МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра вагонів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи
з дисципліни

«АВТОМАТИЧНІ ГАЛЬМА
ТА БЕЗПЕКА РУХУ ПОЇЗДІВ»

Частина 5

Харків 2014

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри вагонів 23 грудня 2013 року,

протокол № 5.

Рекомендовано для студентів денної та заочної форм навчання напряму 6.070105 „Рухомий склад залізниць”, а також слухачів НН ІППК спеціальностей 7.07010501 „Локомотиви та локомотивне господарство” і 7.07010502 „Вагони та вагонне господарство”.

Укладачі:

старш. викл. В.Г. Равлюк,
асистенти І.М. Афанасенко,
Я.В. Дерев'янчук,
доц. С.В. Михалків,
старш. викл. М.Г. Равлюк

Рецензент

проф. І.Д. Борзилов

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи
з дисципліни

*«АВТОМАТИЧНІ ГАЛЬМА
ТА БЕЗПЕКА РУХУ ПОЇЗДІВ»*

Частина 5

Відповідальний за випуск Равлюк В.Г.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 30.01.14 р.

Формат паперу 60х84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,00. Тираж 25. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Лабораторна робота 5

Дослідження будови та робочих процесів електроповітророзподільника ум. № 305

1 Мета роботи

Вивчення конструкції та принципу дії електроповітророзподільника ум. № 305. Засвоєння методики його перевірки.

2 Зміст роботи

2.1 Матеріальне забезпечення

Електроповітророзподільник ум. № 305 (натуральний вигляд) та його розріз, випробувальні стенди, набір плакатів.

2.2 Методичне забезпечення

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу „Автоматичні гальма та безпека руху поїздів”, набір плакатів, Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху.

2.3 План виконання роботи

2.3.1 Самостійно ознайомитися з конструкцією та роботою електроповітророзподільника ум. № 305.

2.3.2 Використовуючи методичні вказівки до лабораторної роботи та посібники [1 – 11], самостійно заповнити відповідні місця в Журналі лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху.

2.3.3 Оформлений Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху» **пред’являють викладачеві** перед виконанням лабораторної роботи. Правильно оформлений Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху», а також

знання матеріалу в обсязі, вказаному в пункті 2.3.1, **є допуском до виконання лабораторної роботи**. Студенти, які не засвоїли матеріал та не підготували Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху, **до виконання лабораторної роботи не допускаються.**

2.3.4 Згідно з оформленим журналом вивчити будову та принцип дії електроповітророзподільника ум. № 305 та ознайомитися з будовою випробувальних стендів.

2.3.5 За результатами випробувань виконати порівняльний аналіз отриманих величин з нормативами.

2.3.6 Завершити оформлення звіту і скласти залік з лабораторної роботи.

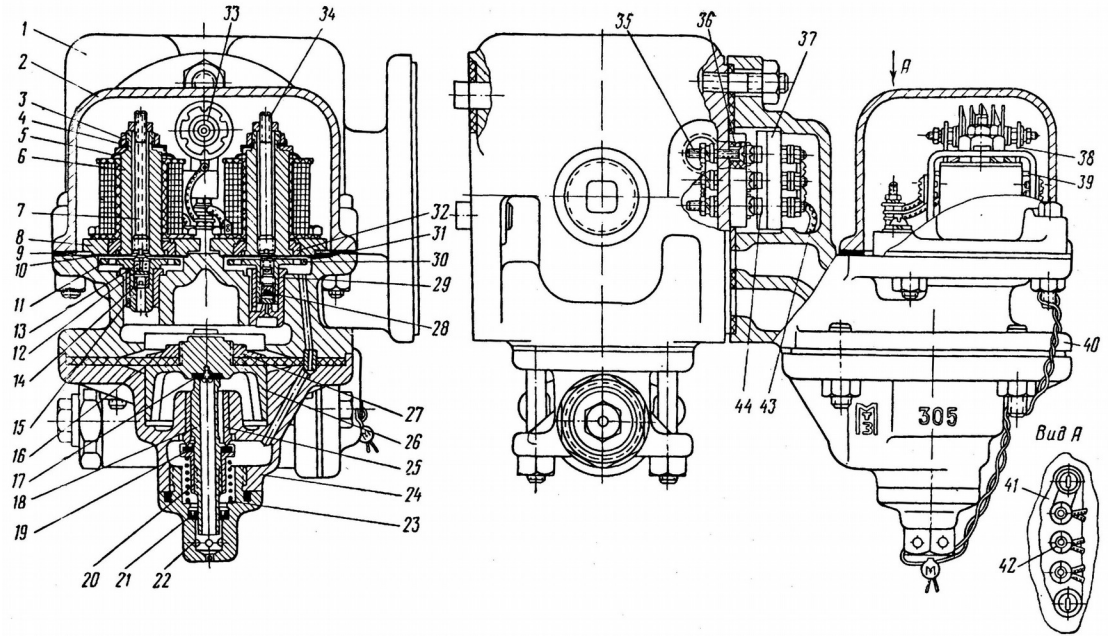
2.3.7 Залік слід отримати впродовж відведеного розкладом часу.

3 Порядок виконання роботи

3.1 Конструкція та призначення електроповітро-розподільника ум. № 305

В даний час в експлуатації знаходяться електроповітророзподільники ум. № 305-000 на пасажирських вагонах і локомотивах, ум. № 305-001 на електричному рухомому складі і дизельпоїздах. За принципом роботи обидва електроповітророзподільники однакові.

Електроповітророзподільник (рисунок 1) складається із чотирьох основних частин: камери, електричної частини, пневматичного реле і перемикального клапана.



