

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра вагонів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання лабораторної роботи
з дисципліни**

«АВТОГАЛЬМА РУХОМОГО СКЛАДУ»

Частина 10

Харків – 2019

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до

друку на засіданні кафедри вагонів 9 лютого 2019 р., протокол № 9.

Рекомендовано для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 273 «Залізничний транспорт».

Укладачі:

доц. В. Г. Равлюк,
старші викладачі І. М. Афанасенко,
Я. В. Дерев'янчук

Рецензент

проф. І. Е. Мартинов

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторної роботи
з дисципліни

«АВТОГАЛЬМА РУХОМОГО СКЛАДУ»

Частина 10

Відповідальні за випуск Афанасенко І. М.,
Дерев'янчук Я. В.

Редактор Буранова Н. В.

Підписано до друку 12.04.19 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк. арк. 2,25. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 10

Швидкісні регулятори гальмових натиснень та протиюзові пристрої сучасного рухомого складу

Мета роботи

Вивчення будови, принципу дії, технічних характеристик швидкісних регуляторів гальмових натиснень та протиюзових пристроїв сучасного рухомого складу. Засвоєння методики перевірки швидкісних регуляторів гальмових натиснень та протиюзових пристроїв на випробувальному стенді.

1 Зміст роботи

1.1 Матеріальне забезпечення

Швидкісний регулятор гальмових натиснень на основі осьового відцентрового датчика «ДАКО», «Кнорр-Бремзе» та протиюзовий пристрій «Кнорр-Бремзе», випробувальний стенд, набір плакатів.

1.2 Методичне забезпечення

Методичні вказівки до лабораторних робіт, набір плакатів, посібник: «Гальмове устаткування вагонів міжнародного сполучення» [3]; Журнал лабораторних робіт [5].

1.3 План виконання роботи

1.3.1 Самостійно ознайомитися з будовою швидкісного регулятора гальмових натиснень на основі осьового відцентрового датчика «ДАКО», «Кнорр-Бремзе» та протиюзового пристрою «Кнорр-Бремзе» сучасного рухомого складу.

1.3.2 Використовуючи методичні вказівки до лабораторної роботи та посібники, самостійно заповнити відповідні місця в Журналі [5].

1.3.3 Оформлений Журнал **пред'явити викладачеві** перед початком виконання лабораторної роботи. Правильно оформлений Журнал, а також знання матеріалу є **допуском до виконання лабораторної роботи**. Студенти, які не засвоїли матеріал та не підготували Журнал, **до виконання лабораторної роботи не допускаються**.

1.3.4 Згідно з оформленим Журналом вивчити будову, принцип дії швидкісного регулятора гальмових натиснень на основі осьового відцентрового датчика «ДАКО», «Кнорр-Бремзе» та протитюзового пристрою «Кнорр-Бремзе» сучасного рухомого складу.

1.3.5 За результатами випробувань виконати порівняльний аналіз отриманих величин з нормативними.

1.3.6 Завершити оформлення звіту й скласти залік з лабораторної роботи.

1.3.7 Залік слід отримати протягом відведеного розкладом часу.

2 Порядок виконання роботи

2.1 Загальні відомості про протитюзові пристрої

Розвиток пасажирського рухомого складу у напрямку збільшення швидкості руху сприяв створенню високошвидкісного рухомого складу. Такий рухомий склад висуває підвищені вимоги до ефективності гальмування.

Підвищення ефективності гальм в експлуатації ускладнюється з таких причин:

– коефіцієнт зчеплення колеса з рейками дорівнює в середньому лише 0,22;

– величина коефіцієнта зчеплення змінюється навіть при сухих рейках між 0,26 і 0,17 внаслідок динамічних впливів (дія ресор, удари коліс об стики рейок тощо);

– ця величина коефіцієнта зчеплення може знижуватися в кілька разів (до 0,08), якщо рейки забруднені мастилом або під час дощової погоди;

– величина коефіцієнта тертя між чавунною гальмовою колодкою і колесом у значній мірі залежить від швидкості руху (рисунок 1), а також від питомого тиску і температури колодки.

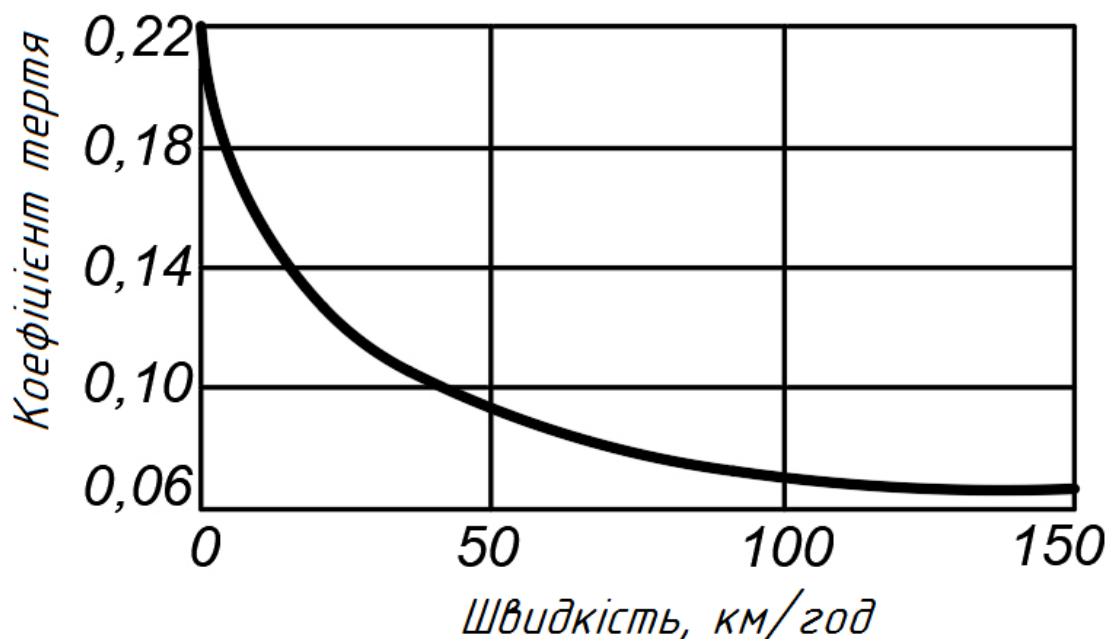


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта тертя чавунної гальмової колодки від швидкості руху

Мала величина коефіцієнта зчеплення колеса з рейкою обмежує допустимі значення максимальної швидкості і гальмового зусилля, оскільки великі натискання гальмових колодок можуть призвести до заклинювання коліс.

Тому у швидких поїздах дія гальма має залежати від швидкості руху. Крім того, гальмове обладнання має містити протиюзовий пристрій, який надійно запобігає ковзанню коліс і утворенню на них пошкоджень.

Спрощену схему гальмового обладнання високошвидкісного рухомого складу із системою швидкісного регулювання та протиюзовим захистом зображено на рисунку 2.

забезпечує швидкий випуск повітря з гальмових циліндрів, як тільки почнеться незначне ковзання колеса по рейці, і швидке наповнення гальмових циліндрів стисненим повітрям, коли обертання коліс відновлюється. Прискорювач екстреного гальмування 10 прискорює розрядку гальмової магістралі, підвищуючи швидкість гальмівної хвилі при екстреному гальмуванні.

У гальмі типу KE_S застосовується реле трьох тисків типу KE, за допомогою якого при гальмуванні підвищується тиск у невеликому буферному резервуарі 5.

При відпуску гальм тиск повітря в резервуарі 5 знижується. У повітродозподільника KE замість дворежимного перемикача (для вантажного та пасажирського режимів) застосовується режимний перемикач, в якому передбачений третій режим для високошвидкісного поїзда.

Для постійного уповільнення поїзда в період гальмування необхідно змінювати тиск у гальмовому циліндрі пропорційно зміні величини коефіцієнта тертя між колодкою і колесом (рисунок 1). Для цього застосовується відцентровий датчик 7 й регулятор тиску 6 (рисунок 2). Процес регулювання дещо ускладнюється тим, що при гальмуванні холодна гальмова колодка спочатку опирається на поверхню кочення колеса всією своєю поверхнею тертя, а потім деформується в результаті нагрівання. Це призводить до різкого зменшення площі контакту колодки з колесом. Внаслідок різкого збільшення питомого тиску на поверхні контакту, колодки швидко пришліфовуються до колеса і їхня поверхня тертя відповідно збільшується. Одночасно сама колодка прогрівається і поступово відновлює свою первинну форму, внаслідок чого поверхня зіткнення з колесом також збільшується залежно від тривалості гальмування. Ці термічні деформації колодки не дають змоги точно регулювати величину гальмового зусилля.

Щоб отримати достатньо рівномірне сповільнення протягом усього періоду гальмування, досить після зменшення швидкості поїзда приблизно до 50 км/год виконати одноступеневе зниження тиску в гальмових циліндрах. При цьому способі регулювання сповільнення різко зростає безпосередньо перед зупинкою. Виходить так званий «зупинний поштовх», що не впливає на довжину гальмового шляху (рисунок 3).

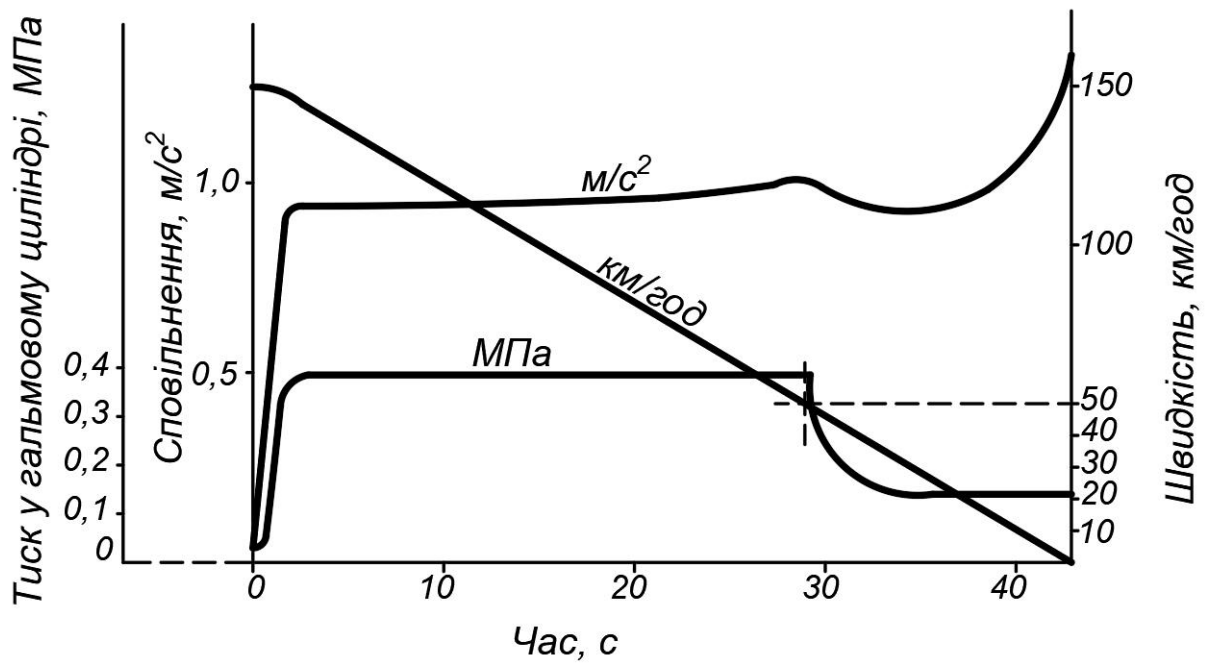


Рисунок 3 – Залежність сповільнення від тиску в гальмовому циліндрі і швидкості руху

З рисунка 3 видно, що відцентровий регулятор з одноступінчастим регулюванням, що забезпечує дві різні величини тиску в гальмовому циліндрі і застосовується для розрахунку зниження тиску в гальмовій магістралі, цілком придатний для отримання рівномірного сповільнення. Значенням швидкості, що перевищує 50 км/год, відповідає більший тиск у гальмовому циліндрі. На рисунку 4 показано зміну тиску в гальмовому циліндрі залежно від керуючого тиску в гальмовій магістралі при швидкостях вище і нижче 50 км/год.

