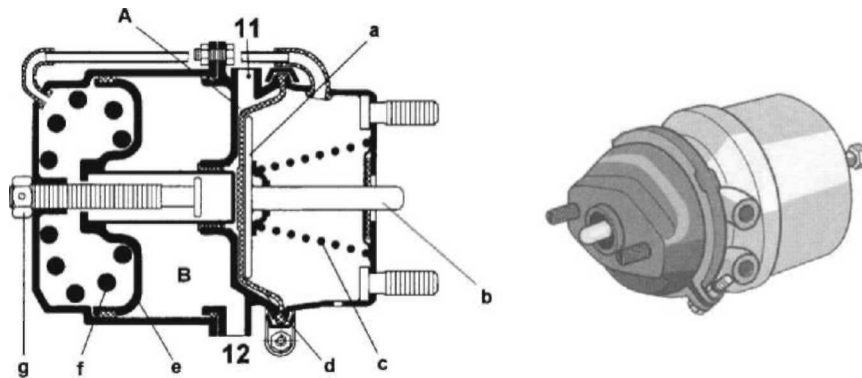


Рисунок 5.4 – Камера гальмівна з пружинним енергоакумулятором

### *Принцип дії*

**Робоча гальмівна система.** При спрацьовування робочої гальмівної системи стиснене повітря проходить через вивід 11 в камеру А, навантажує діафрагму (d) і, діючи на пружину стиску (c), переміщує поршень (a) вправо. Створене зусилля через шток поршня (b) діє на гальмівний важіль і через нього на колісний гальмівний механізм. При скиданні тиску в камері А пружина стиску (c) переміщує поршень (a) і діафрагму (d) назад в початкове положення. Гальмівна камера працює незалежно від пружинного енергоакумулятора.

**Стоянкова гальмівна система.** При спрацьовуванні стоянкової гальмівної системи через вивід 12 здійснюється часткове або повне скидання тиску в камері В. Зусилля розтискної пружини (f) через поршень (e) і натискний стержень (b) діє на колісний гальмівний механізм.

Максимальна сила гальмування пружинного енергоакумулятора досягається при повному скиданні тиску в камері В. Оскільки в цьому випадку гальмівна сила пружинного енергоакумулятора передається через пружину стиснення (f) виключно механічним способом, то пружинний енергоакумулятор застосовується для стоянкової гальмівної системи. Для розгальмовування через вивід 12 знову здійснюється подача повітря в камеру В.

При гальмуванні запасною гальмівною системою стиснене повітря частково випускається з циліндрів енергоакумуляторів. Кількість повітря, що випускається з циліндрів енергоакумуляторів, залежить від положення важеля ручного гальмівного крана.

### **Механізм розгальмовування**

Для аварійних ситуацій гальмівна камера з енергоакумулятором обладнана механізмом розгальмовування пружинного енергоакумулятора. При повному падінні тиску на виводі 12 можна розгальмувати стоянкову гальмівну систему шляхом викручування гвинта (g).

### Діагностування гальмівної системи

Відмова гальмівних механізмів під час руху тролейбуса призводить, як правило, до аварійних ситуацій. Зміна технічного стану гальмівних механізмів відбувається повільно. Результатом цього є раптова відмова у тому випадку, якщо у процесі технічних обслуговувань, зокрема під час ТО-1, не

діагностуються основні елементи гальмівних механізмів, що зношуються, і приводів до них.

Зовнішні признаки порушення нормальної роботи і структурні зміни елементів гальмівних механізмів і приводів наведено у таблиці 5.1.

Візуальна оцінка роботи гальмівної системи виконується на лінії водієм за такими ознаками як:

- величина гальмівного шляху;
- одночасність «схоплювання»;
- шум і нагрів барабанів;
- пригальмовування коліс;
- провал гальмівної педалі;
- підтікання і рівень гальмівної рідини у системі привода;
- інтенсивність падіння тиску повітря після зупинки;
- витік повітря з гальмівних камер, крана, трубопроводів.

Таблиця 5.1 – Зовнішні признаки порушення нормальної роботи і структурні зміни елементів гальмівних механізмів і приводів

Зовнішні ознаки порушення нормальної роботи	Структурні зміни взаємодіючих елементів	Необхідні діагностичні, ремонтні втручання
Гальмівні механізми погано «тримають»	Знос накладок гальмівних колодок	Перевірити і відрегулювати зазори, при необхідності замінити накладки
Гальмівні механізми погано «тримають» після регулювання зазорів, гальмівний шлях великий	Замаслювання накладок гальмівних колодок	Перевірити і промити накладки, перевірити сальники
Пригальмовування одного із коліс тролейбуса Під час прокручування вивішених коліс у одному з них чути легкий шум	Поломка або послаблення зворотної пружини колодок	Зняти барабан і замінити повертаючи пружину
Пригальмовування усіх або частки коліс при повністю відпущеному важелі стоянкового гальма і нормальній величині вільного ходу гальмівної педалі	Мала величина або відсутність зазору між накладками колодок і гальмівними барабанами	Перевірити нагрів гальмівних барабанів. При сильному нагріві відрегулювати зазор між накладками і гальмівними барабанами

Інструментальна оцінка загального стану гальмівних систем проводиться за параметрами уповільнення зусилля і шляху гальмування. Ефективність дії

робочої гальмівної системи перевіряють на ділянці з рівним удосконаленим покриттям з коефіцієнтом зчеплення не менше 0,6.

Тролейбуси з пневматичним гальмівним приводом перевіряють наступним чином:

1. Перевірити еліпсність гальмівних барабанів:

- натиснути на педаль до тиску у гальмівній камері  $3 \text{ кгс/см}^2$  і зробити зупинку на 6-10 с;
- заміряти коливання стрілки динамометра (допустиме коливання стрілки 20 кгс);
- поступово натискати на педаль до блокування коліс з зупинками по 3-4 с при тиску гальмівній камері  $3,4,5 \text{ кгс/см}^2$ ;
- зафіксувати за показниками пристроїв гальмівні сили коліс при  $3,4,5 \text{ кгс/см}^2$  і максимальну гальмівну силу (у момент настання блокування коліс).

### Пристрій для діагностування гальмівних барабанів

Даний пристрій відноситься до технічної діагностики транспортних засобів, а саме до діагностування гальмівних систем.

Пристрій обладнаний фіксатором положення діагностованого барабана, навантажувальний механізм установлений з можливістю обертання, а колодки обладнані роликками, призначеними для впливу на внутрішню поверхню діагностованого барабана. Крім того, датчик деформації виконаний у вигляді гнучкої пластини, закріпленої на згаданому фіксаторі нерухомо, а роликки змонтовані на колодках з можливістю обертання.

На рисунку 5.5 показаний пристрій для діагностування гальмівних барабанів транспортних засобів, загальний вид; на рисунку 5.6 – навантажувальний механізм, вид збоку; на рисунку 5.7 – те ж, вид А на рисунку 5.6; на рисунку 5.8 – датчик деформації.

Пристрій складається з обертового навантажувального механізму 1, датчика деформації 2 механізму 3 кріплення барабана 4.

Обертовий навантажувальний механізм містить рухомі роликки 5, закріплені на рухомих колодках 6, установлених на пальцях супорта, розсувний кулак 7 із приводом 8 і висунутий конус 9 (рис. 5.6 і 5.7).

Датчик деформації призначений для перетворення деформації нерухомого гальмівного барабана в електричний сигнал і складається з чутливого елемента 10, закріпленого на кронштейні 11.

Механізм кріплення гальмівного барабана містить нерухомий фланець 12 зі штифтами 13, установлюваний на порожнистому валу 14, ступеневий вал 15 з поворотним приводом 8 на передньому кінці, а задній кінець з'єднаний з поршнем циліндра, що дозволяє переміщати вал зворотньо-поступово для закріплення і зняття барабана.

Пристрій працює наступним чином

Діагностований барабан установлюють на штифти 13 фланця 12. Робочим

агентом, що подає у надпоршневий простір циліндра, переміщують вал 15 вправо до упора привода 8 у внутрішню поверхню барабана. При цьому нерухомий чутливий елемент 10 упирається у буртик барабана. Переміщують за допомогою поршня навантажувальний механізм у внутрішню порожнину барабана і за допомогою конуса 9 через привод 8 і розсувного кулака 7 розсовують колодки 6 до упора рухомих роликів 5 у робочу поверхню барабана з зусиллям, рівним номінальному зусиллю притиснення гальмівних колодок з барабаном при роботі їх на транспортному засобі. При обертанні ролики деформують стінку барабана, що прогинається на визначену величину залежно від стану барабана. Переміщення зовнішньої стінки барабана (деформація) фіксується за допомогою чутливого елемента, що перетворює переміщення барабана в електричний сигнал, реєструємий на стрілочних приладах чи на самописних елементах.

Застосування даного пристрою дозволяє зменшити час перевірки одного барабана в 3 рази, тобто воно не перевищує 1-1,5 хв., що дозволяє на базі даного пристрою створювати механізовані лінії з обробки й випробування гальмівних барабанів.