1 – корпус робочої камери; 2 – кришка; 3 – гайки; 4 – стопорні шайби; 5 – пружинні шайби; 6 – осердя електромагнітів; 7, 34 – регулюючі гвинти; 8 – фланець; 9 – гумове ущільнення; 10, 31 – мембрана; 11 – попускний вентиль; 12 – сідло; 13 – пружина; 14 – клапан попускного вентиля; 15 – втулка; 16 – гумова діафрагма; 17 - гумове ущільнення атмосферного клапана; 18 – стержень; 19 – клапан з гумовим ущільненням; 20 – гайка; 21 – манжета; 22 – цоколь; 23 – пружина; 24 – корпус реле; 25 – втулка; 26 – нижній затискач; 27 – верхній затискач; 28 – клапан гальмового вентеля; 29 – втулка; 30 – якір гальмового вентиля; 32 – латунна втулка; 33 – діод; 35 – контакт; 36 – клемна колодка; 37 – клеми контактної колодки; 38 – планки; 39 – ярмо; 40 – корпус електроповітророзподільника; 41 – розподільча колодка; 42 – клемні гвинти; 43 – провід; 44 – луджені контакти

Рисунок 1 – Електроповітророзподільник № 305 – 000

Робоча камера призначена для установлення на ній знімних частин електроповітророзподільника і повітророзподільника. Порожнина камери об’ємом 1,5 літри є управляючим резервуаром натискного реле. Корпус 1 має чотири привалкових фланці. Одним із них камера приєднується до кришки гальмового циліндра або до фланця пневматичного реле. До трьох інших

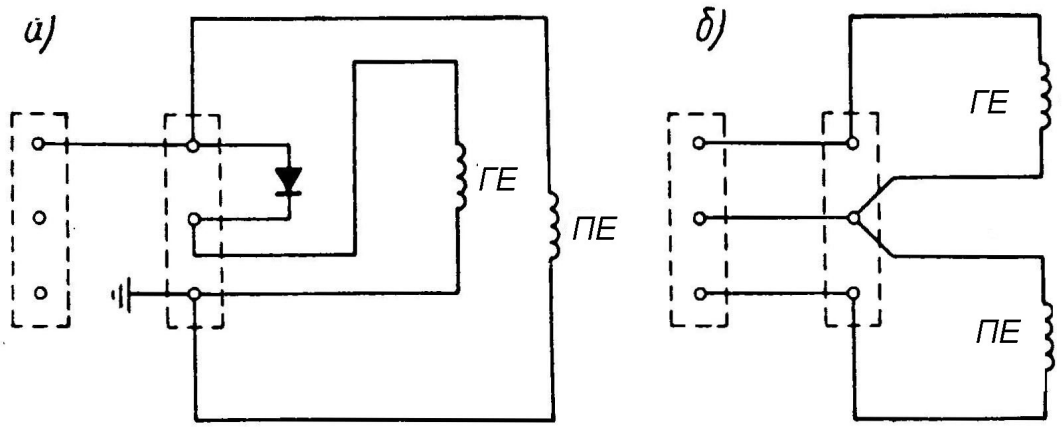
через гумові прокладки приєднані електрична частина електроповітророзподільника (з правого боку рисунка 1), повітророзподільник (з лівого боку рисунка 1) і перемикальний клапан (знизу рисунка 1). Електричний провід підводиться до контакту 35 клемової колодки 36, яка закріплена у корпусі камери.

Електрична частина є управляючим органом електроповітророзподільника. Її корпус 40 має три фланці: боковий — для кріплення електричної частини до камери, нижній – для кріплення пневматичного реле і верхній — для приєднання електромагнітних вентилів у складі з електричною схемою. Котушки електромагнітів гальмового і попускного вентилів закріплені на осердях 6 гайками 3 зі стопорними 4 і пружинними шайбами 5. Гвинти 7 і 34 призначені для регулювання сили відпадання або притягування якоря 30 гальмового та 11 попускного вентилів, яка змінюється в залежності від величини повітряного зазора між магнітопроводом котушки (осердя 6, ярмо 39, фланець 8) і якорем. Латунні втулки 32 призначені для забезпечення магнітної ізоляції фланців 8 від осердя 6. Для ущільнення фланців 8 електромагнітів призначені металеві мембрани 10 і 31. У мембрані 10 закріплене сідло 12 клапана 14 попускного вентиля. Напрямною для якоря 11 попускного вентиля у корпусі 40 є втулка 15, а для якоря 30 гальмового вентиля – втулка 29, яка одночасно є сідлом гальмового клапана 29. Якщо на котушки електромагнітних вентилів не подається електрична напруга, якорі утримуються в нижньому положенні пружинами 13.

Проводи від випрямляча (діода) 33, який закріплений за допомогою планок 38 на ярмі 39 і котушок електромагнітів підведені до клемних гвинтів 42 розподільчої колодки 41. Від колодки по каналу в корпусі проходить провід 43 до клеми контактної колодки 37, яка має луджені контакти 44 з плоскими пружинами. Контактні колодки забезпечують надійне автоматичне з’єднання електричного кола під час складання електроповітророзподільника. Вони мають по три клеми і по три електричних контакти. Із них у електроповітророзподільнику ум. № 305-000 використовується тільки одна клема і один контакт. При встановленні електроповітророзподільника на

електричному рухомому складі використовуються усі контакти, а випрямляч струму відсутній і в цьому випадку електроповітророзподільнику присвоюється ум. № 305-001.

Електричні схеми електроповітророзподільників ум. № 305-000 і ум. № 305-001 наведені на рисунку 2. З метою захисту деталей електромагнітних вентилів і електричної схеми від механічних і атмосферних впливів верхній фланець закритий кришкою 2 з гумовим ущільненням 9 (рисунок 1).