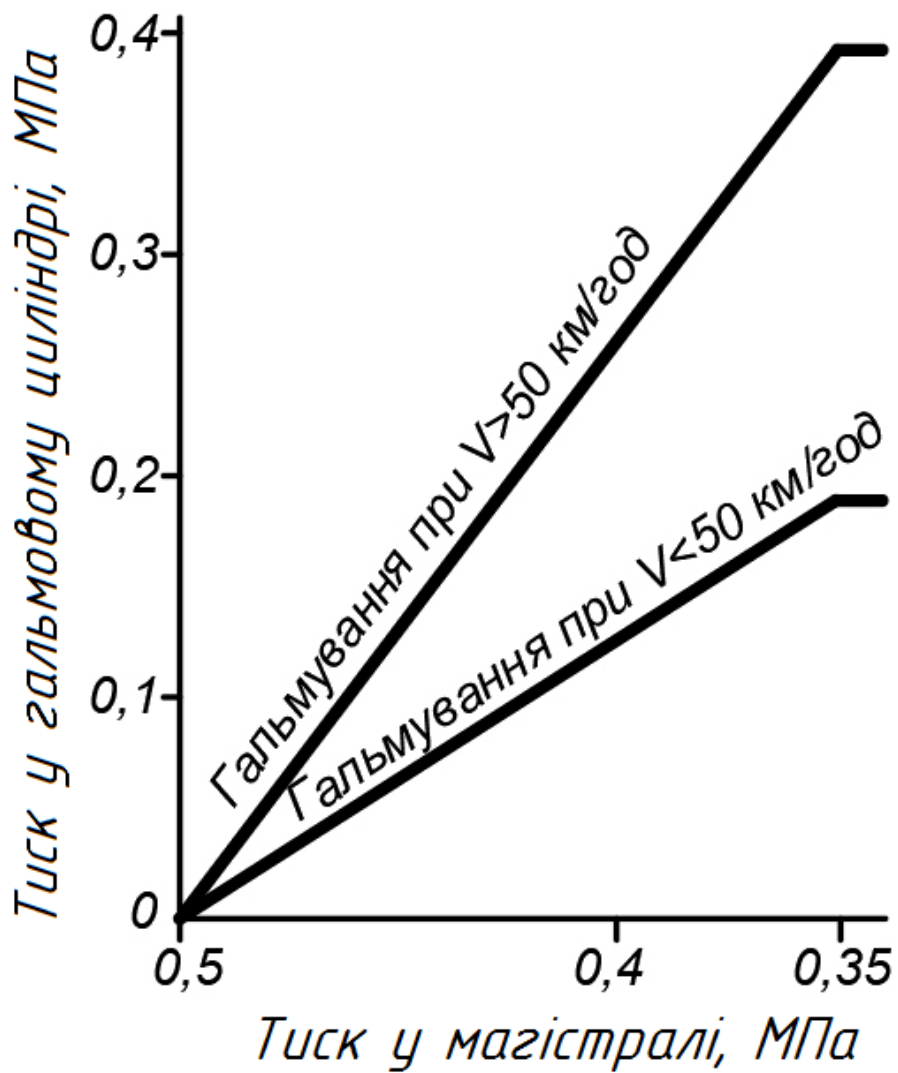


Рисунок 4 – Зміна тиску в гальмовому циліндрі залежно від керуючого тиску в гальмовій магістралі при швидкостях більше та менше 50 км/год

Покращені гальмові характеристики у гальмах типу КЕ з регулятором тиску наведено на рисунку 5.

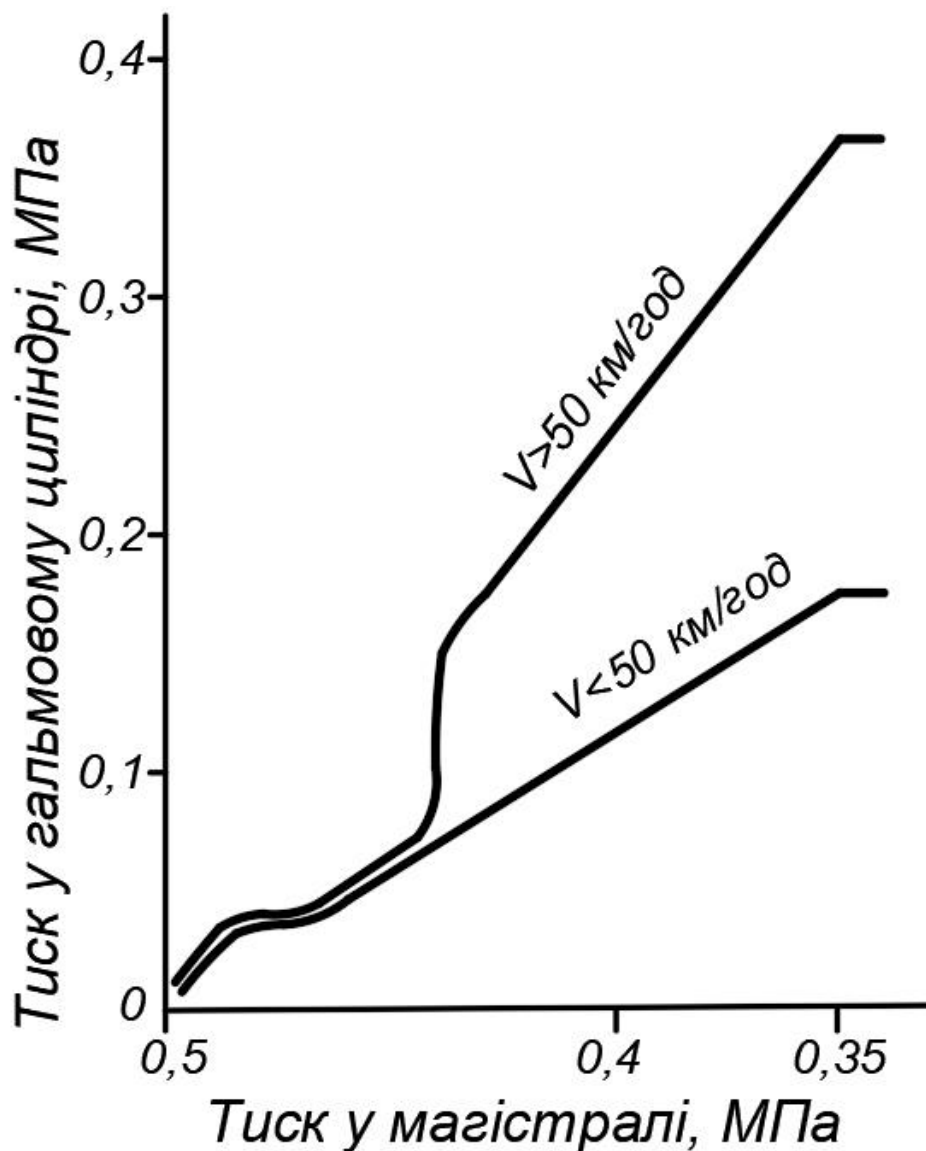


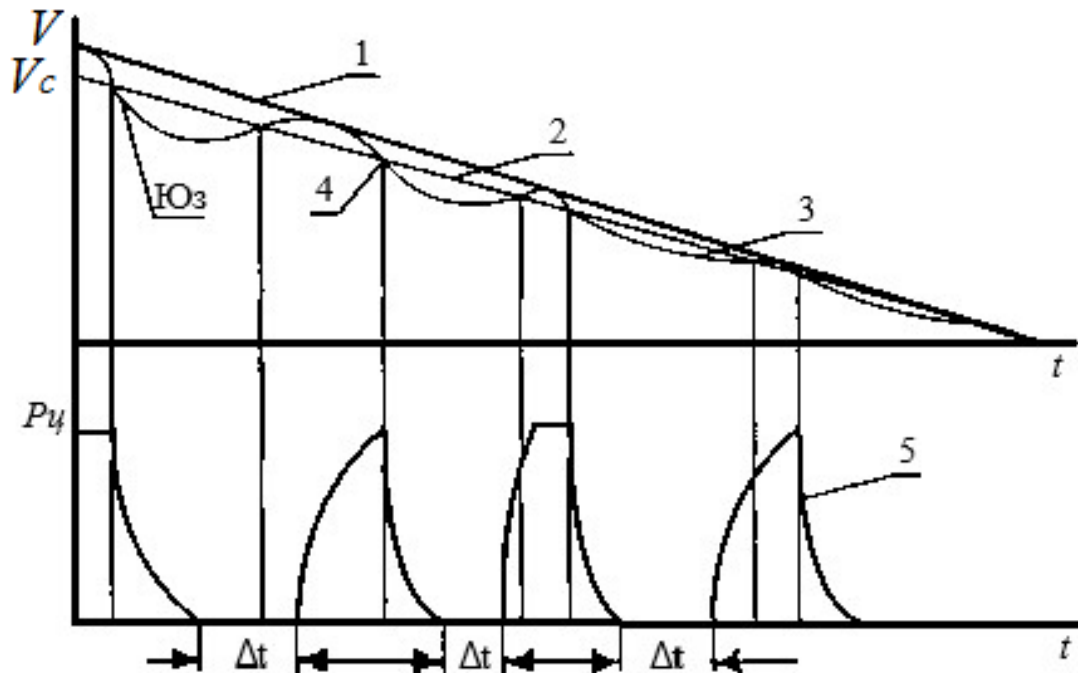
Рисунок 5 – Зміна тиску в гальмовому циліндрі залежно від керуючого тиску в гальмовій магістралі при швидкостях вище і нижче 50 км/год у гальмах типу КЕ

Противозові регулятори

У зв'язку з тим що при дисковому гальмі, на відміну від колодкового, не відбувається очищення поверхні кочення коліс, коефіцієнт зчеплення їх з рейками знижується в 1,5-2 рази, що збільшує ймовірність юза. Тому на високошвидкісних поїздах обов'язково встановлюють противозові пристрої, які можна розділити на три покоління.

Перші з них, інерційно-механічні, спрацьовували при кутових сповільненнях коліс більше $3-4 \text{ м/с}^2$, після повороту маховика на осі

колiсної пари, і різко, за частки секунди, випускали повітря з гальмового циліндра, розгальмовуючи весь вагон. Потім, після закінчення паузи 1,5-2,0 с, тиск у гальмовому циліндрі знову зростає через скидний клапан до вихідного, як наведено на рисунку 6. У розрахунку на періодичне спрацьовування таких регуляторів обсяг запасного резервуара на кожному вагоні збільшувався в 4-5 разів.