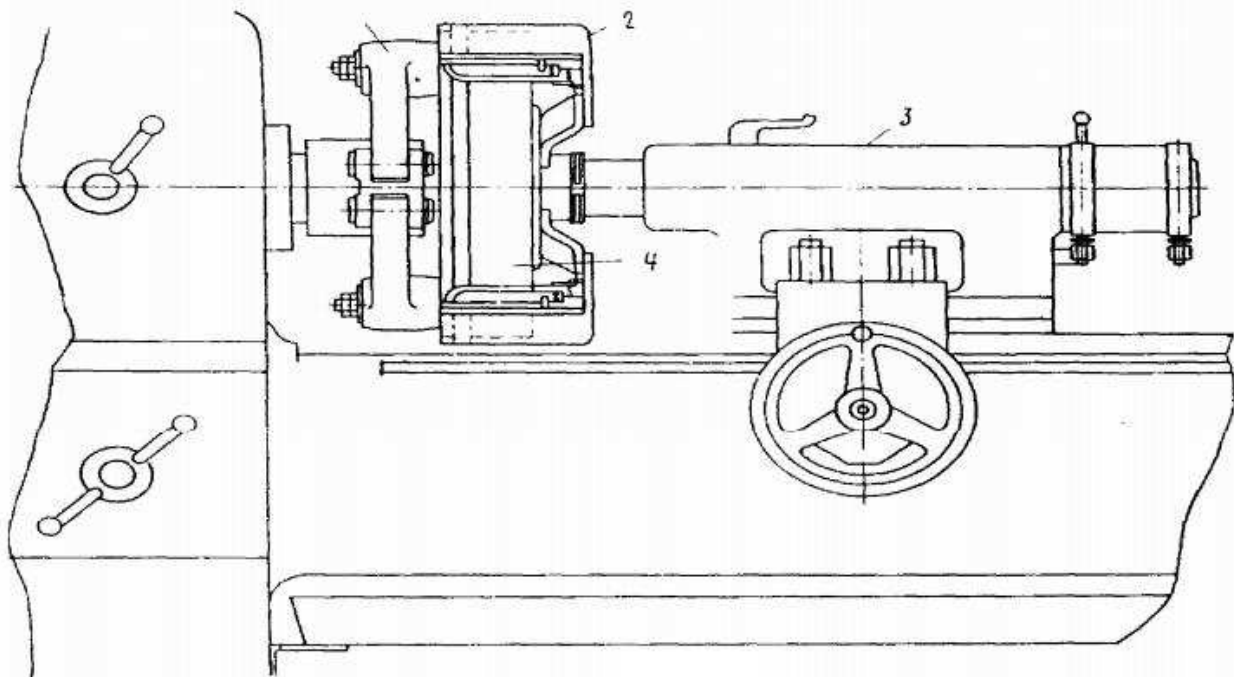


Рисунок 5.5 – Конструкція пристрою для діагностування гальмівних барабанів транспортних засобів

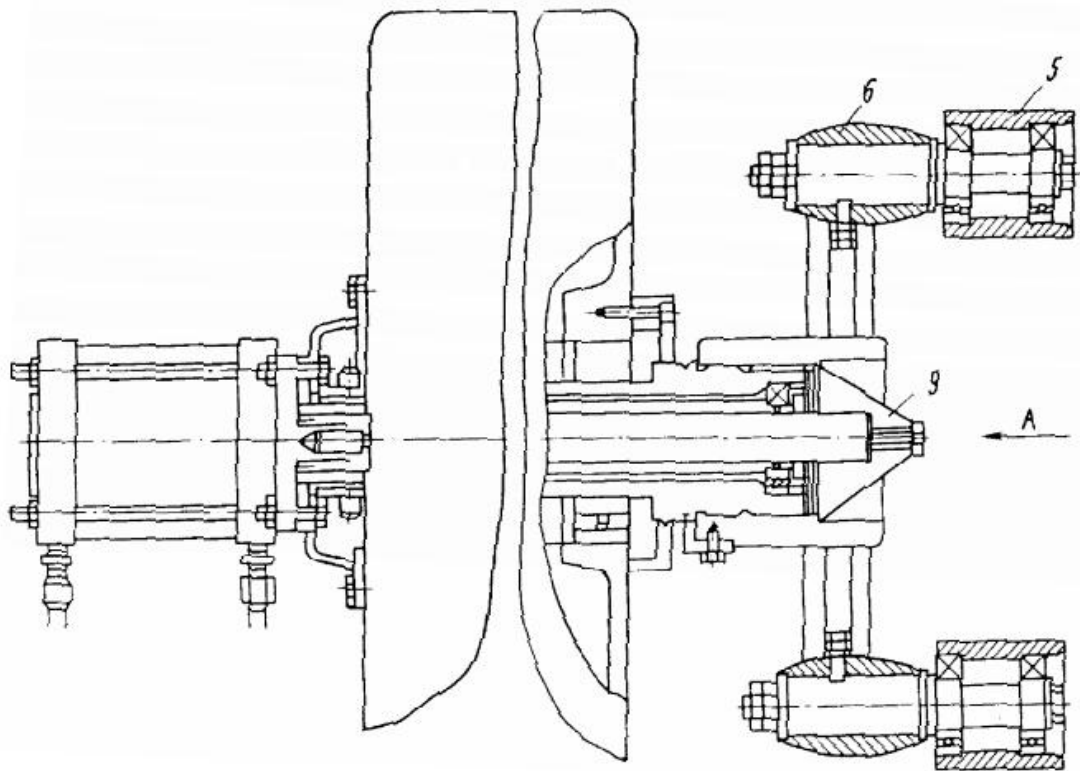


Рисунок 5.6 – Навантажувальний механізм

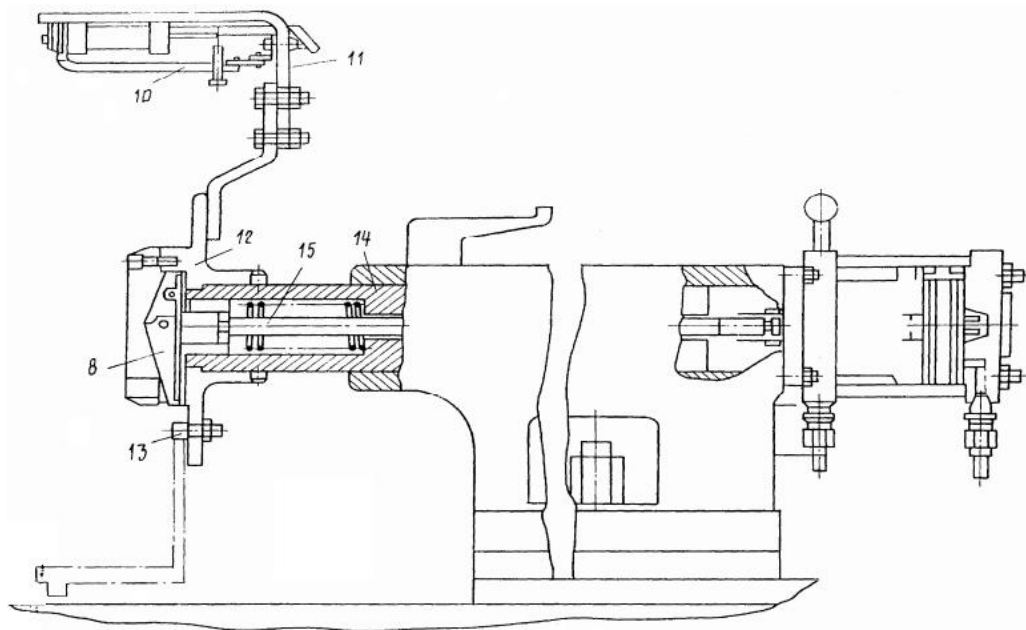


Рисунок 5.7 – Датчик деформації

Звіт повинен містити:

1. Характеристику гальмівної системи тролейбуса як об'єкта діагностування.
2. Методи і технічне забезпечення під час діагностування гальмівної системи.



3. Структурні та діагностичні параметри системи.
4. Алгоритм діагностування гальмівної системи тролейбуса.

#### Запитання до практичної роботи № 5:

1. Вимоги до конструкції гальмівної системи тролейбуса.
2. Методи контролю гальмівної системи тролейбуса.
3. Діагностичні параметри гальмівної системи.
4. Технічні засоби для діагностування гальмівної системи.
5. Охорона праці під час діагностування тролейбуса.
6. Ведення діагностичної документації.
7. Особливості конструкції гальмівної системи та основні вузли, що потребують особливої уваги під час обслуговування та діагностування.
8. Стенди та пристрої для діагностування гальмівної системи. Принцип дії.

### **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6** **Діагностування електричних машин**

#### Мета роботи:

1. Вивчити методи й технічні засоби контролю електричних машин рухомого складу, порядок визначення короткозамкнених витків якірної обмотки.
2. Вивчити структурні й діагностичні параметри електричних машин.