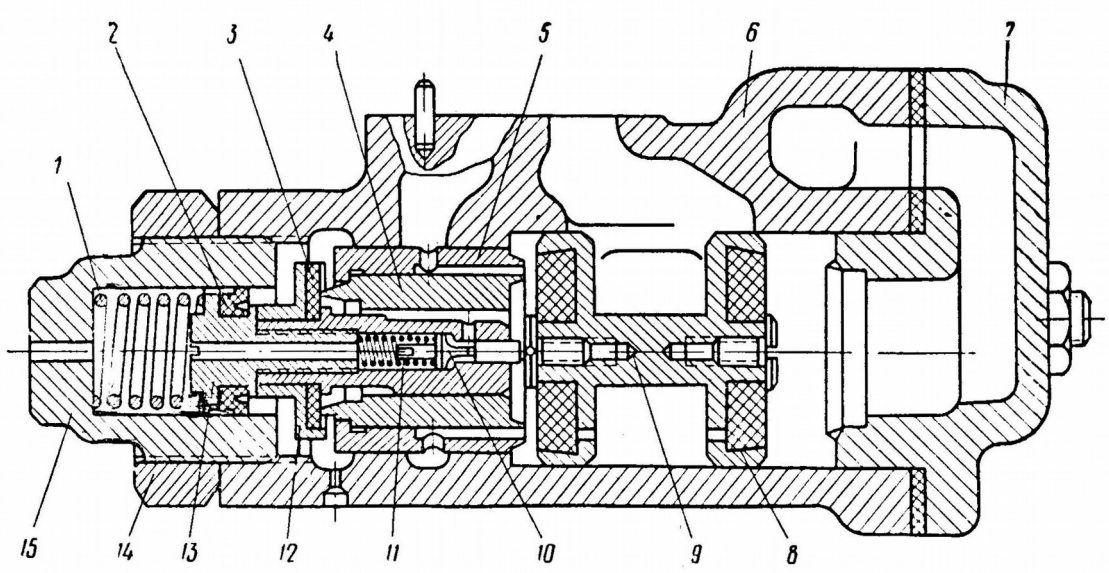
а) ум. №3 05 - 000; б) 305 – 001; ГЕ – котушка гальмового електромагнітного вентиля; ПЕ – котушка попускного електромагнітного вентиля

Рисунок 2 – Електричні схеми електроповітророзподільників

Пневматичне реле є робочим органом електроповітророзподільника, який забезпечує наповнення гальмового циліндра стисненим повітрям або випускає повітря із нього в залежності від зміни тиску в управляючому резервуарі.

У корпусі 24 реле запресована втулка 25, яка є сідлом для клапана 19. Знизу загвинчений цоколь 22 з манжетою 21, яка ущільнює хвостовик пустотілого стержня 18. На стержні 18 гайкою 20 закріплений клапан 19 з гумовим ущільненням. Він притискується до сідла пружиною 23. Гумова діафрагма 16 по периметру затиснута між нижнім фланцем електричної частини і фланцем корпуса реле. В центрі діафрагма затиснута верхнім затискачем 27 і нижнім 26, який одночасно є атмосферним клапаном, для чого на ньому в центрі закріплене гумове ущільнення 17.

Перемикальний клапан (рисунок 3) призначений для перемикання каналів, які йдуть до гальмового циліндра від електроповітророзподільника або повітророзподільника в залежності від способу управління гальмами – електричне або пневматичне. Корпус 6 клапана має фланець для кріплення його на камері. У корпусі розміщений перемикальний клапан 9, який має два з'єднаних диски з гумовими ущільненнями 8. Для лівого диска сідло з боку повітророзподільника створюють зовнішній 5 і внутрішній 4 стакани, а з боку електроповітророзподільника (для правого диска) сідлом є кришка 7.



1 – пружина; 2 – манжета; 3, 8 – гумове ущільнення;
4, 5 – стакани; 6 – корпус; 7 – кришка; 9 – перемикальний клапан;
10 – клапан; 11 – пружина; 12 – скидальний клапан;
13 – хвостовик поршня; 14 – контргайка; 15 – стакан

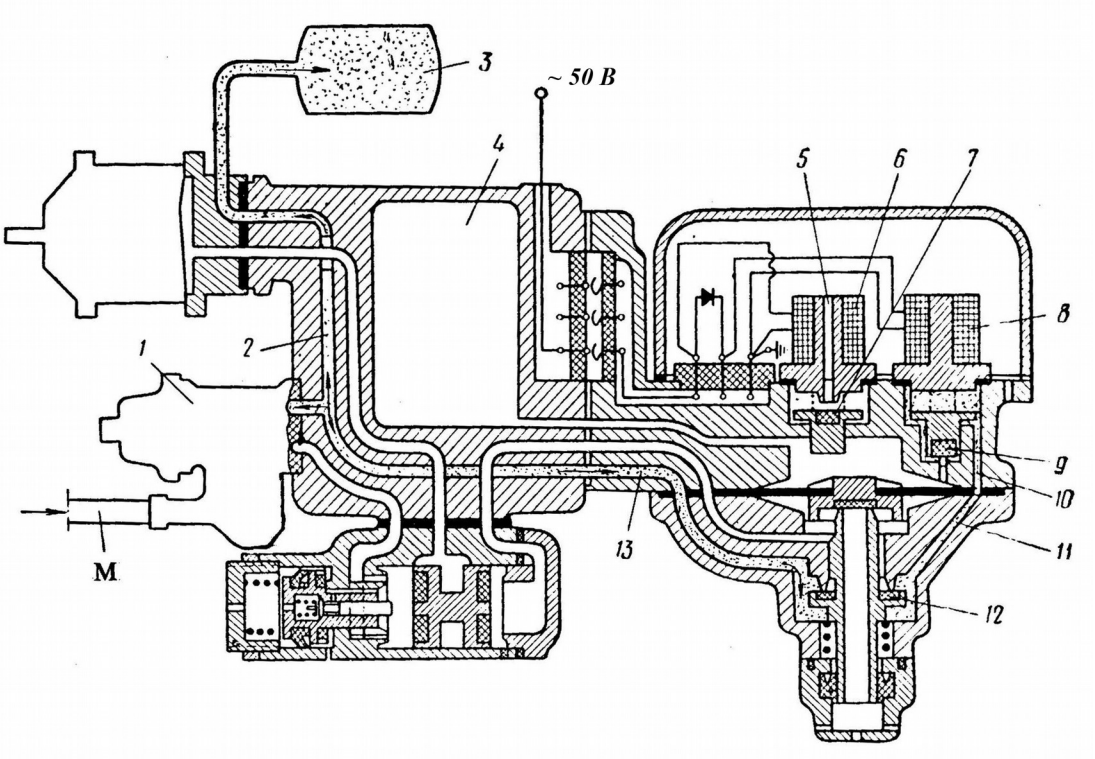
Рисунок 3 – Перемикальний клапан електроповітророзподільника ум. № 305 – 000