1 – швидкість руху транспортного засобу; 2 – допустиме ковзання;
 3 – кутова швидкість колiсної пари; 4 – юз; 5 – тиск у гальмовому циліндрі;
 V – швидкість руху транспортного засобу; V_c – швидкість руху транспортного засобу, при якій спрацьовує протиюзовий захист;
 t – час роботи гальм у загальмованому стані; Δt – час роботи гальм у відпущеному стані; $P_{ц}$ – тиск у ГЦ

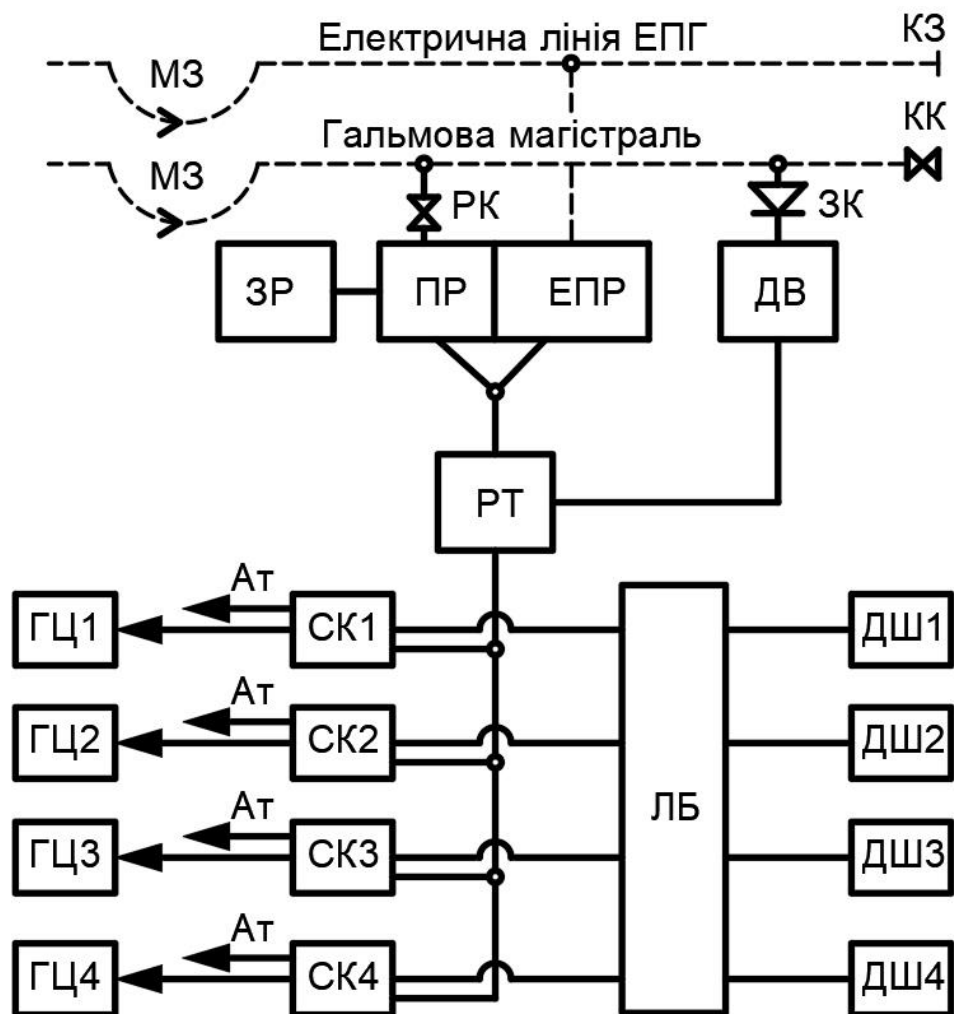
Рисунок 6 – Алгоритм роботи інерційно-механічного протиюзового пристрою

Ці пристрої виконували найпростішу функцію щодо виключення пошкодження колiс при юзі, а алгоритм їх дії був захисним. Проте вони давали змогу реалізувати рівень зчеплення колiс з рейками на 15-20 % вище порівняно зі звичайними пасажирськими поїздами.

Оскільки уповільнення обертання колеса в цих приладах не є ознакою, що гарантує відсутність юза, виникали випадки їх блокування і пошкодження при так званому повільному юзі з низьким

темпом втрати кутової швидкості. Однак, залишаючись у рамках пневматичних конструкцій протиюзового пристрою, реалізувати інші алгоритми виявлення і ліквідації юза досить складно.

У зв'язку з цим у нашій країні і за кордоном для ефективного використання властивостей зчеплення при повісному або повізковому гальмуванні було створено швидкодійні електронні протиюзові регулятори, що дають змогу при екстремому гальмуванні вести колеса в режимі невеликого періодичного ковзання. Їх виконано за загальною структурною схемою, поданою на рисунку 7.



ДШ – датчики швидкості; ЛБ – логічний блок; СК – скидальні клапани; РТ – реле тиску; ГЦ – гальмові циліндри; ПР – повітророзподільник; ЕПР – електроповітророзподільник; ЗР – запасний резервуар; ДВ – додатковий резервуар; РК – роз'єднувальний кран; ЗК – зворотний клапан, МЗ – міжвагонне з'єднання; КЗ – кінцевий замикач; КК – кінцевий кран; Ат – вихід в атмосферу

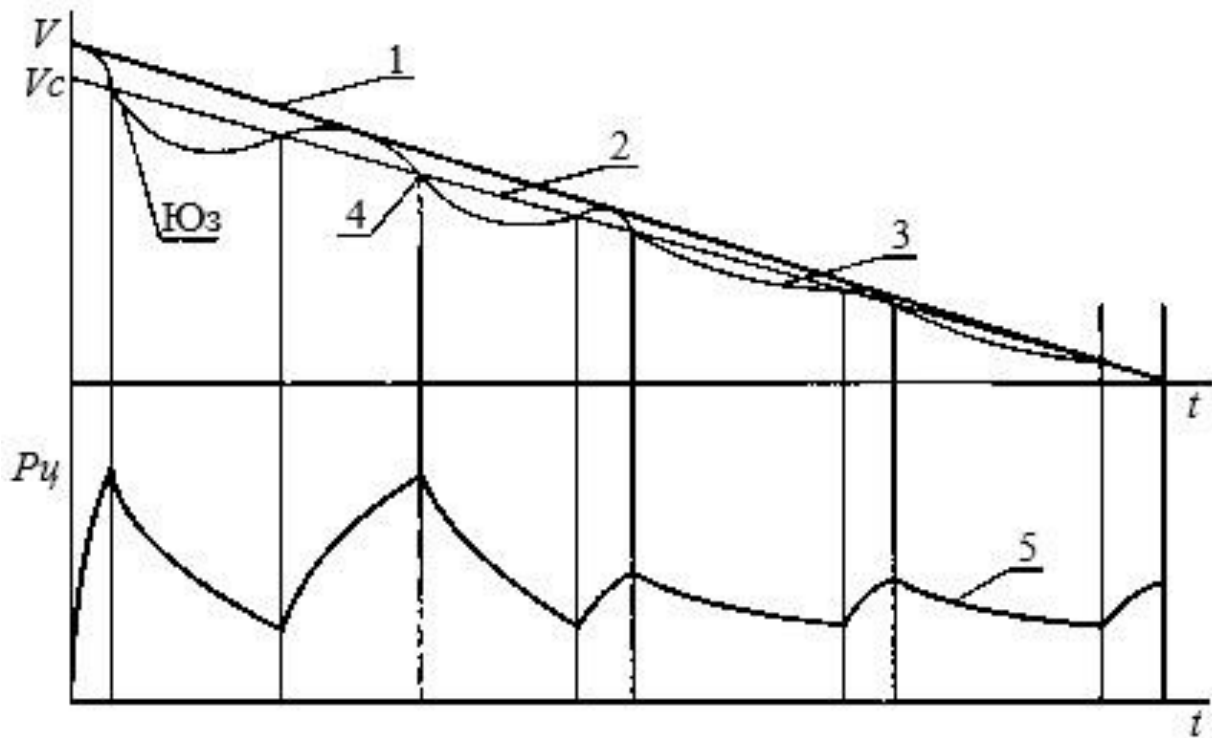
Рисунок 7 – Структурна схема протиюзового регулятора електронного типу

У схемі сигнали, що виробляються датчиками швидкості (ДШ), від кожної колісної пари подаються на логічний блок (ЛБ), який за заданим алгоритмом керує роботою скидальних клапанів (СК). Останні повідомляють реле тиску (РТ) із певним гальмовим циліндром (ГЦ) для збільшення тиску або з'єднання з атмосферою для його зниження.

Противозові пристрої другого покоління електронного типу в межах одного вагона або локомотива порівнюють швидкість обертання коліс, визначаючи величину їх ковзання, і різко змінюють тиск у ГЦ на незначну величину. Структурна схема противозового регулятора електронного типу, що стримує індивідуальні ковзання колісних пар у діапазоні 10-15 %, наведено на рисунку 8. Це дає змогу підвищити рівень реалізованого зчеплення при гальмуванні на 60-70 %, хоча значно збільшує знос колісних пар і витрату стисненого повітря.

Як приклад електронного противозового пристрою другого покоління розглянемо розробку фірми «Кнорр-Бремзе» (Німеччина) – мікропроцесорний пристрій MGS1, який застосовується на пасажирських вагонах типу WLAB, що експлуатуються на вітчизняних залізницях. Цей противозовий пристрій з 1981 року допущено до використання в мережі UIC.

Головні характеристики цього пристрою: противозова логіка налічує близько тридцяти комбінацій критеріїв наявності юза, безконтактні осьові датчики, які не зношуються від їх експлуатації; автоматична самодіагностика з індикацією результатів щодо справності осьових датчиків, скидальних клапанів та блока керування; наявність незалежної від мікропроцесора схеми безпеки; здатність пристосування до фактичних параметрів рухомого складу без зміни конструкції противоза, що робить можливим застосування противозового пристрою на рухомому складі залізничного та рейкового міського транспорту; можливість комплектування додатковим модулем, який забезпечує протибоксовальний захист, урахування дії магніторейкових гальм (за наявності).



1 – швидкість руху транспортного засобу; 2 – допустиме ковзання; 3 – кутова швидкість колісної пари, при якій колесо припинить сповільнюватися; 4 – юз; 5 – тиск у гальмовому циліндрі; V – швидкість руху транспортного засобу; V_c – швидкість руху транспортного засобу, при якій спрацьовує протиюзовий захист; t – час роботи гальм, коли тиск у ГЦ збільшується; $P_{ц}$ – тиск у ГЦ

Рисунок 8 – Алгоритм роботи стримування ковзання електронного протиюзового пристрою

В електронній схемі блока MGS1 застосовано мікропроцесори серії Z80A. Пневмосхема цього протиюзового пристрою може працювати зі скидальними клапанами типів GV12, GV17, GV18 та GV19. Усі названі клапани розраховані на тиск повітря до 0,5 МПа та робочий об'єм 5 л (для GV19 робочий об'єм 10 л). Блок MGS1 живиться від підвагонної акумуляторної батареї та споживає потужність до 220 Вт.

Осьові датчики змонтовано на кожній кришці букси по одному. Чутливим елементом датчика є магніторезистор, що працює разом із феромагнітним полюсним колесом, яке закріплене на торці вагонної осі. Полюсне колесо по колу має рівномірно розташованих 80 виступів та стільки ж впадин. При розташуванні виступу переривника напроти датчика зазор між ними в експлуатації має становити 0,4-

1,4 мм, що забезпечує генерування датчиком вісімдесяти імпульсів за кожен оберт колісної пари.

Противозові пристрої третього покоління електронного типу

Удосконалення електронних противозових пристроїв сприяло створенню так званих регуляторів керування ковзанням з адаптивним алгоритмом дії. При цьому функції захисту колісних пар від пошкодження є, безумовно, обов'язковими, але другорядними. На перше місце висуваються вимоги максимально використовувати сили зчеплення коліс з рейками при гальмуванні, що і забезпечується застосуванням підстроювання (адаптації) регулятора під умови руху.

Один із перспективних алгоритмів дії таких регуляторів подано на рисунку 9.

Тиск у ГЦ зростає до того часу, поки не настане «юз» (ковзання колеса більше 2 %) у момент 1. Цей рівень тиску в момент 1 запам'ятовується в пристрої, і він виконує антиблокувальний цикл (2-4), знижуючи тиск у ГЦ першої за рухом колісної пари доти, поки колесо не припинить сповільнюватися в момент 3.