#### Порядок виконання роботи

1. Вивчити технічні характеристики, маркування та умови експлуатації наступних електричних машин (за вказівкою викладача):
  - тягових електродвигунів ДК-210А-3, ДК-213-У2, ТН 81;
  - допоміжних двигунів ДК-661Б, ДК-661Б У2, МСТ 7,5;
  - електродвигунів компресорів ДК-408В, ДК-410Б;
  - електродвигунів приводу гідронасоса Г-732В;
  - електродвигунів приводів дверей Г-108А;
  - електродвигунів приводу контролерів ПЛ-072Д.
2. Визначити діагностичні параметри вказаних електричних машин.
3. Вивчити методи контролю діагностичних параметрів електричних машин.
4. Виконати необхідні виміри для визначення технічного стану вищезазначених електричних машин, їхніх механічних вузлів, обмоток і щітково-колекторних вузлів.
5. Скласти алгоритм діагностування вказаної електричної машини.
6. Отримати навички роботи на технологічному обладнанні, з пристроями та інструментом, що рекомендуються для діагностування електричних машин.

#### Загальні відомості про електричні машини

На рухомому складі міського електротранспорту, як правило,

використовуються електричні машини постійного струму. Залежно від систем збудження вони класифікуються на машини з паралельним, послідовним і змішаним збудженням.

Всі двигуни постійного струму на трамвайних вагонах і тролейбусах діляться на дві основні групи. До першої відносяться двигуни, призначені для перетворення електричної енергії постійного струму в механічну, необхідну для приведення в рух трамвайних вагонів або тролейбусів. До другої групи відносяться допоміжні електричні машини – двигуни і генератори. Допоміжні двигуни призначені для приводу компресорів, вентиляторів, генераторів низької напруги та інших механізмів. Це двигуни в основному з послідовним збудженням.

Електричні машини з паралельним збудженням отримали велике поширення як приводи групових перемикачів (контролерів) і генераторів електроенергії допоміжних потреб, що служать для живлення електрообладнання низької напруги, електричних кіл керування і для підзарядки акумуляторних батарей.

На тролейбусах, як правило, встановлюють один тяговий електричний двигун (ТЕД), але існує рухомий склад, на якому встановлено два двигуни, розраховані на напругу постійного струму 550 В (номінальна напруга контактної мережі на рухомому складі міського електротранспорту).

На трамвайних вагонах число тягових двигунів залежить від числа ведучих осей. Сучасні чотиривісні трамвайні вагони мають чотири ТЕД, котрі з'єднані у дві групи. В кожній групі по два двигуна з'єднуються послідовно, а після цього для збільшення швидкості руху – паралельно. Двигуни розраховані на половину напруги контактної мережі – 275 В, але ізоляцію їхню виконують на повну напругу 550 В.

Режим роботи, на який розрахована електрична машина, називається номінальним. Величини, що характеризують номінальний режим, – напруга, струм, потужність, частота обертання – вказуються на заводському щитку машини.

На тролейбусах ЗіУ-9 встановлюють тягові двигуни ДК-210А-3, ДК-211А, ДК-211Б, ДК-213-У2; на тролейбусах РОКАР-217Е - ТН 81 з послідовним збудженням, на тролейбусах ПМЗ двигуни ЕД-138А.

Трамвайні вагони КТМ-5М3 укомплектовані тяговими двигунами зі змішаним збудженням ДК-259Г, трамвайні вагони Т-3 – тяговими двигунами ТЕ-022 з послідовним збудженням. Загальний вигляд двигунів представлено на рисунках 6.1 і 6.2.

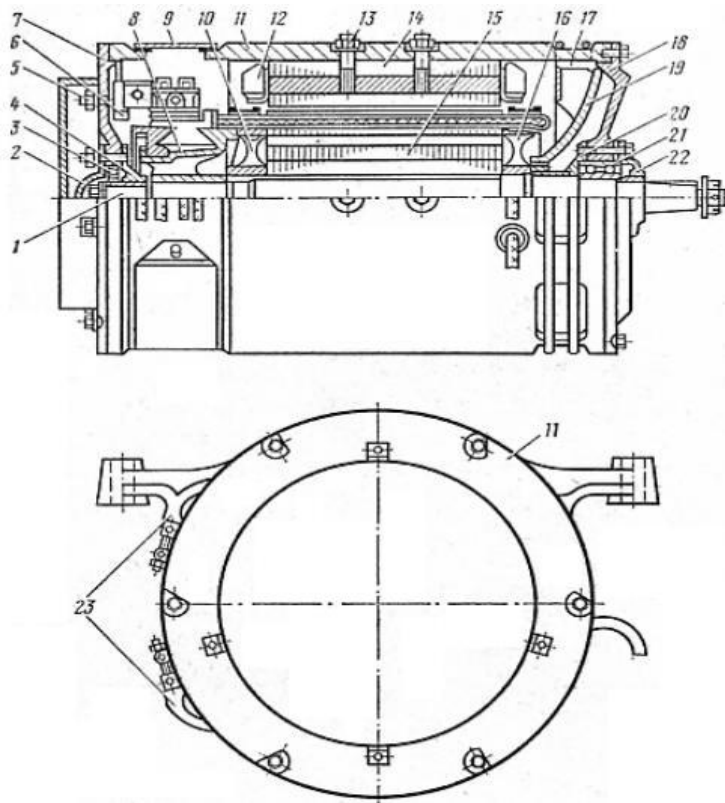


Рисунок 6.1 – Тяговий електричний двигун ДК-210А-3:

- 1 – вал; 2, 4, 20, 22 – підшипникові кришки; 3 – роликівий підшипник;  
 5 – палець кронштейна; 6 – кронштейн; 7, 18 – щити; 8 – сталева втулка;  
 9 – колекторний люк; 10 – передня натискна шайба; 11 – остов; 12 – котушка  
 головного полюса; 13 – шпилька; 14 – сердечник головного полюса;  
 15 – осердя якоря; 16 – задня натискна шайба; 17 – вікно; 19 – вентилятор ;  
 21 – радіально-упорний підшипник; 23 – кришка люка

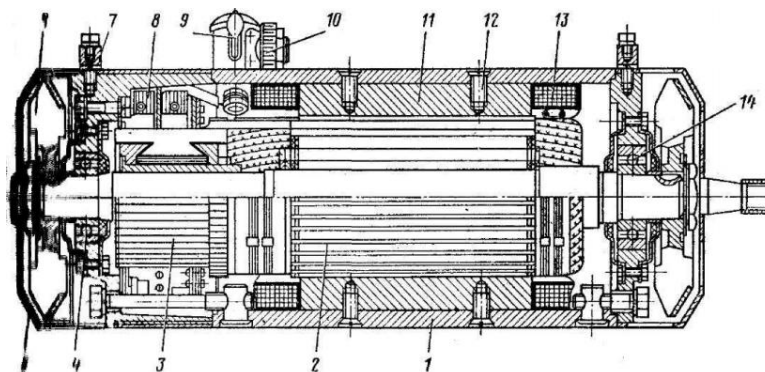


Рисунок 6.2 - Електродвигун гідронасоса підсилювача рульового керування:

- 1 – остов; 2 – осердя якоря; 3 – колектор; 4, 14 – підшипник, 5 – кришка;  
 6 – вентилятор; 7, 12 – гвинти; 8 - щіткотримач; 9 – екранований затиск;  
 10 – штепсельний роз'єм; 11 – полюс; 13 – обмотка збудження

Усі тягові двигуни, крім ТЕ-022, виконані з самовентиляцією, мають 4 головних і 4 додаткових полюси, 4 щітки в щіткотримачах номінальної висотою 50 мм, найменша допустима висота щітки – 25 мм. Натиск щіток в

межах 17,5–26,5 Н. З боку колектора в усіх двигунів встановлений роликівий підшипник, а з боку приводу – кульковий підшипник.

### Діагностування електричних машин

У процесі роботи тягового двигуна відбувається погіршення параметрів ряду його елементів, що в остаточному підсумку призводить до наступних найбільш вагомих негативних наслідків:

- втрати працездатності ТЕД;
- погіршення технічного стану ізоляції і появи на корпусі двигуна небезпечної для пасажирів і персоналу напруги;
- збільшеному зносу окремих елементів електричних машин та силової передачі;
- підвищеним вібраціям з негативним впливом на комфортабельність поїздки і безвідмовність роботи інших елементів рухомого складу, що пошкоджуються вібрацією двигуна.

Зміна параметрів колектора у процесі роботи ТЕД представляється не тільки зносом пластин за глибиною у місцях контакту зі щітками. Спостерігається також зростаюче відхилення окружності колектора від правильної форми. Такі зміни викликаються деформацією окремих пластин через теплові і механічні впливи, вібрації вала якоря, коливальних явищ у магнітній системі при збільшенні зазорів у підшипниках тощо.

Від цих показників залежить знос деталей, що беруть участь у передачі струму, а їхній стан у свою чергу безпосередньо впливає на якість комутації.

У процесі роботи ТЕД відбувається також погіршення властивостей ізоляції обмоток якоря і полюсів, що є складним багатофакторним процесом. Зміна властивостей ізоляції в часі (старіння) виявляється в зміні структури, окислюванні і зникненні компонентів компаундних заповнювачів, а також у втраті механічної міцності з утворенням тріщин тощо.

Найбільш важкі наслідки викликаються пробоем ізоляції між двома секціями якоря, що лежать в одному пазу в двох різних шарах.