Скидальний клапан 12 з гумовим ущільненням 3 має пустотілий стержень, в осьовому каналі якого розміщений атмосферний клапан 10 з хвостовиком, що виходить за площину сідла стаканів 4 і 5. Пружина 11 упирається одним торцем у клапан 10, а другим у хвостовик поршня 13, який вкручено на різі в стержень клапана 12. Поршень 13 ущільнений манжетою 2 і

навантажений пружиною 1, зусилля якої регулюється стаканом 15, а його положення фіксується контргайкою 14.

Робота електроповітророзподільника ум. № 305-000 розглядається за схемами, які наведені на рисунках (4-7).

Заряджання гальма. Котушки електромагнітних вентилів 6 і 8 (рисунок 4) не отримають живлення електричним струмом. Клапан 9 гальмового вентиля закриває канал, через який стиснене повітря може надходити в камеру 4 і порожнину над діафрагмою, а клапан 7 попускного вентиля відкриває атмосферний канал 5 і забезпечує з'єднання порожнини над діафрагмою і камери 4 з атмосферою.



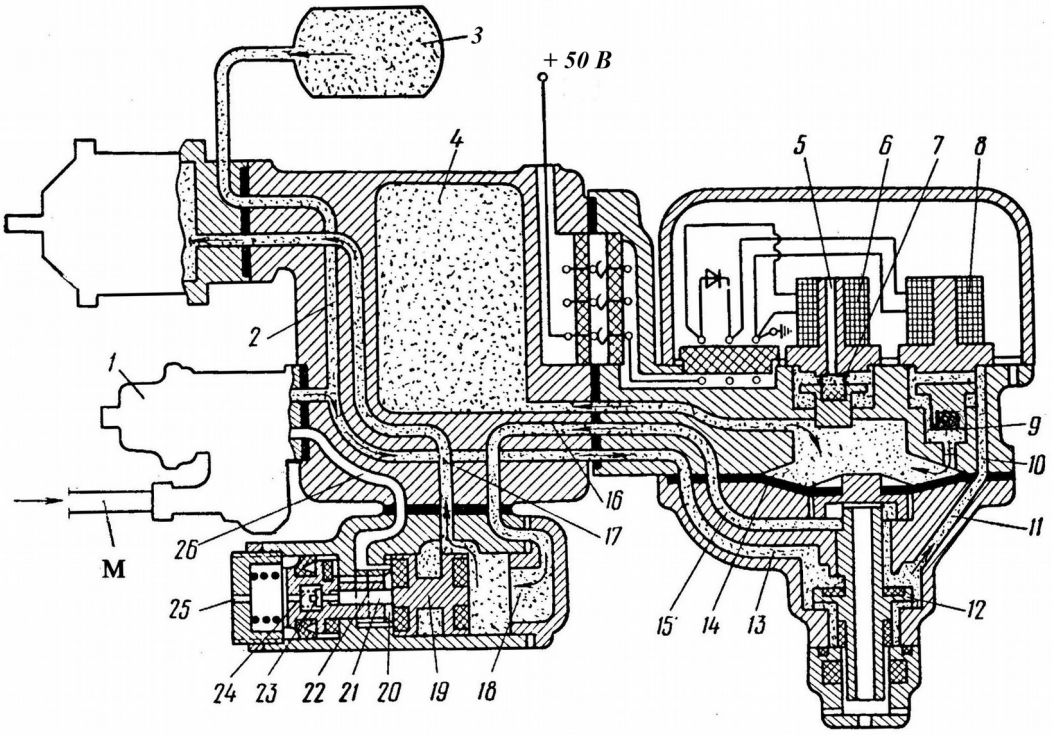
1 – повітророзподільник; 2, 10, 11, 13 – канал; 3 – запасний резервуар; 4 – камера; 5 – атмосферний канал; 6, 8 – котушка електромагніта; 7, 9 – клапан; 12 – живильний клапан

Рисунок 4 – Схема електроповітророзподільника № 305 – 000 в положенні заряджання

Із магістрального повітропроводу стиснене повітря через повітророзподільник 1 по каналу 2 надходить у запасний резервуар 3, а каналом 13 надходить до закритого живильного

клапана 12 і далі каналами 11 і 10 в порожнину над клапаном 9 гальмового вентиля.