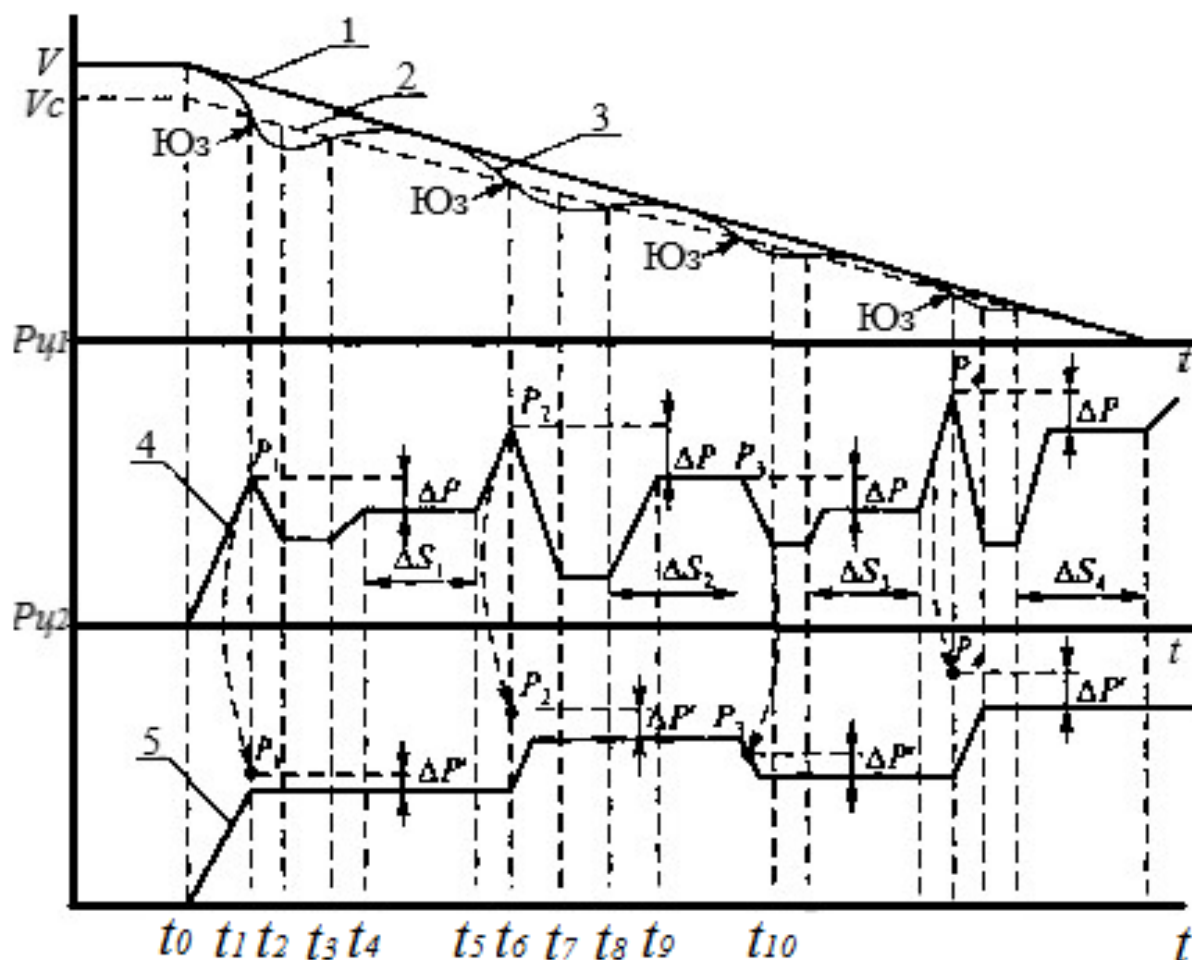
Протягом періоду 1 - 4 тиск повітря залишається незмінним, а колесо виходить з «юза», збільшуючи швидкість обертання. Коли це станеться (момент 4), тиск у ГЦ знову зростає, але до рівня на ΔP меншого за той, при якому юз почався до моменту 5.

Як показали дослідження властивостей зчеплення, незважаючи на його ймовірні властивості, на однорідній ділянці колії без сторонніх включень на рейках вони змінюються в межах 5 % на відстані близько 100 м. Тому, визначивши граничний рівень зчеплення через тиск у ГЦ першої колісної пари, після антиблокувального циклу, система може підлаштуватися під нього і рухатися, ефективно гальмуючи іншими колісними парами тиском у ГЦ $P_1-\Delta P$, який забезпечує ефективне гальмування без юза на цій відстані.

Якщо на цьому відрізку колії самовільного зриву коліс в «юз» не відбулося, пристрій знову піднімає тиск у ГЦ першої колісної пари до втрати зчеплення P_2 .

При гальмуванні тиск у ГЦ першої осі колісної пари перевіряє величину зчеплення між колесом і рейкою (момент 7) і визначення нового рівня 7 встановленням тиску в ГЦ P_2 з подальшим автоматичним налаштуванням тиску в ГЦ після антиблокувального циклу $P_2-\Delta P$. Оскільки за першою колісною парою наступні рухаються

в кращих по відношенню до зчеплення умовах, то рівень тиску в їхніх ГЦ відразу підлаштовується під відомий тиск у ГЦ $P_2 - \Delta P$, визначений при юзі першої колісної пари.



1 – швидкість руху транспортного засобу; 2 – допустиме ковзання;
 3 – кутова швидкість колісної пари; 4 – тиск у гальмовому циліндрі першої колісної пари; 5 – тиск у гальмових циліндрах колісних пар, що ідуть за першою;
 V – швидкість руху транспортного засобу; V_c – швидкість руху транспортного засобу, при якій спрацьовує протиюзовий захист; t – час роботи гальм;
 ΔP – різниця тиску між ГЦ; $P_{ц1}$ – тиск у ГЦ першої осі;
 $P_{ц2}$ – тиск у ГЦ наступних осей

Рисунок 9 – Адаптивний алгоритм роботи регулятора керування ковзанням протиюзового пристрою

При порушенні умови без'юзового гальмування, наприклад, через в'їзд першої колісної пари на ділянку колії зі зниженим зчепленням (момент 10), вона різко зменшує швидкість обертання, що

викликає спрацювання протиюзогов пристрою, і після антиблокувального циклу встановлюється в ГЦ тиск $P_3 - \Delta P$, що забезпечує без'юзове проходження поїзда по цій ділянці.

Таким чином, інші колісні пари не вводяться в режим підвищеного ковзання, реалізуючи силу зчеплення, близьку до максимальної (дивись діаграми тисків у ГЦ Р і характеристику зчеплення на рисунку 9). Це дає змогу в десятки разів зменшити знос колісних пар і витрати стисненого повітря порівняно із застосуванням розглянутого вище алгоритму, а найголовніше, використовувати потенційне зчеплення коліс з рейками практично повністю. Розрахункова гальмова ефективність поїздів, обладнаних адаптивними регуляторами керування ковзанням, порівняно зі звичайними пасажирськими вагонами, зростає майже у два рази.

2.2 Швидкісний регулятор гальмових натиснень

Гальмове обладнання рухомого складу з чавунними гальмовими колодками, призначене для підвищених швидкостей руху, має виконуватися з урахуванням значних змін коефіцієнта тертя. Умови гальмування на підвищених швидкостях дають можливість зниження коефіцієнта тертя компенсувати більшим натисненням гальмових колодок. Система швидкісного регулювання застосовується на електровозах ЧС, а також вагонах міжнародного сполучення з гальмом КЕс.

Швидкісний відцентровий датчик «ДАКО» (рисунок 10) складається з корпусу 10, закритого кришкою 1, в якій розташовані клапани 3 і 4. У кулькових підшипниках 5 і 8 обертається валик 7 з вантажами 13, закріпленими на ньому шарнірно. Разом з валиком здійснює обертальний рух стакан 9 з пружинами 12, 14 і стержнем 11. Стержень 2 з осьовим каналом і радіальними отворами переміщується в осьовому напрямку і контактує з обертовим стержнем 11 через упорний підшипник 6.

При збільшенні швидкості до 60 км/год вантажі 13 обертаються навколо своїх осей, долають зусилля пружини 12 і відхиляються від осі. Вони стискають пружину 12 і переміщують стакан 9 вліво. Під дією пружини 12 стержень 11 через підшипник 6 натискує на стержень 2, який своїм торцем

притискується до клапана 3 і від'єднує керуючий повітропровід від атмосфери.

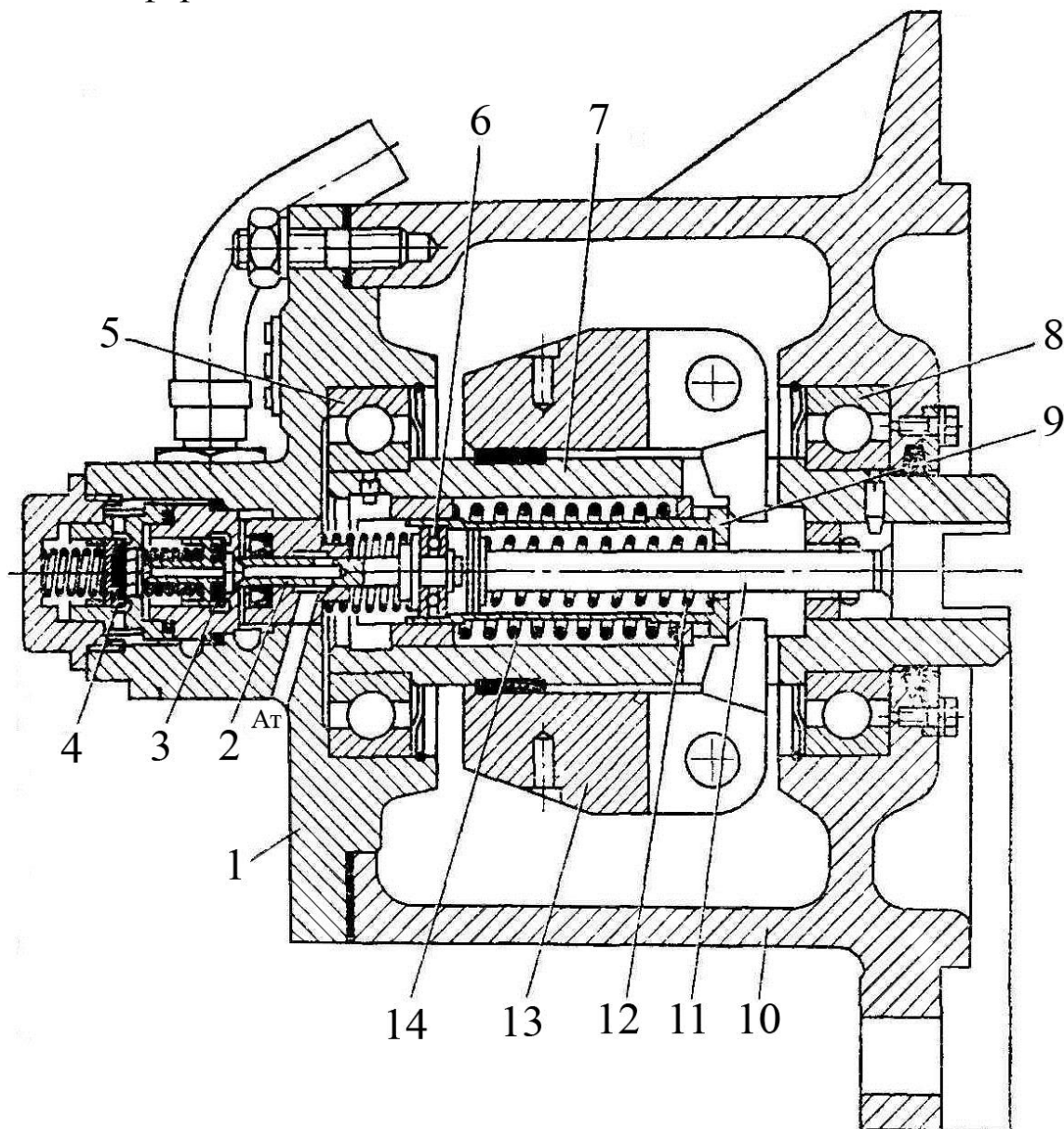


Рисунок 10 – Осьовий відцентровий датчик DAKO – 4

При збільшенні швидкості до 80 км/год стискується пружина 14, що забезпечує відкриття клапана 4, через який керуючий повітропровід з'єднується з джерелом стисненого повітря. Стиснене повітря через осьовий датчик надходить у швидкісну камеру 14 швидкісного реле (рисунок 11). Реле переключається на швидкісний режим. Коли швидкість стане нижчою за 80 км/год, під зусиллям пружини стакан 9 переміщується у зворотному напрямку і клапан 4 притискується

до сидла. Керуючий повітропровід буде від'єднаний від джерела стисненого повітря. Тільки при зниженні швидкості нижче 60 км/год стакан 9 (рисунок 10) переміщується під зусиллям пружини 12, стержень 2 відходить від клапана 3 і приєднує повітропровід до реле і приєднаний до нього резервуар з атмосферою.