До числа параметрів, що характеризують технічний стан ізоляції відносять: опір ізоляції, електричну міцність, діелектричну проникність, тангенс кута діелектричних втрат, частоту внутрішніх розрядів, коефіцієнт теплопровідності.

У тролейбусних депо систематично вимірюють і реєструють один параметр ізоляції – її опір.

Слід зазначити, що процеси втрати працездатності інших високовольтних електричних машин тролейбусів (електродвигунів компресора, генератора, допоміжного електродвигуна, насоса гідропідсилювача) аналогічні процесам зносу ТЕД. Тому методи діагностування останніх застосовні і для інших високовольтних електричних машин тролейбусів.

Для виміру радіального зазору в підшипниках ТЕД використовують пристрій типу ПВРЛ, що складається з магнітного штативу (безконтактна магнітна педаль типу ПБМ-56), системи ламких важелів і індикатор годинникового типу. Пристрій кріплять за допомогою магнітного штатива на

корпусі електродвигуна, а штангу індикатора встановлюють вертикально на доступну ділянку вихідного кінця вала ТЕД тролейбуса типу ЗіУ-9 чи на циліндричну поверхню ізоляційної напівмуфти тролейбуса типу 14Тр (при вимірі радіального зазору підшипника з боку карданного валу).

Розглянемо деякі методи і засоби контролю параметрів ТЕД.

Параметри, що характеризують знос колектора (ексцентриситет), вимірюють, застосовуючи пристрій типу ПКВД-М. Пристрій кріплять до корпуса електродвигуна за крайки колекторного люка, а штангу індикатора годинникового типу встановлюють на робочу поверхню колектора.

Ексцентриситет – вимір биття колектора здійснюється на стенді СІЕ, за допомогою якого якір ТЕД повертається в процесі виміру при мінімальних оборотах. Биття колектора розраховують як різницю найбільшого і найменшого відхилень стрілки індикатора при обертанні. Його допустиме значення для ТЕД тролейбусів усіх типів складає 0,1 мм.

Потім пристрій закріплюють на протилежному кінці корпуса електродвигуна, а штангу індикатора вертикально розташовують на поверхні колектора (при вимірі зазору підшипника з боку колектора).

У процесі вимірів до двох верхніх додаткових полюсів короткочасно подається напруга від регульованого низьковольтного джерела. Якір ТЕД піднімається електромагнітною силою додаткових полюсів при струмі близько 200 А. Допустиме значення радіального зазору підшипників ТЕД тролейбусів ЗіУ-9 складає 0,3 мм, тролейбусів типу 14Тр – 0,5 мм.

При оглядах ТЕД контролюють стан поверхні колектора, а саме колір пластин, ступінь і характер їх забруднення. Цей показник дозволяє побічно, але достатньо впевнено оцінити якість комутації і вихід за припустимі межі деградуєчих параметрів. Ефективність суб'єктивного методу діагностування ТЕД та інших електричних машин можна підвищити, якщо застосовувати необоротні термоіндикатори.

Термоіндикатори плавлення, що випускаються промисловістю, представляють суспензію теплочутливих з'єднань і пігментів у лаку на основі синтетичної смоли. Виготовляють більше 60 видів індикаторів типу ТП для контролю температур від 36 °С до 986 °С з точністю до 2 °С.

Термоіндикатори практично не мають маси. Вони можуть наноситися не тільки на нерухомі, але й на елементи електричних машин, що обертаються і апаратів-обмотки, струмопровідні елементи, корпуси підшипників тощо. На контрольовану поверхню наносять той індикатор, критична температура якого дорівнює припустимій температурі нагрівання. При візуальному огляді електричної машини про випадки, де мали місце порушення теплового режиму судять за зміною кольору індикатора. Це є підставою для більш детального обстеження машини з пошуком конкретної причини на рівні елементів.

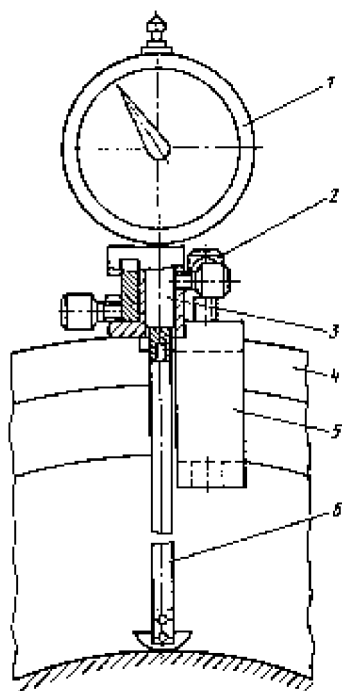


Рисунок 6.2 – Пристрій ПКВД-М контролю параметрів колектора тягового електродвигуна: 1 – індикатор годинникового типу; 2 – фіксуючий пристрій; 3 – направляюча; 4 – статор ТЕД; 5 – корпус; 6 – штанга

Діагностування електричних машин за допомогою приладу для визначення короткозамкнених витків якірної обмотки

#### Підготовка приладу до роботи

Перед початком роботи з приладом необхідно установити і підключити до мережі розетку штепсельного з'єднання, яка додається до приладу. Закріпити прилад на верстаку і приєднати дріт заземлення до заземлюючого гвинта. Підключити прилад до мережі за допомогою шнура – при цьому загориться сигнальна лампа («220 В»). Пристрій для фіксування щупа колектора необхідно встановити на правій стінці корпусу, де розташовано різьбовий отвір. Для цього треба вкрутити горизонтальну штангу в корпус приладу, закріпити на ній вертикальний стояк пристрою із затиском для щупа.

Перевірити електричні схеми приладу в такій послідовності:

- покласти якір генератора на призми трансформатора;
- поставити перемикач у положення «Якір генератора», а інший в положення «КОМ»;
- натиснути штирем контрольного щупа на осердя якоря до упору, а рукояткою встановити стрілку приладу в нульове положення шкали;
- поставити перемикач в положення «500 В», натиснути штирем контрольного щупа на осердя якоря до упору. При справній схемі сигнальна лампа («500 В») повинна горіти;
- поставити перемикач у положення «ІНД. (я)». Торкнутися щупом двох сусідніх пластин колектора і повертаючи рукоятку, пересвідчитися в можливості регулювання положення. Теж саме повторити при положенні

перемикача «ІНД.(Оз.)».

Після перевірки справності схеми поставити перемикач у положення «ВИМКНЕНО». Перед перевіркою якорів генераторів і статорів, їх необхідно очистити від бруду й пилу і провести зовнішній огляд. Обмотки збудження зняти з полюсних наконечників, очистити від бруду і пилу та провести зовнішній огляд для виявлення видимих дефектів.

Заходи безпеки під час роботи з приладом

Прилад може працювати тільки від мережі однофазного змінного струму напругою 220 В. Пам'ятайте, що зміну запобіжників слід виконувати тільки при повністю вимкненому живленні.

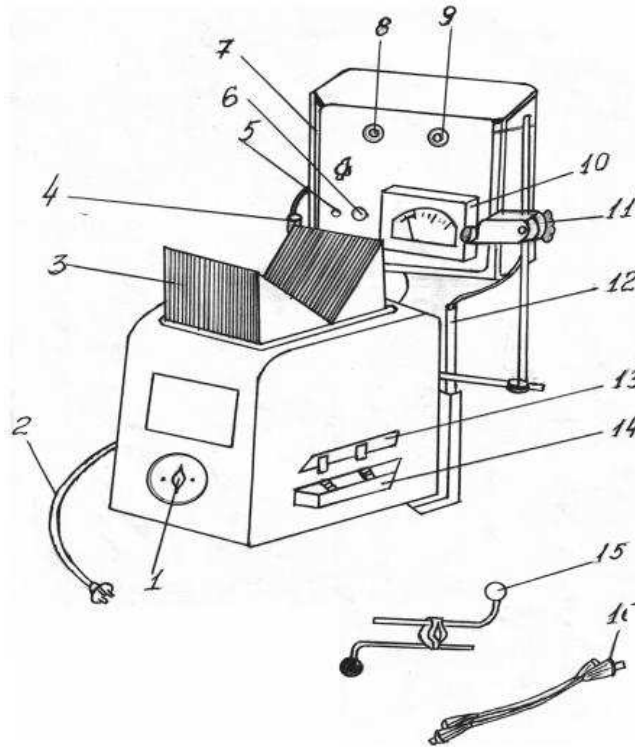


Рисунок 6.3 – Загальний вигляд приладу для виявлення короткозамкнених витків в обмотках електричних машин: 1 – перемикач типу якоря; 2 – шнур мережі зі штепсельним з'єднанням; 3 – трансформатор (призми трансформатора); 4 – щуп контрольний; 5 – сигнальна лампа „550 В "; 6 – сигнальна лампа «220 В»; 7 – перемикач виду перевірок; 8 – рукоятка потенціометра регулювання струму міліамперметра «струм Інд»); 9 – рукоятка потенціометра установки на нуль омметр («Уст. нуля»); 10 – міліамперметр; 11 – пристрій для фіксування щупа колектора; 12 – щуп контролю колектора; 14 – контрольна пластина; 14 – ярмо; 15 – пристрій для прокручування якорів в призмах трансформатора; 16 – перемичка приєднувальна

Перед вмиканням приладу обов'язково покладіть на призми трансформатора якір чи ярмо, що випробуються, а потім увімкніть прилад.