Гальмування. Під час гальмування до електроповітророзподільника подається напруга полярністю „+50В” (плюс) на провід, а „–” (мінус) на корпус. Збуджуються котушки електромагнітів 6 і 8 (рисунок 5), при цьому клапан 7 притягується до свого сідла і закривається атмосферний канал 5, а клапан 9 відходить від сідла з дросельним отвором. Стиснене повітря із запасного резервуара 3 каналами 2, 13, 11 і 10 і далі через відкритий клапан 9 надходить в порожнину над діафрагмою 14 і в камеру 4. Діафрагма прогинається вниз і відкриває живильний клапан 12. Стиснене повітря із запасного резервуара 3, каналами 2, 13 через відкритий клапан 12 і далі каналами 15 і 16 надходить у порожнину 18, переміщує перемикальний клапан 19 і по каналу 17 надходить у гальмовий циліндр. При цьому перемикальний клапан 19 лівим диском притискується до двопояскового сідла 20 і закриває гальмовий канал 26 від повітророзподільника. Одночасно перемикальний клапан 19 відтискає атмосферний клапан 23 від сідла і забезпечує з’єднання порожнини 21 внутрішньої виточки сідла через отвори 22, 24 і 25 з атмосферою.



1 – повітророзподільник, 2, 10, 11, 13, 15, 16, 17 – канал, 3 – запасний резервуар, 4 – камера, 5 – атмосферний канал, 6, 8 – котушка електромагніта, 7, 9 – клапан, 12 – живильний клапан, 14 – діафрагма, 18, 21 – порожнина, 19 – перемикальний клапан, 20 – двопояскове сідло, 22, 24 і 25 – отвори, 23 – атмосферний клапан

Рисунок 5 – Схема електроповітророзподільника № 305- 000 в положенні гальмування

Площі внутрішньої і кільцевої виточок сідла 20 підібрані із умови, що переміщення перемикального клапана 19 із лівого в праве положення може відбутися тільки тоді, коли тиск з боку повітророзподільника у 2,5–3 рази перевищить тиск з боку електроповітророзподільника. Цим забезпечується можливість виконання ступеневого попуску гальма електроповітро-розподільником без перешкод з боку повітророзподільника.

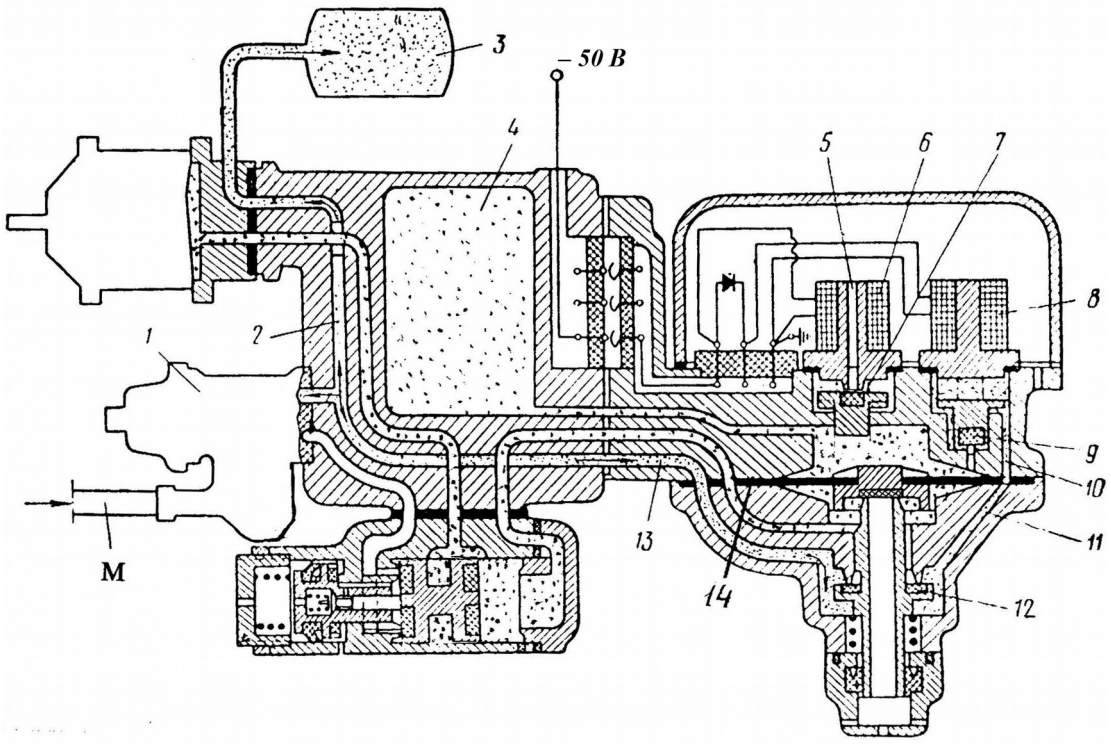
Час наповнення та величина тиску в гальмовому циліндрі залежать від часу наповнення і величини тиску в порожнині над діафрагмою 14, що у свою чергу визначається діаметром каліброваного отвору в сідлі клапана 9 і тривалістю перебування котушки електромагніта гальмового вентиля під напругою. При

каліброваному отворі діаметром 1,8 мм наповнення камери 4, а відповідно і гальмового циліндра, до 0,3 МПа при повному гальмуванні відбувається за 2,5–3,5 с.

Перекриття. Коли в камері 4 отриманий необхідний тиск, змінюється полярність напруги: на провід подається „–50В" (мінус), а „+" (плюс) на корпус. Завдяки наявності випрямляча 33 електричний струм цього напрямку в котушку гальмового електромагніта 8 не надходить. Клапан гальмового вентиля 9 сідає на сідло і роз'єднує порожнину над діафрагмою 14 із запасним резервуаром 3 (рисунок 6). Котушка 6 попускного електромагнітного вентиля, в електричному колі якої немає випрямляча, залишається під напругою і клапан 7 закриває атмосферний канал 5.