Таким чином, підвищене натиснення гальмових колодок забезпечується при швидкості більшій за 80 км/год, а зворотний перехід на нормальне натиснення відбувається при швидкості нижчій за 60 км/год. Такий інтервал виключає часті коливання тиску при невеликих змінах швидкості руху.

Швидкісне реле DAKO – LR (рисунок 11) складається з корпусу 11, заглушки 9, клапана 10, проміжних кілець 4, 5 і кришки 2. Клапан 10 притискується до запресованого у корпус сидла. У порожнину над клапаном 10 постійно надходить стиснене повітря із запасного резервуара. У реле розміщені три діафрагми, дві із яких (6 і 7) жорстко з'єднані з розподільним стержнем 15, а одна (3) вільно переміщується по стержню на сальниковій шайбі 1, ущільненій манжетами. Діафрагми розділяють порожнини: гальмову 8, атмосферну 12, робочу 13, швидкісну 14.

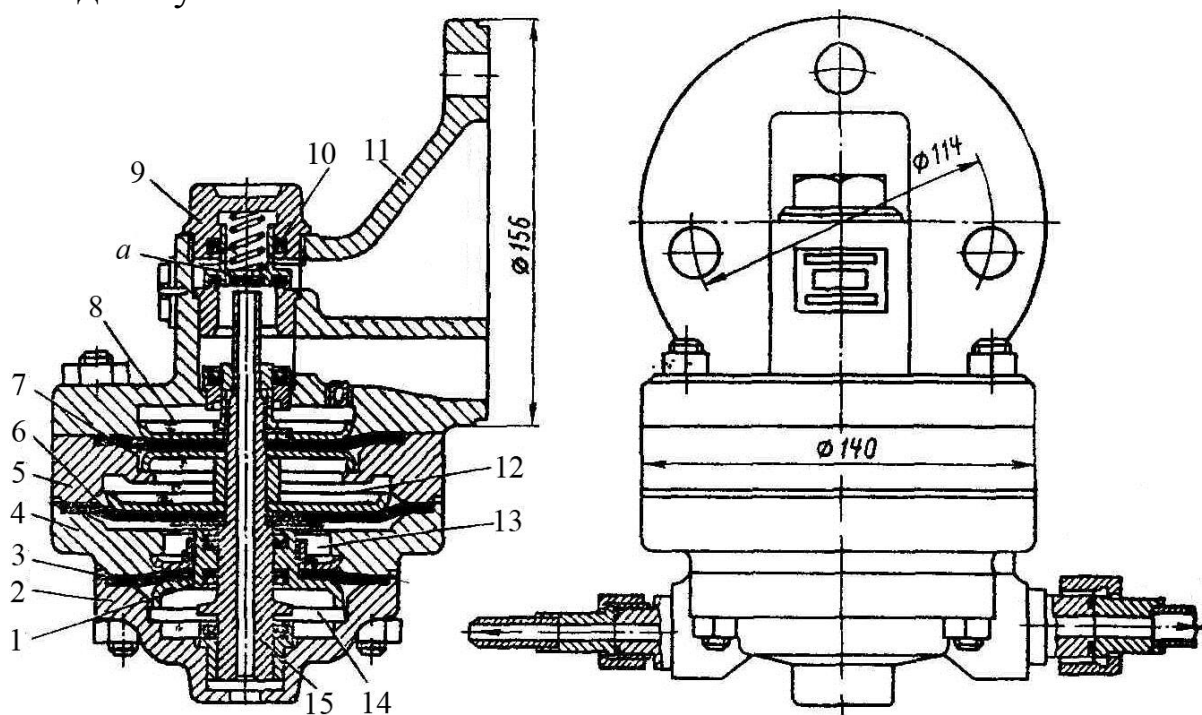


Рисунок 11 – Швидкісне реле DAKO – LR

Під час гальмування стиснене повітря від повітророзподільника надходить у робочу порожнину 13. Якщо у швидкісній порожнині 14 буде атмосферний тиск (режим нормального тиску), то шайба 1 із сальником упирається в буртик розподільного стержня 15 і на стержень діє зусилля, що дорівнює добутку з тиску повітря у порожнині 13 на різницю площ діафрагм 6 і 3. Розподільний стержень переміщується вгору, торцем упирається в клапан 10, осьовий атмосферний канал у стержні 15 закривається, а клапан 10 відходить від свого сідла. Стиснене повітря надходить у гальмові циліндри до тиску, при якому зусилля, що діє на діафрагму 7 зверху, не зрівноважується із зусиллям на розподільному стержні, яке створюється за рахунок тиску повітря на надлишкову кільцеву площину діафрагми 6.

На швидкісному режимі порожнина 14 при високій швидкості з'єднується через осьовий датчик з джерелом живлення стисненим повітрям. Шайба 1 із сальником упирається у проміжне кільце 4, і тиск повітря із робочої порожнини 13 на розподільний стержень 15 передається через одну діафрагму 6, що забезпечує збільшення зусилля, прикладеного до розподільного стержня. Наповнення гальмового циліндра відбувається до більш високого тиску, тому що робоча площа діафрагми 7 менша за робочу площу діафрагми 6.

Швидкісне реле з'єднується з повітророзподільником або електроповітророзподільником через додатковий клапан ДАКО – D, який являє собою реле з двома діафрагмами 4 і 8 (рисунок 12). Діафрагми опираються на важіль 2 з рухомою опорою 10. Для забезпечення, незалежно від режиму, початкового спрацювання важіль має додаткову опору в середній частині на пружину 1. Через стержень 3 діафрагми взаємодіють з навантаженим пружиною клапаном 5. Порожнина 7 з'єднується зі швидкісним реле ДАКО – LR, а порожнини 6 і 9 – з повітророзподільником (ПР) або електроповітророзподільником.

Під час гальмування стиснене повітря надходить від повітророзподільника або електроповітророзподільника у порожнини 6 і 9. Діафрагма 8 прогинається вниз і переміщує правий торець важеля 2. Лівий торець переміщує стержень 3 вгору, відкриває клапан 5 і з'єднує повітророзподільник або електроповітророзподільник зі швидкісним реле.

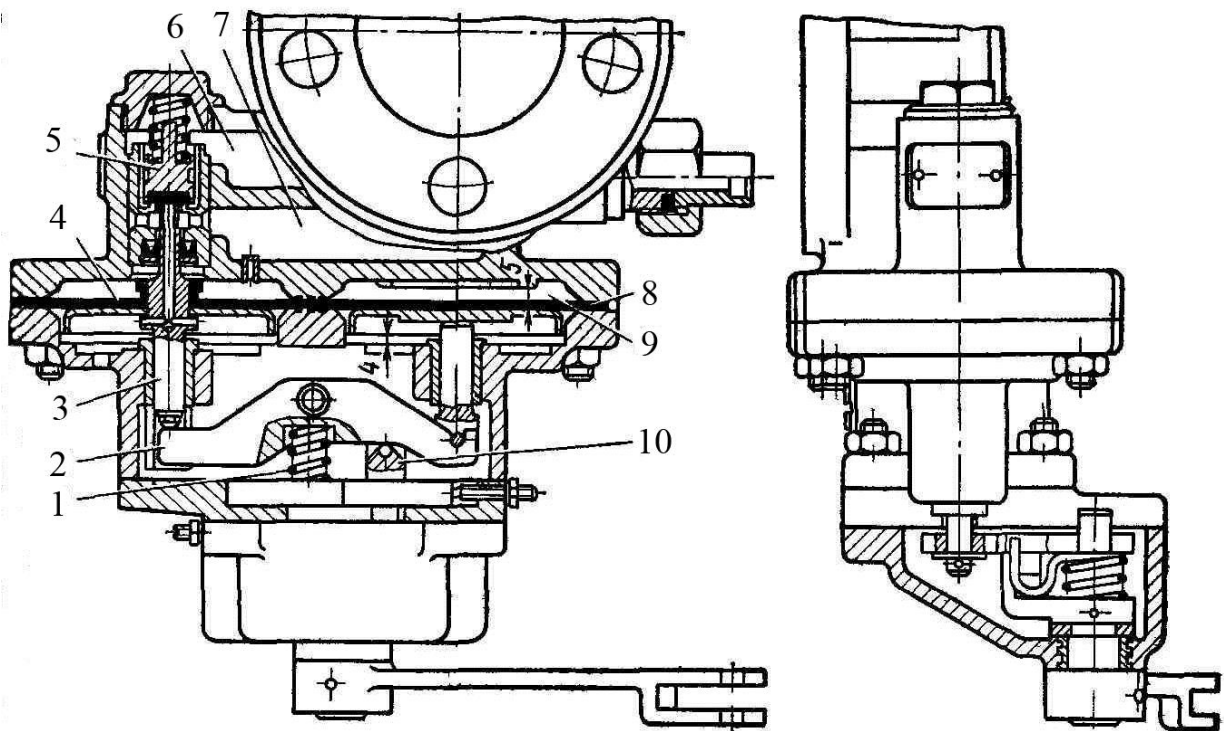


Рисунок 12 – Додатковий клапан DAKO – D

2.3 Протизюзовий пристрій фірми «Кнорр-Бремзе»

До складу пристрою належать: осьовий датчик, випускний клапан і запобіжний клапан.

Осьовий датчик (рисунок 13) прикріплюється до корпусу букси колісної пари рухомого складу. Він складається із корпусу 1 і гумового амортизатора 2, який за допомогою сталевого осердя 3 і гвинтів 5 прикріплений до корпусу. Корпус приєднується до корпусу букси колісної пари. Гумова кришка 8, яка закріплена гвинтами і замковою кнопкою, закриває отвір, призначений для перевірки роботи датчика. Амортизатор з корпусом насаджений на несучий фланець 4 і закріплений пружинним кільцем 26. До несучого фланця кріпляться болтами 38 зі стопорною планкою клапанна коробка 36 і кришка 37.

У клапанну коробку запресовані дві втулки 34 і 35. У втулці 35 з невеликим зазором вставлений поршень 33. Зовні на дні поршня розміщене кільцеве гумове ущільнення 31, до якого притискується торець втулки 34. Всередині поршня розміщена пружина 30, яка закріплена кришкою 27 з ущільнювальною прокладкою.