Увімкнення приладу без покладеного на призми якоря чи ярма може привести до виходу з ладу запобіжників або перегріву і згорання обмоток трансформатора.

Перевірку електричної міцності ізоляції виконують напругою 500 В; при вказаній перевірці не торкайтеся до металевого штиря (голки) контрольного щупа.

Загальний вигляд приладу для виявлення короткозамкнених витків у обмотках електричних машин представлений на рисунку 6.3.

Перед початком роботи прилад повинен бути заземлений, провід заземлення приєднаний до гвинта заземлення, який розташований на задній стінці корпусу. Після проведення перевірки прилад повинен бути відключений від мережі.

Прилад повинен бути закріплений на верстаку за допомогою болтів чи шурупів.

#### Визначення замикання на «масу» обмотки якоря

Для визначення наявності замикання обмотки якоря на «масу» необхідно виконати наступні операції:

- Покласти якір генератора (стартера) на призми трансформатора і підключити прилад до мережі, при цьому сигнальна лампа повинна загорітися. Перемикач встановити у положення «ЯКІР ГЕНЕРАТОРА», а інший – у положення «500 В»;

- Торкнутися по черзі 2-х – 3-х пластин колектора штирем щупа, натискаючи при цьому на рукоятку щупа до упору. Якщо обмотка якоря на «масу» не замкнута, лампа не загориться. Загорання лампи вказує на замикання з «масою». При цій перевірці напруга повинна прикладатися не менш ніж 5 секунд.

Місце замикання визначають за допомогою індикатора і щупа колектора в такому порядку:

- Увімкнути перемикач роду перевірок у положення «ІНД. (Я)»;
- Взяти щуп контролю колектора і висунути до упору верхню пластину. Торкнутися однією пластиною «маси» якоря, при цьому буде помітно відхилення стрілки індикатора, рукояткою потенціометра встановити стрілку на зручне для відліку поділення;

- Повертаючи якір по чергово однією пластиною щупа доторкатися до кожної пластини колектора, другою – до «маси» якоря. У міру наближення до замкнутого на «масу» витка покази індикатора будуть зменшуватись, а біля місця замикання дорівнюватиме нулю, якщо замикання у колектора, або дуже мало, коли на «масу» торкається будь-який виток у середині якоря;

- Після визначення місця замикання поставити перемикач у положення «ВИМКНЕНО» і зняти якір з призм трансформатора.

#### Визначення короткозамкнутої секції обмотки якоря

Перевірку виконують в наступній послідовності:

- Покласти якір генератора (стартера) на призми трансформатора і встановити перемикач в положення «ЯКІР ГЕНЕРАТОРА» («ЯКІР СТАТОРА»), а інший – у положення «ІНД. (Я)»;

- Встановити щуп колектора у пристрій, пластини щупа повинні бути



притиснуті до двох рядом лежачих пластин колектора, на яких ЕРС секції максимальна. Ручкою потенціометра встановити стрілку приладу у середній частині шкали. Не прибираючи щупа обертом якоря на декілька міліметрів вперед і назад знайти положення якоря, при якому стрілка приладу буде давати максимальні показники. Зафіксувати ці показники;

- Обертати якір генератора (стартера) так, щоб пластина колектора, що лежить поруч, займала положення попередньої. Показники приладу повинні бути такі ж самі або мати різницю в 0,5 – 1 поділ шкали. Перевірити таким чином увесь колектор. Якщо є короткозамкнена секція, то при торканні колекторних пластин цієї секції стрілка приладу впаде до нуля, якщо коротке замикання близьке до колектора або показники будуть значно нижче, ніж на інших секціях і, якщо коротке замикання між витками в центрі якоря або на протилежному колектору кінці якоря.

Визначення короткозамкнених витків в обмотках збудження

Перевірку виконують за допомогою вимірювального приладу наступним чином:

- Зняти котушку з полюсного наконечника, встановити її на призмі трансформатора, використовуючи ярмо й приєднати виводи котушки до пластин щупа колектора або за допомогою перемичок. Щуп може бути зафіксовано у пристрої;

- Поставити перемикач у положення «ЯКІР ГЕНЕРАТОРА», а інший – в положення «ІНД. (ОВ)». Ручкою потенціометра встановити стрілку приладу на зручну для відліку поділку і запам'ятати показники приладу;

- Поставити перемикач у положення «ВИМКНЕНО», зняти котушку і поставити в теж положення іншу (справну) котушку;

- Поставити перемикач у положення «ЯКІР ГЕНЕРАТОРА». Якщо котушка, що перевіряється, є справною, то змін у показниках приладу не буде. Наявність короткозамкнених витків викличе знижене показання приладу. Поставити перемикач в положення «ВИМКНЕНО» і зняти котушку;

- Крім перевірки котушок методом порівняння, знаходження короткозамкнених витків можна виконувати методом нагріву (для котушок з діаметром дроту 0,8 мм). Для цього необхідно встановити котушку на призми трансформатора, поставити перемикач у положення «ЯКІР ГЕНЕРАТОРА» і очікувати п'ять хвилин. Якщо у котушці є короткозамкнені витки, то вона на протязі цього часу нагріється. Поставити перемикач в положення «ВИМКНЕНО» і зняти котушку з призм трансформатора.

Звіт до практичної роботи повинен містити:

1. Дати стислу характеристику електричних машин (за вказівкою викладача);

2. Перелік структурних і діагностичних параметрів;

3. Номінальні й граничні значення параметрів;

4. Перелік засобів контролю параметрів електричних машин;

5. Методи для виявлення короткозамкнених витків;

6. Ескіз практичної установки й показники приладу;

7. Алгоритм діагностування технічного стану електричної машини  
Примітка: відповіді на запитання 2, 3, 4 викласти у вигляді таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Перелік, значення і методи контролю електричних машин

Параметри		Значення параметрів			Методи контролю	Технічні засоби
структурні	діагностичні	номінальні	граничні	виміри		

Запитання до практичної роботи № 6:

1. Які є структурні та діагностичні параметри електричної машини?
2. Які методи і засоби діагностування електричних машин використовуються на підприємствах МЕТ?
3. Які фактори впливають на стан ізоляції двигуна?
4. Які основні характеристики електричних машин?
5. За якими параметрами діагностується двигун?
6. Як можна класифікувати електричні машини?
7. Як відбувається випробування двигунів після ремонту?
8. Яка методика складання алгоритму діагностування електричних машин?
9. Які вимоги Правил експлуатації трамвая і тролейбуса до технічного стану електричних машин?
10. Яка методика виявлення короткозамкнених витків обмоток електричних машин.
11. Яка будова приладу для виявлення короткозамкнених витків у обмотках електричних машин.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

### Діагностування акумуляторних батарей електричного транспорту

Мета роботи:

1. Вивчення структурних і діагностичних параметрів акумуляторних батарей, методів і засобів їх контролю.
2. Отримання навичок визначення технічного стану акумуляторних батарей рухомого складу.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити характеристики акумуляторних батарей (9 НКЛБ-70, КРЛ-80 та ТЖН-250).
2. Визначити діагностичні параметри акумуляторних батарей.
3. Вивчити методи контролю діагностичних параметрів акумуляторних батарей.
4. Виконати необхідні виміри для визначення технічного стану батарей.
5. Скласти алгоритм діагностування акумуляторної батареї.

Загальні відомості про акумуляторні батареї

На сучасному рухомому складі електротранспорту живлення електричних кіл керування, рейкових гальм, сигналізації, освітлення та інших споживачів здійснюється від низьковольтної мережі, що складається з акумуляторної батареї і зарядного пристрою. Для підзарядки акумуляторної батареї і живлення низьковольтних споживачів використовують генератор з приводом від двигуна або спеціальний електронний перетворювач.

На рухомому складі (РС) можливо застосування як кислотних, так і лужних акумуляторів. Перевагою кислотних акумуляторів є менша відносна різниця напруги при заряді й розряді, а також більш висока напруга елемента. Завдяки цьому зменшуються межі коливань напруги в колах споживачів при роботі батареї паралельно із зарядним генератором в буферному режимі. При заданій напрузі батареї вимагається менша кількість акумуляторів. Крім того, у кислотних акумуляторів вище коефіцієнт віддачі й ККД. Проте лужні акумулятори мають ряд інших істотних переваг перед кислотними, основні з яких:

- більша надійність і механічна міцність;
- більший строк служби;
- нечутливість до перезарядки, перевантажень і коротких замикань;
- простота в обслуговуванні;
- менше зниження ємності при температурі нижче 0 °С;
- менший саморозряд;
- майже повна відсутність шкідливих виділень.

Тому на РС міського транспорту більше застосовуються лужні акумуляторні батареї.

Залежно від активної маси електродів лужні акумулятори поділяються на залізо-нікелеві (ЗН), кадмійово-нікелеві (КН), цинко-нікелеві (ЦН), срібно-нікелеві (СН), срібно-цинкові (СЦ) тощо.