При досягненні у гальмовому циліндрі тиску, що дорівнює тиску в порожнині над діафрагмою 14, остання займе середнє положення, при якому живильний клапан 12 під дією пружини закриється і роз'єднає гальмовий циліндр із запасним резервуаром. Таким чином установиться положення перекриття.

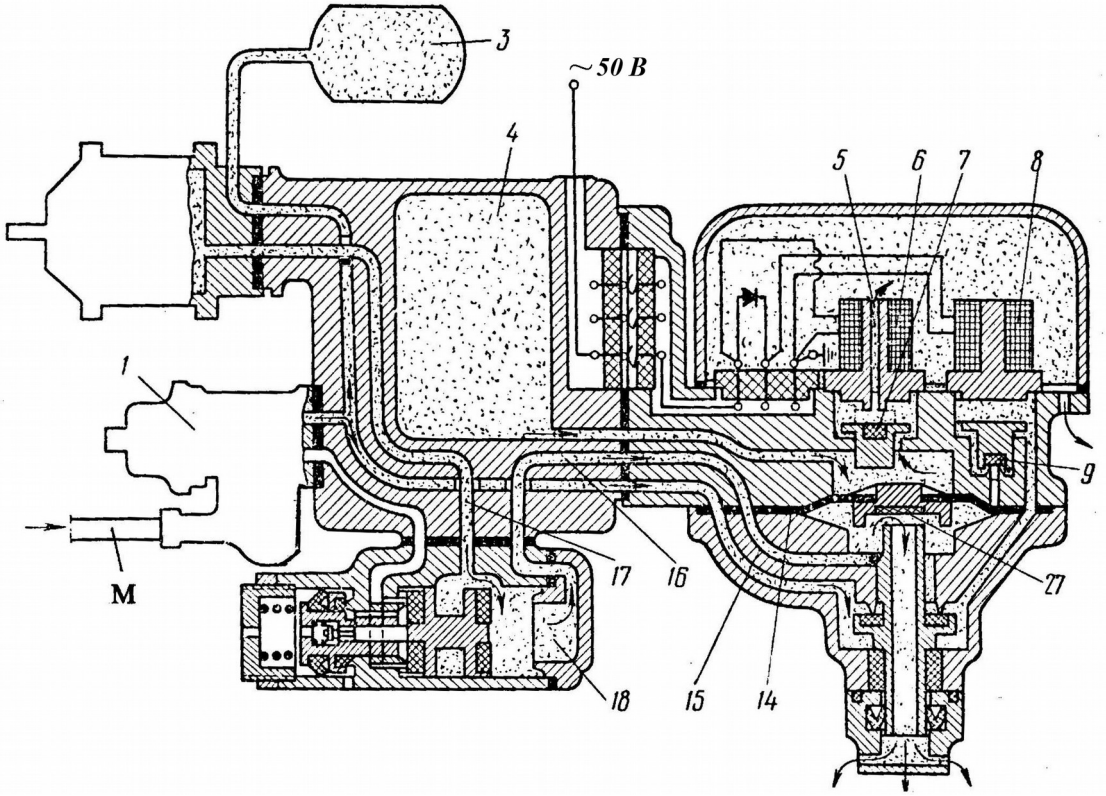
Тиск повітря у гальмовому циліндрі підтримується постійним. В разі виникнення витікань повітря із гальмового циліндра знизиться тиск під діафрагмою 14 і вона прогнеться вниз, відкриє клапан 12 і відбудеться підживлення гальмового циліндра із запасного резервуара. Якщо відбудеться підвищення тиску в гальмовому циліндрі (за рахунок нещільності клапана 12), діафрагма 14 прогнеться вверх, відкриє осьовий канал в стержні клапана 12 і з'єднає гальмовий циліндр з атмосферою. Надлишок повітря вийде в атмосферу.



1 – повітророзподільник; 2, 10, 11, 13 – канал; 3 – запасний резервуар; 4 – камера; 5 – атмосферний канал; 6, 8 – котушка електромагніта; 7, 9 – клапан; 12 – живильний клапан; 14 – діафрагма

Рисунок 6 – Схема електроповітророзподільника № 305 – 000 в положенні перекриття під час гальмування

Попуск гальма. Для попуску гальма з котушок електромагнітів 6 і 8 (рисунок 7) знімається напруга або на них подається змінна напруга ~50В. Клапан 9 закривається і роз'єднує порожнину над діафрагмою 14 із запасним резервуаром, а клапан 7 відкривається і з'єднує порожнину над діафрагмою, а також і камеру 4 через канал 5, з атмосферою.



1 – повітророзподільник; 2, 10, 11, 13, 15, 16, 17 – канал; 3 – запасний резервуар; 4 – камера; 5 – атмосферний канал; 6, 8 – котушка електромагніта; 7, 9 – клапан; 12 – живильний клапан; 14 – діафрагма; 18 – порожнина