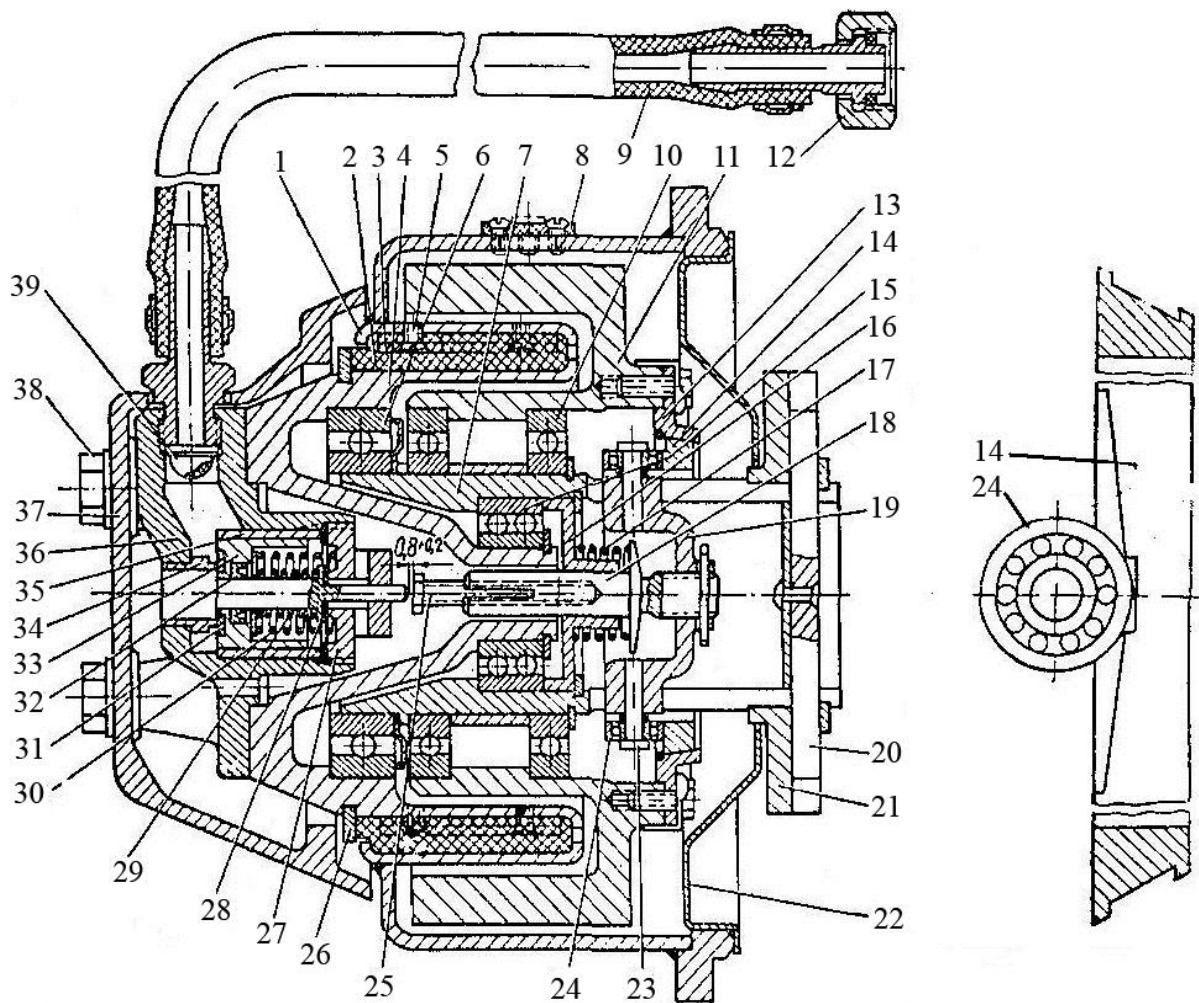


Рисунок 13 – Осьовий датчик протиюзового пристрою фірми «Кнорр-Бремзе»

Через отвір у кришці 27 проходить напрямний стержень клапана 28. З протилежного боку стержень клапана проходить через отвір у дні поршня 33 з ущільнювальною манжетою 32. Клапан 28 притискується до сидла на кришці 27 пружиною 29. Захисна шайба 22 закриває порожнину датчика з боку букси. Гумовий шланг 9 має на одному торці накидну гайку 12 для приєднання датчика до запобіжного клапана. Штуцер на другому торці закручений у коробку 36 датчика і притискує пиловловлювальну сітку 39.

Рухомі частини датчика складено на пустотілій осі-гільзі 7, яка змонтована у несучому фланці 4 на двох кулькових підшипниках 6 і 15. Підшипник 15 закритий кришкою 16.

У поздовжніх пазах гільзи 7 розміщено вкладиш 19, на осях 23 якого встановлені підшипники 24. У центрі вкладиша на

нарізці закріплений стержень 18, тарілка якого упирається в натисну пружину 17. У торець стержня вкручений регулювальний болт 25. На другому торці гільзи 7 розміщено шайбу 21 і планку 20, які закріплені стопорним пружинним кільцем. Зовнішні кільця підшипників 10, розміщених на гільзі, служать опорами інерційному маховику 11. До маховика болтами зі стопорними шайбами прикріплена конусна шайба 13, до внутрішньої поверхні якої притискується конусне кільце 14. Кільце закріплене стопорним пружинним кільцем. Від конусної шайби обертальний момент передається на конусне кільце за рахунок сил тертя, що запобігає пошкодженню деталей датчика.

На торцевій поверхні кільця 14 у діаметрально протилежних місцях виконано виїмки з двома нахиленими площинами відносно площини торцевої поверхні кільця. На площинах можуть перекочуватися підшипники 24 залежно від напрямку руху. У вихідному стані кулькові підшипники 24 притискуються до нахиленої торцевої поверхні кільця 14 під дією зусилля пружини 17 і займають крайнє праве положення на осьовій лінії у западині кільця. При обертанні вкладиша 19 разом із віссю колісної пари підшипники перекочуються відносно кільця 14 в один або протилежний бік по нахилених площинах. Під час руху вагона колісна пара, гільза і усі змонтовані в ній деталі, в тому числі і маховик 11, обертаються синхронно. Звичайні прискорення і сповільнення колісної пари не порушують синхронності обертання.

Як тільки сповільнення обертання колісної пари буде значним (більше 4 м/с^2) маховик 11 по інерції обертається разом із кільцем 14 на малий кут. Підшипники 24 перекочуються по нахилених площинах кільця і переміщують стержень 18 з регулювальним болтом 25 вліво. Регулювальний болт (штовхач) упирається у напрямний стержень і відкриває клапан 28. Відбувається швидке зниження тиску повітря у малому об'ємі між поршнем і клапаном. Під збитковим тиском повітря з боку шланга на кільцеву поверхню поршня 33 він переміщується вправо і відкриває клапан для випуску повітря зі шланга (запобіжного клапана) до атмосфери. Це призводить до спрацювання запобіжного клапана і випускного клапана, що

забезпечує швидкий випуск повітря із гальмового циліндра в атмосферу. Колісні пари поновлюють обертальний рух.

Під дією натискної пружини 17 на тарілку стержня 18 вкладиш з підшипниками 24 упирається у маховик через нахилену поверхню кільця 14 і повертає його у вихідне положення. Клапан 28 закривається під дією пружини 29. Закривається також клапан поршня 33 під дією пружини 30. Стиснене повітря надходить по шлангу і заповнює камеру між поршнем 33 і клапаном 28 через кільцевий зазор між поршнем і втулкою 35.

Під час стоянки вагона можна перевірити роботу датчика. При загальмованому вагоні необхідно відкрити гумову кришку 8 на корпусі датчика і через отвір вручну обертати маховик 11 у будь-який бік. Датчик має спрацювати, як під час заклинювання колісної пари.

2.4 Випускний клапан фірми «Кнорр-Бремзе»

Кронштейн 14 випускного клапана (рисунок 14) кріпиться на рамі вагона поруч з гальмовим циліндром. На кронштейні чотирма болтами через прокладку закріплюється випускний клапан.

Клапан складається із корпусу 2, який зверху закривається заглушкою 12, ущільненою гумовою прокладкою. Знизу в корпус вкручене сідло 1, яке також ущільнене гумовою прокладкою. У верхню частину корпусу запресовано втулку 6, а в нижню – втулку 4. Поршень 9 з'єднаний зі штоком 5 за допомогою болта 11 зі штопорною шайбою. Місце їхнього з'єднання ущільнене прокладкою 10. Поршень ущільнений гумовою манжетою 8 з розпірним пружинним кільцем. У диску поршня закріплена втулка 13 з каліброваним отвором. Нижня частина штока – подвійний клапан з гумовими ущільненнями 3, які можуть притискуватися до нижнього сідла 1 або верхнього 4.

Під час гальмування стиснене повітря надходить від повітродозподільника через штуцер у порожнину під поршнем 9. При цьому повітря встигає проходити через нижній дросельний отвір втулки 13 в порожнину над поршнем. Поршень залишається у нижньому положенні. Атмосферний канал закритий, і стиснене

повітря надходить у гальмовий циліндр (ГЦ). Стиснене повітря із порожнини над поршнем надходить до запобіжного клапана (ЗКл) і далі до осьового датчика.

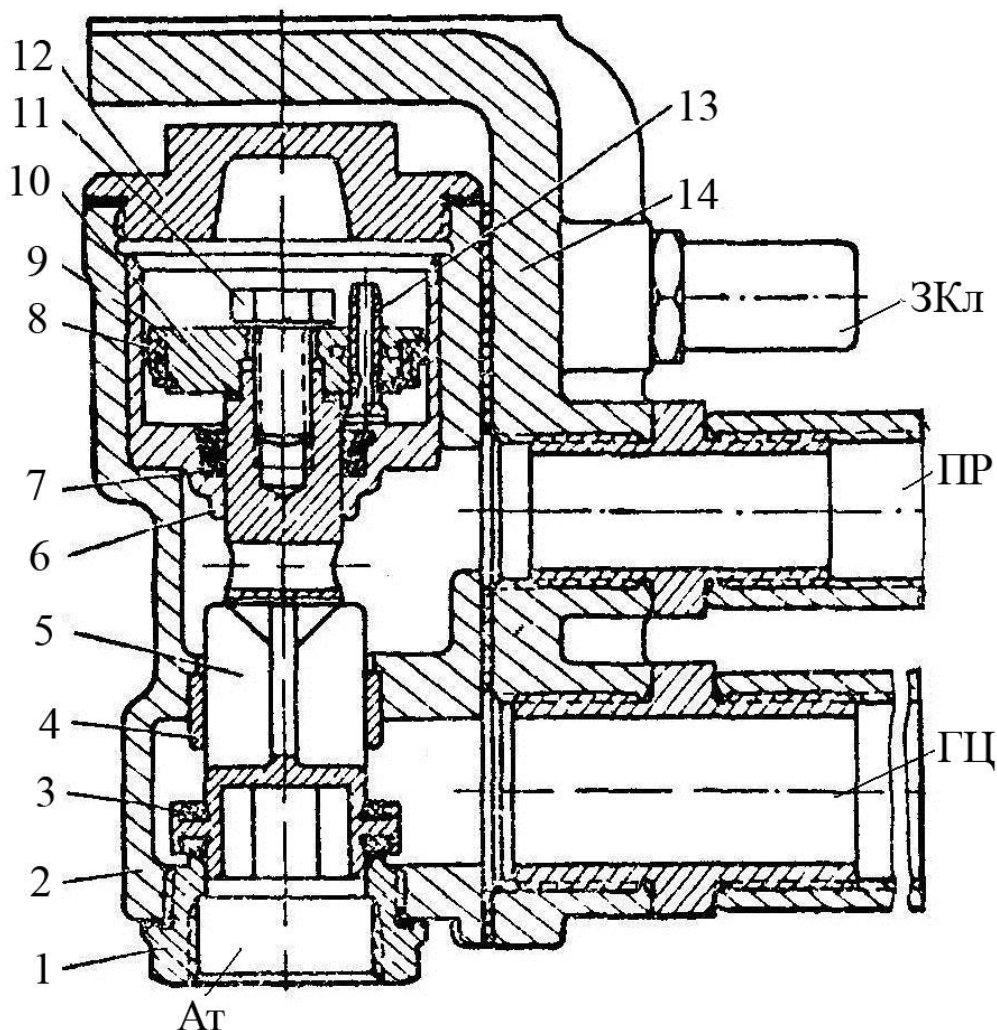


Рисунок 14 – Випускний клапан протиюзового пристрою

У випадку заклинювання колісної пари осьовий датчик забезпечує випуск повітря із порожнини над поршнем швидким темпом. Через калібрований отвір у втулці 13 повітря не встигає надходити у порожнину над поршнем. Тому під дією надлишкового тиску знизу поршень 9 переміщується у верхнє положення. Подвійний клапан ущільненням закриває сідло 4 і від'єднує гальмовий циліндр від повітророзподільника. Водночас гумове ущільнення 3 відходить від сідла 1. Гальмовий циліндр широким каналом з'єднується з атмосферою. Забезпечується швидкий відпуск гальма. Після відпуску гальм і відновлення

обертального руху колісної пари робота випускного клапана та інших пристроїв повторюється.