За способом утримання активної маси на електродах лужні акумулятори діляться на ламельні й безламельні.

Безламельні акумулятори мають кращі питомі показники, тобто більшу ємність та енергію, що припадають на одиницю об'єму і маси. Однак вони значно дорожчі, а термін їхньої служби (за кількістю циклів заряду – розряду) приблизно у три рази менший. Тому більше застосовуються ламельні залізо- і кадмійово-нікелеві акумулятори. Срібно-цинкові акумулятори не використовуються через високу вартість, а цинко-нікелеві поки що випускаються малої ємності, недостатньої для застосування на РС.

#### Конструкція та електричні характеристики лужних акумуляторних батарей

На РС трамвая і тролейбуса використовують різні типи акумуляторних батарей.

На тролейбусі ЗіУ-9 встановлюють дві акумуляторні батареї 9НКЛБ-70, які включені послідовно і мають загальну напругу 24 В та ємність 70 А·год; на тролейбусах румунського виробництва РОКАР-217Е і тролейбусах ЮМЗ використовуються акумуляторні батареї НК-125. Вони також включені

попередньо і мають загальну напругу 24 В та ємність, що складає вже 125 А·год.

На тролейбусі ЛАЗ Е183 застосована система низьковольтного електрообладнання постійного струму з номінальною напругою 24 В і робочою напругою 28 В, виконана за однопровідною схемою: з корпусом (масою) сполучені мінусові виходи живлення.

Акумулятори розташовані за дверцятами мотовідсіку справа, в технологічній ніші на висувній каретці (рис. 7.1).



Рисунок 7.1 – Розташування акумуляторних батарей

Все більше розповсюдження отримують акумулятори вітчизняного виробництва типу KPL. Ці нікель-кадмієві акумулятори випускаються ЗАТ «Луганські акумулятори» з ємністю від 55 до 125А·год різного виконання і призначення. Їх можна встановлювати на всі вищезгадані типи тролейбусів.

На тролейбусі 14Тр стоїть акумуляторна батарея 18NKT-105 напругою 24 В та ємністю 105А·год. На спеціальному трамвайному вагоні МТВ-82 використовують акумуляторні батареї з акумуляторами НК-125 або NKS 100 напругою 24 В та ємністю 125 чи 100 А·год відповідно. Для обслуговування споживачів на вагоні КТМ-5М-3 встановлюють 8 акумуляторних батарей 5КН-125ТК, включених у дві паралельні групи, у кожній по 4 послідовно з'єднаних батареї із загальною напругою 24 В та ємністю 250 А·год. На вагоні Т-3 батарея має 17 акумуляторів чеського виробництва NKS-100. Загальна напруга акумуляторної батареї 24 В та ємність 100А·год.

Для живлення двигуна електрокарів вантажопідйомністю 2 тонни використовують акумулятори ТЖН-250 загальною напругою 32-35 В та ємністю 250А·год.

Як приклад пропонується розглянути акумулятори 9НКЛБ-70, ТЖН-250 та KPL-80.

### Акумуляторна батарея 9НКЛБ-70

Умовне позначення батареї розшифровується наступним чином: 9 – число послідовно з'єднаних акумуляторів у батареї; НК – система акумулятора за складом активної маси (нікель-кадмієва); Л – конструкція електродів (ламельна), Б – призначення батареї (для роботи в буферному режимі); 70 – номінальна ємність при 7-годинному розряді в А·год.

Лужний акумулятор (рис. 7.2, а) складається з корпусу 2 прямокутної форми, блока позитивних і негативних пластин 1 та електроліту. Корпус акумулятора може бути виконаний з листової сталі зварної конструкції або поліетиленовим. Блок пластин складається з пластин позитивної та негативної полярності, приварених до сталюго місточка, що має вивідний борн 3. Пластина акумулятора (рис. 7.2, б,в) виконана з окремих ламелей (пакетів) 6, штампованих з листової перфорованої і нікельованої сталі, із запресованою в них активною масою 7 і 8 та рамки 5, яка з'єднує ламелі в пластину 1. Як активна маса позитивних пластин 7 використовується суміш гідрату окису нікелю з лусковим графітом  $Ni(OH)_3$ . Активна маса негативних пластин 8 зроблена із суміші губчатих кадмію і заліза. Позитивних пластин в акумуляторі на одну менше, ніж негативних. Для попередження короткого замикання позитивні та негативні пластини розділені сепарацією з ебонітових стрижнів або скловолонна. Блок пластин акумулятора 9НКЛБ-70 щільно вставляють у сталюну обойму з ізоляційними прокладками по торцях, що виключає їх зміщення, разом з обоймою вміщують в поліетиленовий корпус і закривають кришкою. Борни позитивних і негативних пластин виводять крізь отвори кришок, ущільнюють гумовими і ебонітовими кільцями й закріплюють гайками.

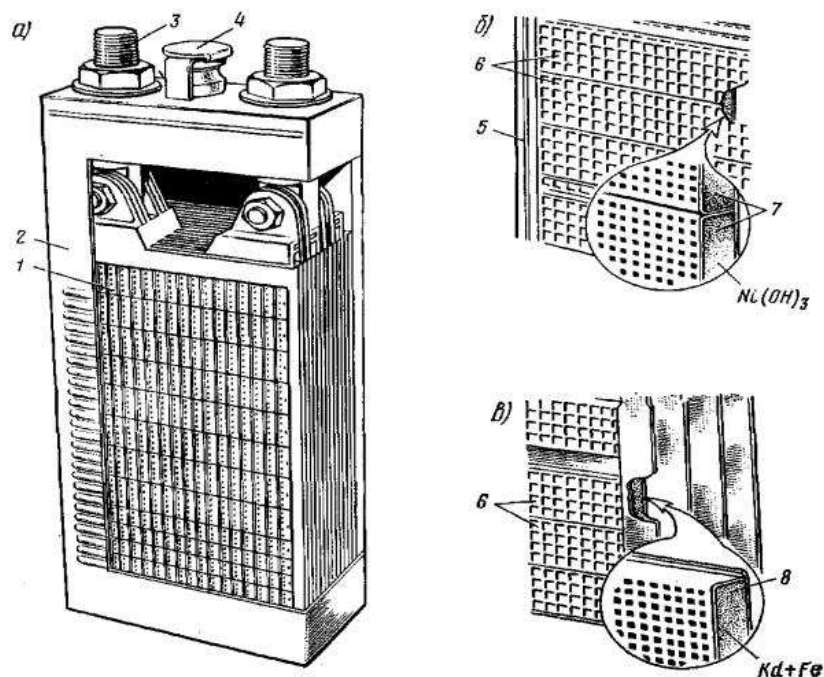


Рисунок 7.2 – Загальний вигляд (а), позитивна (б) і негативна пластини (в) лужного акумулятора

Середній отвір у кришці (горловині) використовується для заливки електроліту в акумулятор, він закривається корком, що має канал для виходу газів з акумулятора. На кришці нанесено знаки полярності «+» і «-». Для переноски батарея має дві ручки.

Акумулятори NKS-100 і ЖН-100 мають сталевий корпус. Для збільшення механічної міцності стінки корпусу виконані гофрованими. Зовнішня поверхня корпусу фарбується бітумним лаком для захисту від корозії.

У залізо-нікелевих акумуляторів на відміну від нікель-кадмієвих активна маса негативних пластин виконують із чистого губчастого заліза.

Таблиця 7.1 – Технічні дані акумуляторної батареї 9НКЛБ-70

№ з/п	Найменування параметра	Значення параметра
1	Номінальна напруга батареї без навантаження	11,25 В
2	Номінальний зарядний струм	20 А
3	Рівень електроліту над електродами	3 – 5 мм
4	Кількість електроліту на батарею	4,5 – 5,3 л
5	Маса батареї номінальна	34,5 кг
6	Маса батареї з електролітом	не більше 35,2 кг
7	Маса батареї без електроліту	29 кг
8	Ємність при розряді струмом 7 А	70 А·год
9	Ємність при розряді струмом 7 А при температурі -40°C	14 А·год
Габаритні розміри батареї		
10	Довжина	407 мм
11	Ширина	186 мм
12	Висота	250 мм

#### Акумуляторна батарея 26 (28) ТЗН-250

Умовне позначення акумулятора розшифровується наступним чином: Т - призначення акумулятора (для роботи в тяговому режимі); ЗН - система акумулятора за складом активної маси (залізо-нікелева); 250 - номінальна ємність при 7-годинному розряді в А·год.

Лужний залізо-нікелевий акумулятор типу ТЗН-250 складається з блоків позитивних і негативних пластин, ізольованих один від одного гумовим шнуром, і сталевому корпусу з арматурою (відкидна кришка, гайка, ізоляційні шайби і сальники). По торцях, з боку ребер, блок ізольований від корпусу прокладками з вініласту. Однойменні пластини кожного блоку приварені до струмозійників. Кожний струмозійник має по одному борну, що виведені через отвір у кришках й ізольовані від неї шайбами. Горловина акумулятора має відкидну кришку з клапаном. Для запобігання корозії в акумулятор засипано твердий луг, кількість якого не впливає на густину електроліту. Горловина закрита корком, що виймається тільки безпосередньо перед заливанням електроліту до акумулятора.