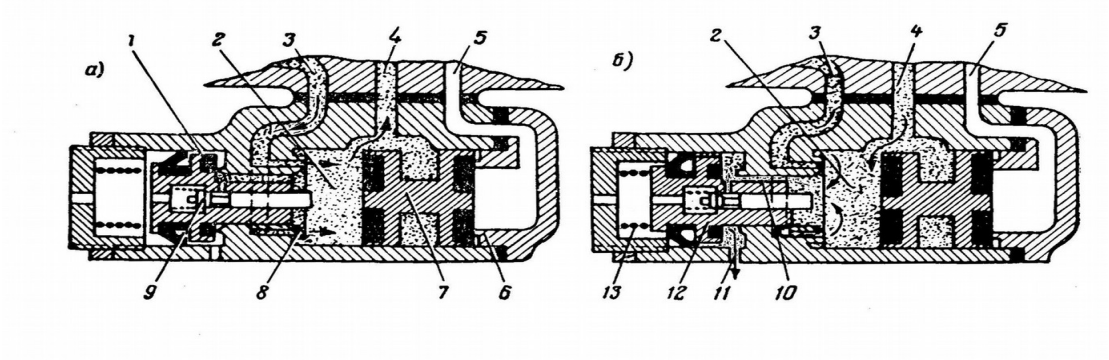
Рисунок 7 – Схема електроповітророзподільника № 305 – 000 під час попуску гальма

Діафрагма 14 під дією надлишкового тиску із гальмового циліндра прогнеться вверх і відкриється атмосферний клапан 27. Стиснене повітря із гальмового циліндра по каналу 17 через порожнину 18 перемикального клапана каналами 16, 15 і далі через відкритий клапан 27 виходить в атмосферу. В цей же час відбувається заряджання запасного резервуара 3 через повітророзподільник 1.

Час повного попуску гальма залежить від часу випуску повітря із порожнини над діафрагмою і камери 4, який визначається діаметром каліброваного отвору в каналі 5. При отворі діаметром 2 мм випуск повітря із порожнини над діафрагмою і камери 4, а відповідно і зниження тиску в гальмовому циліндрі з 0,35 до 0,04 МПа відбувається за 3,5 – 4 с.

Електроповітророзподільник забезпечує ступеневе гальмування і ступеневий попуск гальма. Величина ступеня гальмування визначається часом подачі напруги полярністю „+50В” (плюс) на провід і „–” (мінус) на корпус з наступною зміною полярності, а величина ступеня попуску — часом зняття напруги з електроповітророзподільника і наступною подачею напруги полярністю „–50В” (мінус) на провід і „+” (плюс) на корпус.

Дія перемикального клапана при пневматичному керуванні гальмами (рисунок 8). Під час гальмування стиснене повітря із запасного резервуара через повітророзподільник по каналу 3 (рисунок 8, а) надходить у кільцеву виточку сідла 8, переміщує перемикальний клапан 7 вправо і надходить каналом 4 у гальмовий циліндр. При цьому клапан 7 правим диском сідає на сідло 6 і від’єднує гальмовий канал 5 електроповітророзподільника від каналу 4 до гальмового циліндра. Клапани 1 і 9 закриті й від’єднують порожнину 2 від атмосфери.



1, 9 – клапани; 2 – порожнина; 3, 4, 5, 10, 11 – канал;

6 – сідло;7 – перемикальний клапан; 8 – кільцева виточка сідла; 12 – скидний клапан; 13 – пружина;

а) під час гальмування повітророзподільником з нормального зарядного тиску;

б) під час повного службового або екстреного гальмування повітророзподільником з підвищеного зарядного тиску

Рисунок 8 – Схема перемикального клапана електро-повітророзподільника ум. № 305 – 000

У випадку повного службового гальмування або екстреного з підвищеного зарядного тиску при досягненні тиску у гальмовому циліндрі 0,45 МПа відкривається скидний клапан 12 (рисунок 8, б), стискуючи пружину 13. Стиснене повітря із гальмового циліндра по каналу 4 і з запасного резервуара по каналу 3 і далі через канали 10 і 11 виходить в атмосферу. При зниженні тиску в гальмовому циліндрі і запасному резервуарі до величини 0,3 МПа клапан 12 під зусиллям пружини 13 сідає на сідло і порожнина 2 роз'єднується з атмосферою.

3.2 Порядок випробування повітророзподільника ум. № 305

Випробування повітророзподільника ум. № 305 проводять згідно з п.22.3 Інструкції ЦВ-ЦЛ-0013 [11]:

– перевірити щільність з'єднань та манжети хвостовика і живильного клапана. Перевірка проводиться при зарядному тиску в магістральному резервуарі. При перевірці щільності манжети омилюванням атмосферних отворів корпуса пневматичного реле допускається утворення бульбашок, які утримуються не менше 5 с.

Допускається перевіряти щільність з'єднань манжети і відпускного клапана пневматичного реле за падінням тиску в робочій камері. Для цього електроповітророзподільник увімкнути на гальмування і через 5–7 с відключити від запасного резервуара. Зниження тиску за 1 хв допускається не більше 0,02 МПа (0,2 кгс/см^2);

– перевірити чутливість електроповітророзподільника на гальмування. Зробити малі ступіні гальмування. Перша ступінь повинна відповідати тиску в гальмовому циліндрі (або гальмовому резервуарі) не більше 0,05 МПа (0,5 кгс/см$^{2)}$, а інші ступіні — не більше 0,03 МПа (0,3 кгс/см^2);

– перевірити чутливість електроповітророзподільника на живлення гальмового циліндра (резервуара) і щільність клапанів гальмового і відпускного вентилів. Зробити ступінь гальмування до тиску в гальмовому циліндрі (резервуарі) $0{,}25^{+0{,}05}$ МПа

($2,5^{+0,5}$ кгс/см^2), при цьому впродовж 1 хв зміна тиску в робочій камері допускається не більше ±0,02 МПа (±0,2 кгс/см^2). Створити витік з гальмового циліндра (резервуара) через отвір діаметром 1 мм, при цьому електроповітророзподільник повинен підтримувати тиск у гальмовому циліндрі (резервуарі) з коливаннями не більше ±0,02 МПа (±0,2 кгс/см^2) упродовж 1 хв;