2.5 Запобіжний клапан фірми «Кнорр-Бремзе»

Корпус запобіжного клапана 3 (рисунок 15) кріпиться на рамі вагона з того самого боку, де установлені осьові датчики. З одного боку в корпус вкручений штуцер 2 з муфтою 1 для приєднання труби від випускного клапана. З протилежного боку вкручений штуцер 9 для накидної гайки гумового шланга від осьового датчика. У корпусі встановлене сидло 6 для клапана 4, який притискується пружиною 5. У центрі клапана виконано калібрований отвір діаметром 0,8 мм, а знизу на його хвостовик надіто тарілку 7 з гумовою діафрагмою 8. Кришка 10 закріплена двома болтами 11 з пружинними шайбами. Вона забезпечує затиснення гумової діафрагми по зовнішньому діаметру.

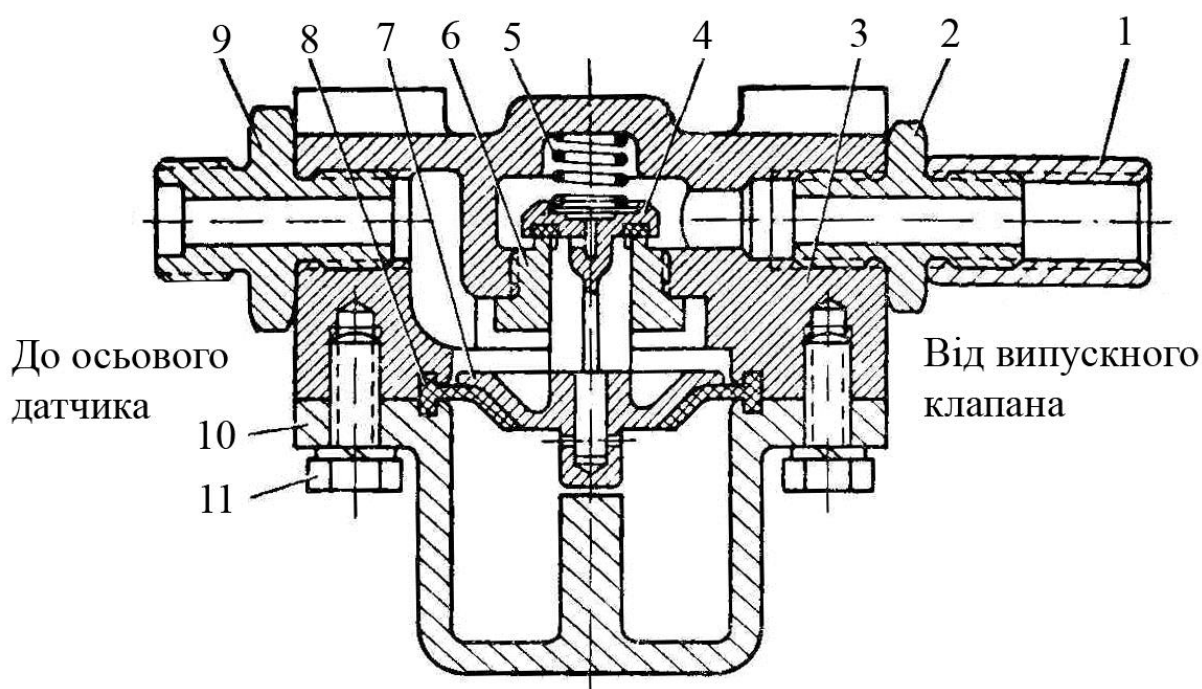


Рисунок 15 – Запобіжний клапан протиюзового пристрою фірми «Кнорр-Бремзе»

Під час гальмування стиснене повітря надходить по трубі від випускного клапана через калібрований отвір 0,8 мм у клапані 4 і далі по гумовому шлангу до осьового датчика. Одночасно

повітря відтискає діафрагму 8 від тарілки 7 і заповнює камеру під діафрагмою. У випадку заклинювання колісної пари, датчик протиюзозового пристрою швидко випускає повітря із гумового шланга до атмосфери, а також і з порожнини між тарілкою 7 з діафрагмою 8 та клапаном 4. Під надлишковим тиском знизу діафрагма з тарілкою 7 переміщується вгору і відкриває клапан 4. При цьому стиснене повітря від випускного клапана через гумовий шланг і протиюзозовий датчик виходить до атмосфери. Випускний клапан забезпечує відпуск гальма.

При недостатній щільності або обриві гумового шланга випуск повітря із порожнини над поршнем випускного клапана відбувається через калібрований отвір діаметром 0,8 мм, випускний клапан не спрацьовує і гальмо залишається в робочому стані.

2.6 Гальмове обладнання вагонів RIC

Найбільшого поширення у прямому міжнародному залізничному сполученні через територію України набули пасажирські вагони RIC (Reqolamento Internationale Carrozze — міжнародна спілка експлуатації пасажирських і багажних вагонів) з гальмом системи KE – GPR із ПР типу KEs фірми Knorr – Bremse (Німеччина). Окрім власне Німеччини, вагони із зазначеним гальмом будують також в Угорщині, Польщі та інших країнах. У попередні роки у Польщі будували також вагони із гальмами системи швейцарської фірми Oerlikon (вимовляється — «Ерлікон»). Одна з останніх модифікацій ПР Oerlikon має позначення ESt4d. На пасажирських вагонах колишньої Чехословаччини встановлювали гальма власної системи ДАКО з ПР типу ДАКО – GVIR.

Щодо гальм, усім вагонам габариту RIC притаманна низка спільних властивостей:

- повізкове гальмування;
- застосування лише чавунних гальмових колодок та швидкісне регулювання зусилля їх натиснення;
- відсутність електропневматичного гальма.

На рисунку 16 наведено схему гальмового обладнання для вагона з гальмом типу KE – GPR, де позначено: 1 — з'єднувальні

рукава; 2 — кінцеві крани; 3 — стоп-кран залізниць колії 1520 мм; 4 — гальмова магістраль з діаметром проходу 1¼"; 5 — ПР типу KEs (5а — головна частина типу KEOS1, 5б — прискорювач екстреного гальмування типу EB3, 5в — кронштейн, 5г — реле тиску типу Du21); 6 — кнопковий клапан з манометром; 7 — скоба випускного клапана; 8 — ручка привода роз'єднувального крана; 9 — ручка перемикача режимів гальма; 10 — резервуар (об'ємом 9 л) прискорювача екстреного гальмування; 11 — пневмодроселі (кожен з отвором діаметром 2 мм); 12 — фільтр; 13 — швидкісний регулятор типу Аг-11; 14 — резервуар об'ємом 5 л; 15 — запасний резервуар (ЗР) додатковий (загальний об'єм 250 л); 16 — ЗР основний (загальний об'єм 150 л); 17 — стоп-кран залізниць колії 1435 мм; 18 — скоби стоп-крана з тросовим приводом; 19 — ГЦ (із внутрішнім діаметром 18"); 20 — запобіжні клапани; 21 — осьові датчики протиюзового пристрою типу MWX; 22 — скидальний клапан типу MWA-15; 23 — манометр тиску в ГЦ.

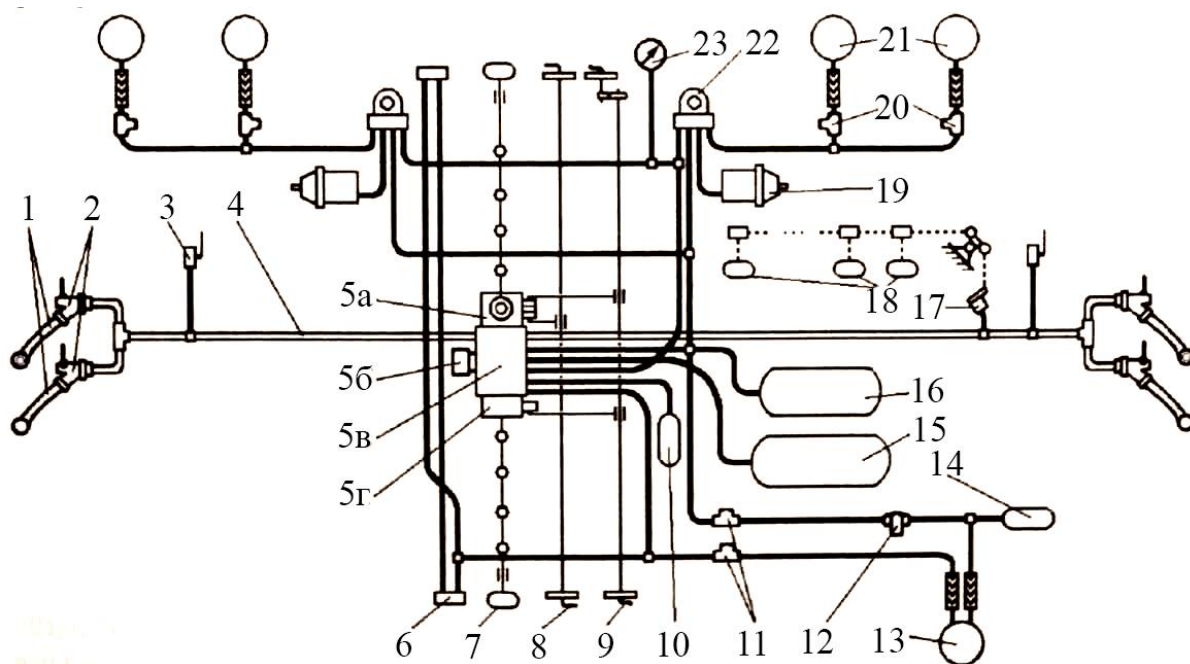


Рисунок 16 — Спрощена пневмосхема гальма типу KE – GPR

На вагоні R1С передбачено пролітну електромережу для включення його до складу пасажирського поїзда колії 1520 мм з електропневматичним гальмуванням.

Гальмова магістраль на кожному кінці вагона R1C має розвилку, що зумовлено потребами зручності обслуговування двотрубопровідного пневматичного гальма вагонів залізниць колії 1435 мм. На кожному торці вагона встановлено по два з'єднувальних рукави 1, причому ручки кінцевих кранів 2 в одному міжвагонному з'єднанні мають ліве та праве навішування.

Кнопкові клапани з манометрами 6 (призначені для перевірки дії реле тиску та швидкісного регулятора на стоянці) та скоби 7 ланцюжків випускного клапана, а також ручки роз'єднувального крана 8 та перемикача 9 режимів гальма виведено на обидві бокові сторони вагона (в перерізі приблизно по середині бази). Для увімкнення (вимкнення) гальма ручку 8 слід перевести у вертикальне (горизонтальне) положення. Ручка привода випускного клапана виведена також і всередину вагона (у головний коридор). У ПР KEs випускний клапан є напівавтоматичним після короточасного відкриття цього клапана вручну, подальший повний відпуск гальма відбувається автоматично. Манометр 23 тиску повітря у ГЦ розміщено в робочому тамбурі вагона.

Вагон R1C обладнується одним стоп-краном 17 західноєвропейського типу, який розміщується на трубопроводі гальмової магістралі та має тросовий привод всередину вагона. Скоби 18 для керування цим стоп-краном є у кожному пасажирському купе. Для приведення в дію гальма потрібно скобу стоп-крана UIC (Union Internationale des Chemins de fer – міжнародна спілка залізниць) потягнути до себе і тримати так до повної зупинки поїзда. У тамбурах встановлено по одному типовому стоп-крану 3 залізниць колії 1520 мм.

Всі букси з одного боку вагона оснащено датчиками 21 протиюзового пристрою. Букса однієї колісної пари з боку робочого тамбура обладнана швидкісним регулятором 13. Дроселі 11 призначено для захисту ЗР від втрати стисненого повітря при нещільності гумового шланга регулятора 13. Резервуар 14 забезпечує потрібний тиск у підсистемі швидкісного регулювання. Швидкісне регулювання гальмового натиснення здійснюється лише при увімкненні гальм вагонів R1C на режим R. Це стосується як трирежимного гальма з ПР KEs, так і

дворежимних гальм з ПР ESt4d та ДАКО – GVIR. Режим звичайного тиску в гальмовому циліндрі гальм систем «Oerlikon» та «ДАКО» на щитку відповідного перемикача позначається літерою «О».