Пластини з позитивними і негативними зарядами складаються з ламелей, які з'єднані між собою в замок і укріплені з двох сторін сталевими ребрами. До ребер приварена контактна планка.

Ламель – це пресована плоска коробочка з перфорованої стрічки, що містить активну масу.

Активна маса складається:

– у пластин з позитивними зарядами – з суміші окислу нікелю та графіту;

– у пластин з негативними зарядами – із спеціально приготованого залізного порошку.

Таблиця 7.2 – Основні характеристики акумулятора типу ТЗН-250

№ з/п	Найменування параметра	Значення параметру
1	Номінальна ємність	250 А·год
2	Найменша допустима напруга при розряді	1,0 В
3	Сила струму при заряді	63 А
4	Сила струму при розряді, номінальна	30 А
5	Час заряду номінальний	7 год
6	Час заряду при перезарядці	10 год
7	Кількість електроліту в акумуляторі	3,0 л
8	Маса батареї з електролітом	15,5 кг
9	Маса батареї без електроліту	12 кг
Розміри акумулятора в гумовому чохла		
10	Висота без борнів	330 мм
11	Висота з борнами	364 мм
12	Ширина з борнами	1624 мм
13	Товщина з борнами	2248 мм

Акумулятори ТЗН-250 монтують в батареї. Вони з'єднуються послідовно в двох залізних батарейних ящиках. Для ізоляції акумуляторів у батареї використані гумові чохла. Від батарейного ящика акумулятори додатково ізолювані дерев'яними щитами, які пофарбовані бітумним або асфальтовим лаком. Акумулятори з'єднуються за допомогою сталевих нікельованих шин. До вивідних клем батарей приєднують електричні кола керування електродвигуном

Основні дані акумуляторних батарей типу ТЗН-250, що використовуються на підприємствах МЕТ, наведені у таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Основні дані акумуляторних батарей типу ТЗН

№ з/п	Найменування параметр Б	Значення параметру	
		Тип батареї	
		28 ТЗН-250	26 ТЗН-250
1	Номінальна ємність при 5-годинному режимі розряду	250 А·год	250 А·год
2	Число акумуляторів	28 шт.	26 шт.
3	Номінальна напруга	35 В	32 В
4	Найменша допустима напруга при роботі	30 В	28 В
5	Сила струму при заряді	67 А	67 А
6	Сила струму при розряді	50 А	50 А
7	Час заряду номінальний	7 год	7 год
8	Кількість електроліту в батареї	84 л	78 л

#### Акумуляторна батарея 9 KPL 80

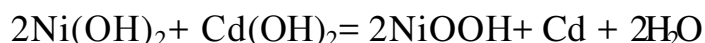
Акумулятор складається з блоку позитивних і негативних електродів ламельної конструкції, ізолюваних один від одного сепараторами з поліетилену. Блок електродів уміщений в металевий з полімерною ізоляцією або пластмасовий бак. Для ізоляції блоку електродів від сталевго баку використовується прокладка з вініпласту, яка вставлена в бак по його периметру. Акумулятори в металевих банках виготовляють з цапфами.

Позитивні й негативні електроди складаються з ламелей, з'єднаних між собою в замок і закріплених з обох сторін сталевими ребрами. В акумуляторах, які мають ємність 80А·год і вище, до ребер електродів приварені контактні планки.

Одноименні електроди блоку приварені до виводів з містком. Виводи виведені назовні акумулятора через отвори кришки баку і ізолювані від неї пластмасовими втулками. Ущільнення виводів у кришці виконується ущільнюючим гумовим кільцем. На кожному виводі є дві гайки для кріплення перемичок. У кришці між виводами є горловина для заливки електроліту, яка закривається пробкою, що забезпечує вільний вихід газів і запобігає виплескуванню електроліту і попаданню у внутрішню порожнину акумуляторів сторонніх предметів.

Вихідною активною масою позитивного електроду є гідрат окислу нікелю  $Ni(OH)_2$ , а негативного - гідрат окислу кадмію  $Cd(OH)_2$ .

Основні процеси, які протікають в акумуляторах при заряді і розряді, можна виразити рівнянням



При заряді на позитивному електроді поряд з основним процесом утворення  $NiOOH$  відбувається виділення кисню. На негативному електроді поряд з основним процесом утворення кадмію відбувається виділення водню. Процес заряду-розряду складає цикл.



Таблиця 7.4 – Технічні дані акумуляторної батареї 9KPL 80 УЗ

№ з/п	Найменування параметра	Значення параметра
1	Номинальна напруга батареї без навантаження	11,0 В
2	Номинальний зарядний струм	16 А
3	Рівень електроліту над електродами	не більше 12 мм
4	Кількість електроліту на батарею	7,3-7,5 л
5	Маса батареї номінальна	51,5 кг
6	Маса батареї з електролітом	не більше 47,7 кг
7	Маса батареї без електроліту	40,5 кг
8	Ємність при розряді струмом 7 А	80 А·год
9	Ємність при розряді струмом 7 А при температурі -40°C	14 А·год
Габаритні розміри батареї		
10	Довжина	580 мм
11	Ширина	190 мм
12	Висота	405 мм

Батарея складається з 9 акумуляторів, з'єднаних між собою перемичками і встановленими в дерев'яний каркас, оброблений бітумним лаком. Умовні позначення акумуляторних батарей з цифрами і буквами:

- К – електрохімічна система (нікель-кадмієва);
- Р - конструкція електродів (ламельна);
- L – тривалий режим розряду;
- 55, 80 або 125 – номінальна ємність акумулятора або батарей в А·год;
- Р – (після значення ємності) – акумулятори в пластмасових банках;
- У; УХЛ – кліматичне виконання;
- 3; 4,2 – категорія розміщення.

Акумулятори і батареї виготовляють в кліматичному виконанні УХЛ категорії розміщення 4.2 за ГОСТ 15150-69 для роботи в діапазоні температур від +1 °С до +40 °С для засобів зв'язку; вид кліматичного виконання, у категорії розміщення 3 за ГОСТ 15150-69 для роботи і діапазоні температур від -40 °С до +40 °С для електричного транспорту, трамваїв і тролейбусів.

Приготування електроліту Залежно від умов експлуатації або випробувань використовувати електроліт відповідно до таблиці 7.5.

Для приготування електроліту типу II необхідні:

- технічний гідрат окислу калію – 370 г;
- дистильована вода чи конденсат – 1000 г (1 л).

Електроліт готують тільки в чистій сталевій або чавунній посудині. Бажано мати сталеві баки з двома кранами: один – для зливу освітленого луку на висоті

не менше 100 мм від дна, другий – для видалення накопиченого осаду, який осів на дні.

Налити в бак необхідну кількість води, потім невеликими порціями засипати технічний гідрат окислу калію (твердий) і перемішати для прискорення розчинності. Далі при ретельному перемішуванні до одержаного розчину додати технічний гідроокисел літію. Розчин ретельно перемішати до повного розчину літію.

Приготовлений електроліт повинен охолонути до температури  $+25 \pm 10$  °С, після чого перевірити щільність за допомогою ареометра.

Якщо щільність нижче потрібної, слід додати технічний гідрат окислу калію, якщо вище – дистильовану воду або конденсат.

Дати можливість електроліту відстоятися до повного освітлення (від 6 до 12 год.), після чого освітлену частину злити в герметично закриту скляну або сталеву посудину.

Таблиця 7.5 – Напрямки використання електроліту

Тип електроліту	Використання	Склад технічного гідрату окислу калію
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>– приведення в дію;</li> <li>– заміна електроліту;</li> <li>– експлуатація споживача при температурі навколишнього середовища від <math>-19</math> °С до <math>+40</math> °С;</li> <li>– проведення випробувань</li> </ul>	Водний розчин технічного гідрату окислу калію з добавкою $20 \pm 1$ г/л технічного гідроокислу літію. Щільність електроліту - від 1,19 до 1,21 г/см <sup>3</sup>
II	<ul style="list-style-type: none"> <li>– експлуатація споживача при температурі навколишнього середовища від <math>-19</math> °С до <math>+40</math> °С;</li> <li>– проведення випробувань</li> </ul>	Водний розчин технічного гідрату окислу калію. Щільність електроліту - від 1,26 до 1,28 г/см <sup>3</sup>

#### Діагностування технічного стану лужних акумуляторних батарей

Технічний стан лужних акумуляторних батарей характеризують наступними параметрами:

- напругою акумулятора  $U_a$  В, і батареї  $U_b$  В;
- густиною електроліту  $J$ , г/см<sup>3</sup>;
- рівнем електроліту над пластинами  $h_b$ , мм.

Важливим параметром технічного стану лужних акумуляторів є рівень карбонатів в електроліті, що утворюються внаслідок поглинання вуглекислоти з повітря. З його ростом ємність акумуляторів знижується.

Значення  $U_a$  встановлюють при підключенні акумулятора до зовнішнього навантаження, рівного 0,08 Ом. Значення  $U_b$  навантаження дорівнює 1,44 Ом.