– перевірити чутливість електроповітророзподільника на відпуск. При тиску в гальмовому циліндрі (резервуарі) $0,25^{-0,3}$ МПа ($2,5^{-3,0}$ кгс/см^2) зробити відпуск гальма малими ступінями. Перша ступінь повинна відповідати зниженню тиску в гальмовому циліндрі (резервуарі) не більше 0,05 МПа (0,5 кгс/см^2), наступні ступіні - не більше 0,03 МПа (0,3 кгс/см^2);

- при зарядному тиску в магістральному резервуарі перевірити час наповнення гальмового циліндра до тиску 0,3 МПа (3 кгс/см^2), який повинен бути (3±0,5) с. Час відпуску при зниженні тиску з 0,3 МПа (3 кгс/см^2) до 0,04 МПа (0,4 кгс/см^2) у гальмовому циліндрі (0,3 МПа (3 кгс/см^2) до 0,05 МПа (0,5 кгс/см^2) у гальмовому резервуарі) повинен бути (4,5 ±1) с;

- перевірити спрацювання клапанів електромагнітних вентилів. При подаванні на обмотки напруги 30 В клапан гальмового вентиля повинен відкритись, клапан відпускного вентиля - закритись, при цьому тиск в робочій камері і гальмовому циліндрі (резервуарі) повинен підвищуватися.

Після зменшення напруги до 10 В клапан гальмового вентиля повинен закритись, а клапан відпускного вентиля - відкритись, при цьому тиск в робочій камері повинен знизитися до нуля.

Перевірку дії перемикального клапана проводять згідно з п. 21.4.16 Інструкції ЦВ-ЦЛ-0013 [11].

Перевірити дію перемикального клапана на спеціальному пристрої або на стенді, контролюючи:

– перемикання клапана при переході з електричного керування гальмом на пневматичне і назад;

– щільність з'єднання кришок з корпусом при електричному і пневматичному керуванні; утворення мильних бульбашок в з'єднанні не допускається;

– щільність перемикального клапана в обох його положеннях. При електричному керуванні і тиску в гальмовому

циліндрі 0,05 МПа (0,5 кгс/см^2) слід обмилити місце з'єднання повітророзподільником, а при пневматичному – з електро-повітророзподільником. Допускається утворення повітряної бульбашки, яка утримується не менше 5 с.

Дозволяється перевіряти щільність кришок і клапана в обох положеннях за падінням тиску в корпусі після зарядження його до тиску 0,35 МПа (3,5 кгс/см^2). Зниження тиску допускається не більше 0,02 МПа (0,2 кгс/см^2) за 1 хв.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Анисимов, П. С. Расчет и проектирование механической и пневматической частей тормозов вагонов [Текст] : учеб. пособие / П. С. Анисимов, В. А. Юдин, А. Н. Шамаков, С. Н. Коржин ; под. общ. ред. П. С. Анисимова. –М. : Маршрут, 2005. –248 с.

2 Асадченко, В. Р. Автоматические тормоза подвижного состава [Текст] : учеб. пособие / В. Р. Асадченко. –М. : Маршрут, 2006. –392 с.

3 Асадченко, В. Р. Расчет пневматических тормозов железнодорожного подвижного состава [Текст] : учеб. пособие / В. Р. Асадченко. –М. : Маршрут, 2004. –120 с.

4 Бабаєв, А.М. Принцип дії, розрахунки та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць [Текст] : навч. посібник / А.М. Бабаєв, Д. В. Дмитрієв. − К. : ДЕТУТ, 2007. − 176 с.

5 Багажов, В. В. Тормозное оборудование специального самоходного подвижного состава [Текст] : учеб. пособие / В.В. Багажов, В.Н. Синицын. –М. : ГОУ „Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте“, 2007. – 287 с.

6 Казаринов, В. М. Автотормоза [Текст] : учебник / В. М. Казаринов. – 4-е изд., перераб. и доп. –М. : Транспорт, 1981. – 464 с.

7 Карвацкий, Б. Л. Общая теория автотормозов [Текст] / Б. Л. Карвацкий. –М. : ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ, 1947. –300 с.

8 Коренівський, М. В. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Автоматичні гальма» [Текст] / М. В. Коренівський. –Харків : ХарДАЗТ, 2002. –30 с.

9 Крылов, В. И. Автоматические тормоза подвижного состава [Текст] : учебник / В. И.Крылов, В. В. Крылов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1983. –360 с.

10 Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України [Текст] : ЦТ–ЦВ–ЦЛ–0015. –Затв. нак. Укрзалізниці № 312-Ц 07.06.01. – Вид. офіц. – К. 2002. –146 с.

11 Інструкція з ремонту гальмівного обладнання вагонів [Текст] : ЦВ–ЦЛ–0013. –Затв. нак. Укрзалізниці № 312-Ц 07.06.01. – Вид. офіц. – К. 2002. – 146 с.

12 Завдання на курсовий проект з методичними вказівками з дисципліни “Автоматичні гальма та безпека руху”. [Текст] : метод. вказівки / В. Г. Равлюк, І. М. Афанасенко. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – 70 с.

13 Равлюк, В. Г. Методичні вказівки до складання рівнянь передаточного числа гальмових важільних передач. –Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 22 с.

14 Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Гальмові системи вагонів міжнародного сполучення» [Текст]: Ч. 1. – метод. вказівки / В. Г. Равлюк, Я. В. Дерев’янчук. –Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 14 с.

15 Асадченко,В.Р. Автоматические тормоза подвижного состава железнодорожного транспорта [Текст]: учеб. иллюстрированное пособие для студентов вузов, техникумов, колледжей и учащихся образовательных учреждений железнодорожного транспорта, осуществляющих профессиональную подготовку / В.Р. Асадченко. – М.: УМК МПС России, 2002. -128 с.