2.7 Автогальма пасажирських вагонів типу «Україна–2»

Схему автогальма пасажирських вагонів типу «Україна–2» виробництва ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» подано на рисунку 17. На цьому рисунку електродроти умовно не показано, з метою не ускладнювати сприйняття матеріалу, разом з цим слід пам'ятати, що ця схема дає змогу керувати як пневматичними, так і електричними гальмами, причому основним є електропневматичне гальмо.

Вагон з гальмовим обладнанням, як на рисунку 17, може бути включено як до складу поїзда з локомотивною тягою, так і до складу електропоїзда. Для цього передбачено два підвагонних повітропроводи: напірний 5 та магістральний 3, кожен з яких має власні кінцеві крани 2 зі з'єднувальними рукавами 7; гальмову магістраль обладнано кранами екстреного гальмування 4. Обидва повітропроводи оснащено трійниками 6, відводи яких під'єднано до триходового крана 8. Цей кран може бути вручну переключено в одне з двох положень для накопичення стисненого повітря в резервуарах живлення 13 та 14 через зворотний клапан 7 із фільтром: або від напірної магістралі, або від гальмової магістралі. Вагон має типовий набір елементів пасажирського гальмового пневмообладнання: роз'єднувальний кран 10 № 372; електроповітророзподільник 11 № 305; повітророзподільник 9 № 292М; випускний клапан 12 № 31Б з повідцем для ручного керування; ЗР 17 типу Р7-78; стоп-крани 4 № 163; кінцеві крани 2 № 190; з'єднувальні рукави 7 № 369А з електроконтактом та обидва повітропроводи виготовлені з труб, що мають діаметр проходу 1¼".

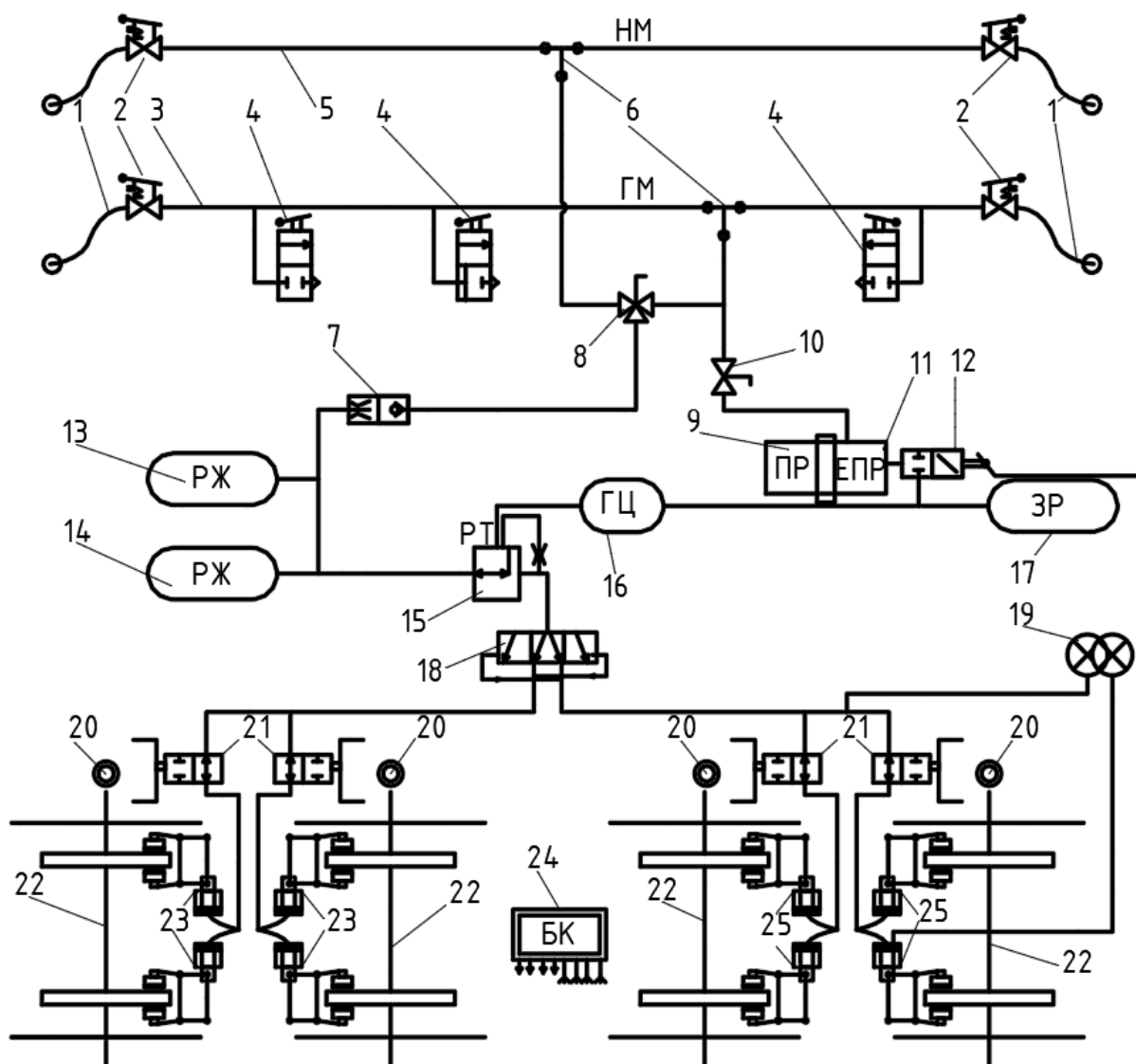


Рисунок 17 — Схема автогальма пасажирських вагонів типу «Україна-2»

Оскільки застосовано командний тип схеми гальмового обладнання, вона має резервуар 16, що імітує гальмовий циліндр, та повторювач — реле тиску 15. Таким чином, типові гальмові прилади цього вагона працюють лише на наповнення (при гальмуванні) або спорожнення (при відпуску) резервуара 16 з метою отримання відповідного пневмосигналу для реле тиску 15. Відповідно до отриманого пневмосигналу через згадане реле тиску, запобіжний клапан 18 та скидальні клапани 21 стиснене повітря надходить:

– під час гальмування — із резервуарів живлення 13 і 14 до гальмових циліндрів 23 і 25;

– під час відпуску гальм — із названих гальмових циліндрів до атмосфери.

Розглянута схема реалізує протизюзовий захист. Усі колісні пари 22 вагона обладнано електричними осьовими датчиками 20, від яких на входи електронного мікропроцесорного блока керування 24 протизюзового пристрою подаються електросигнали, що пропорційні поточній частоті обертів колісних пар. До відповідних виходів блока керування під'єднано кожен із скидальних клапанів 21. У разі заклинювання якоїсь колісної пари при гальмуванні (або початку руху юзом) блок керування створює електросигнал, яким автоматично відкривається скидальний клапан і стиснене повітря із відповідних гальмових циліндрів виходить до атмосфери, до моменту, поки не відновляться оберти цієї колісної пари.

Кожен гальмовий циліндр має відпускну пружину та вбудований авторегулятор виходу штока, що забезпечує постійну величину зазора між гальмовими накладками та гальмовим диском на рівні $1,5 \pm 0,5$ мм незалежно від зносу поверхонь тертя. Застосовано гальмові накладки з композиційного матеріалу. Гальмові циліндри під'єднано до повітропроводів за допомогою гнучких з'єднувальних рукавів. При цьому два ГЦ, які діють на загальну для них колісну пару, наповнюються від одного повітропроводу. На візку котлового боку вагона всі ГЦ 25 під'єднано до привода ручного гальма.

Для полегшення умов праці оглядачів вагонів під час випробування гальм в експлуатації вагон «Україна–2» обладнано індикатором 19 стану гальмової системи, оглядове скло якого розташовано ззовні бокової стіни вагона. До згаданого індикатора під'єднано один із ГЦ котлового візка вагона та повітропровід, що йде до ГЦ котлового візка від резервуарів живлення 13 і 14. Правило читання кольорів покажчика індикатора таке:

– білий — у резервуарах живлення відсутнє стиснене повітря (гальмо непрацездатне);

– зелений — гальмо знаходиться у відпущеному стані, в резервуарах живлення є запас стисненого повітря;

– червоний — гальмо перебуває у загальмованому стані.

Як резервуари живлення використовуються резервуари типу Р7-78. Об'єм резервуара 16, який імітує гальмовий циліндр, становить 16 л. Як повторювач 19 використовується реле тиску № 404. Надлишковий тиск у ГЦ становить:

– при першому ступені пневматичного гальмування (розрахункове зменшення тиску в ГМ на 0,04 МПа) — 0,1–0,2 МПа;

– при повному службовому гальмуванні — 0,38–0,41 МПа.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Бабаєв А. М., Дмитрієв Д. В. Принцип дії, розрахунки та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць : навч. посібник. Київ: ДЕГУТ, 2007. 176 с.

2 Равлюк В. Г., Дерев'янчук Я. В., Афанасенко І. М., Равлюк М. Г. Розробка електронної діагностичної системи для підвищення достовірності діагностування гальм пасажирських вагонів. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. Харків: 2016. Т. 5, № 4. С. 35 – 41.

3 Коренівський М. В., Головка В. Ф., Дерев'янчук Я. В. Гальмове устаткування вагонів міжнародного сполучення : навч. посібник. Харків : УкрДАЗТ, 2007. 103 с.

4 Коренівський М. В. Пневматичне устаткування автоматичних гальм : навч. посібник. Харків : УкрДАЗТ, 2006. 122 с.

5 Коренівський М. В., Нечволода С. І. Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху». Харків : УкрДАЗТ, 2004. 40 с.

6 Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України : ЦТ – ЦВ – ЦЛ – 0015. Затв. нак. Укрзалізниці ум. № 312–Ц 07.06.01. Вид. офіц. Київ: 2002. 146 с.

7 Інструкція з ремонту гальмівного обладнання вагонів : ЦВ – ЦЛ – 0013. Затв. нак. Укрзалізниці ум. № 312–Ц 07.06.01. Вид. офіц. Київ : 2002. 146 с.

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

9 Равлюк В. Г., Афанасенко І. М. Завдання на курсовий проект з методичними вказівками з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху». Харків : УкрДАЗТ, 2012. 70 с.

10 Равлюк В. Г., Дерев'янчук Я. В. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Гальмові системи вагонів міжнародного сполучення». Харків : УкрДАЗТ, 2011. Ч. 1. 14 с.

11 Равлюк В. Г., Дерев'янчук Я. В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху». Харків : УкрДАЗТ, 2012. 42 с.

12 Равлюк В. Г., Афанасенко І. М., Равлюк М. Г., Нечволода К. С. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху поїздів» Харків : УкрДАЗТ, 2012. Ч. 1. 34 с.

13 Равлюк В. Г., Шевченко К. В., Афанасенко І. М., Равлюк М. Г. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху поїздів». Харків : УкрДАЗТ, 2011. Ч. 2. 26 с.

14 Равлюк В. Г., Афанасенко І. М. Завдання на курсовий проект з методичними вказівками з дисципліни «Автоматичні гальма та безпека руху». Харків : УкрДАЗТ, 2012. 70 с.

15 Равлюк В. Г., Зубов А. М., Михалків С. В., Афанасенко І. М. Методичні вказівки та завдання до виконання самостійної (контрольної) роботи з дисципліни: «Автоматичні гальма та безпека руху». Харків : УкрДАЗТ, 2013. 28 с.

16 Равлюк В. Г., Дерев'янчук Я. В., Афанасенко І. М., Михалків С. В. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни: «Автоматичні гальма та безпека руху поїздів». Харків : УкрДАЗТ, 2011. Ч. 3. 42 с.

17 Козар Л. М. та ін. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення. Харків : УкрДАЗТ, 2014. 58 с.