При поглибленому діагностуванні акумулятора вимірюють  $U_a$  на кожному акумуляторі, а потім  $U_b$  батареї в цілому.

Для приготування електроліту необхідно використовувати:

- технічний гідрат окислу калію, сорт вищий і перший, ГОСТ 9285-78;
- технічний гідрат окислу літію, сорт вищий і перший, ГОСТ 9285-78;
- вода дистильована ГОСТ 6709-72 або конденсат.

Для приготування електроліту типу I необхідні:

- технічний гідрат окислу калію – 270 г;
- технічний гідрокисел літію (LiOH H<sub>2</sub>O) - 20 г;
- дистильована вода чи конденсат – 1000 г (1 л).

Примітка - щільність електроліту вказана при температурі +25±10 С

У НДКТІ МГ розроблено пристрій контролю зарядки акумуляторів типу УКЗА, що дозволяє контролювати параметри  $U_a$ ,  $U_6$  (рис. 7.3). Пристрій має корпус 4, в якому встановлений мілівольтметр 5, резистори 2 і 3. До корпусу жорстко прикріплені контактні ніжки 1 і 9, що служать для вимірювання напруги акумулятора. При вимірюванні напруги батареї з ручки 6 пристрою виймають рухому контактну ніжку 8 з гнучким шнуром 7. У процесі вимірювань на один кінець батареї встановлюють ніжку 1, а на другий – ніжку 8.

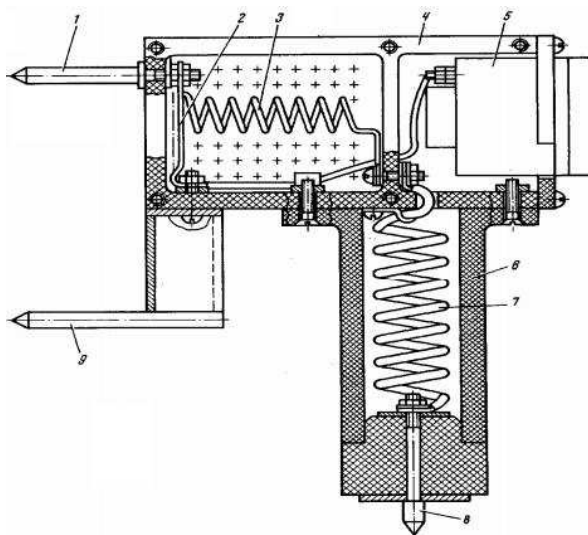


Рисунок 7.3 – Пристрій типу УКЗА контролю зарядки акумулятора

Для вимірювання густини електроліту використовують пристрій загальнопромислового виготовлення – денсиметр.

Параметром АКБ, який змінюється найбільше і для керування яким потрібна значна частина загального часу, що витрачається на контроль технічного стану акумуляторної батареї, є рівень електроліту.

При перезарядженні АКБ відбувається розклад водних компонентів електроліту на водень та кисень, що є основною причиною зниження рівня електроліту. Цей процес відбувається особливо інтенсивно при такому значенні струму, коли зарядка акумулятора уже припиняється і спожитий струм йде на газовиділення. Такою є сила зарядного струму, яка становить 1,3% номінальної ємності батареї при напрузі заряду 1,56 В на акумулятор.

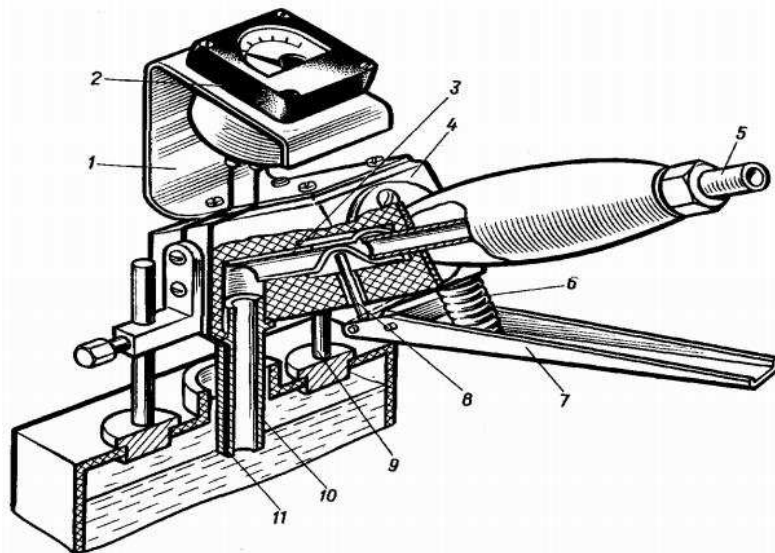


Рисунок 7.4 – Пристрій типу УДА-М для контролю і відновлення рівня електроліту

У НДКТІ МГ розроблено пристрій контролю і відновлення рівня електроліту типу УДА-М. Він представляє собою переносний прилад, виконаний у вигляді «пістолету». Пристрій (рис. 7.4) складається з пластмасового корпусу 4, до якого прикріплені фторопластова вставка 10, штуцер 5, ручка 7, кронштейн 1 з міліамперметром та упори 9. У середині корпусу 4 встановлена гумова трубка 3, яка передавлюється штоком 8, притиснутим пружиною 6 через ручку 7. На вставці 10 закріплений мідний провідник 11.

Працює пристрій наступним чином. Штуцер підключають гнучким шлангом до ємкості з електролітом (водою). Вставку 10 спускають в банку акумуляторної батареї, упори 9 опираються на затисні пластини акумулятора. Натискають ручку 7, і рідина через гумову трубку 3 і отвір у вставці 10 надходить в акумуляторну батарею. З досягненням рівня, при якому електроліт в акумуляторній банці починає контактувати з провідником 11, відхиляється стрілка міліамперметра 2. Це служить сигналом для опускання ручки 7 та припинення подачі рідини.

Звіт до практичної роботи повинен містити:

1. Стислу технічну характеристику акумуляторної батареї;
2. Перелік структурних і діагностичних параметрів;
3. Номінальні і граничні значення параметрів;
4. Перелік засобів контролю параметрів;
5. Алгоритм діагностування технічного стану акумуляторної батареї.

Примітка: відповіді на запитання 2, 3, 4 викласти у вигляді таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Перелік, значення і методи контролю параметрів АКБ

Параметри		Значення параметрів			Методи контролю	Технічні засоби
Структурні	Діагностичні	Номінальні	Граничні	Виміри		

Запитання до практичної роботи № 7:

1. Які основні технічні характеристики акумуляторної батареї?
2. Яке маркування акумуляторних батарей?
3. Яка повинна бути густина електроліту влітку і взимку?
4. Який повинен бути рівень електроліту в акумуляторному елементі?
5. Які хімічні процеси проходять в акумуляторах при заряді та розряді?
6. Які прилади використовуються для діагностування акумуляторів?
7. Як визначити фактичну ємність акумуляторної батареї?
8. Які діагностичні параметри акумуляторної батареї?
9. Як скласти алгоритм діагностування, яка методика побудови?

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко А. В. Діагностування рухомого складу електричного транспорту: конспект лекцій (для магістрантів 1 курсу всіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / А. В. Коваленко, В. М. Шавкун, В. В. Ліньков. – Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 152 с.
2. Діагностування рухомого складу електричного транспорту: методичні рекомендації до виконання самостійної роботи (для магістрантів 1 курсу усіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. А. В. Коваленко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 29 с.
3. Яцун М. А. Експлуатація та діагностування електричних машин і апаратів: Навч. посібник. / М. А. Яцун., А. М. Яцун – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – 228 с.
4. Веклич В. Ф. Диагностирование технического состояния троллейбусов. / В. Ф. Веклич – М. : Транспорт, 1990. – 225 с.
5. Хазаров А. М. Диагностическое обеспечения технического обслуживания и ремонта автомобилей. / А. М. Хазаров – М. : Высшая школа, 1990. – 208 с.
6. ГОСТ 20911–89. Техническая диагностика. Термины и определения. / <http://docs.cntd.ru/document/gost-20911-89>
7. Галкин В. Г. и др. Надежность тягового подвижного состава. / В. Г. Галкин – М. : Транспорт, 1981. – 184 с.
8. Биргер А. И. Техническая диагностика. / А. И. Биргер – М. : Машиностроение, 1978. – 240 с.
9. Генкин М. Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов. / М. Д. Генкин, А. Г. Соколова – М. : Машиностроение, 1987. – 288 с.

*Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації  
до виконання практичних робіт  
із навчальної дисципліни

## **«ДІАГНОСТУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ»**

*(для магістрантів 1 курсу усіх форм навчання спеціальності  
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)*

Укладачі: **КОВАЛЕНКО** Андрій Віталійович,  
**ШАВКУН** Вячеслав Михайлович

Відповідальний за випуск *Ю. П. Бархаєв*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *А. В. Коваленко*

План 2020, поз. 134М

---

Підп. до друку 24.06.2020.      Формат 60 × 84/16.  
Друк на ризографі.              Ум. друк. арк. 3,2  
Тираж 50 пр.                      Зам. № .

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків 61002.  
Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 5328 від 11.04.2017.