

УДК 625.4:629.4-592

*Т.В. Шелейко, Д.І. Єськов, К.Л. Жихарцев*

**ОСНОВНІ ПІДХОДИ У ЗАПОБІГАННІ ПОШКОДЖЕННЮ  
КОЛІСНИХ ПАР, ЗАСТОСОВНІ У СИСТЕМАХ ПРОТИЮЗНОГО  
ЗАХИСТУ РУХОМОГО СКЛАДУ**

*Аналізуються системи протиюзного захисту, що застосовуються на залізничному рухомому складі. Розкриваються основні підходи в реалізації захисту колісних пар в процесі проектування протиюзних пристроїв.*

Тенденції розвитку пасажирського вагонобудування у напрямку підвищення швидкостей руху поїздів, висувають в одну з актуальних задач застосування ефективних та надійних гальмівних систем. Та якщо ефективність останніх передбачає необхідність у більш повному використанні допустимого у кожному конкретному випадку сили зчеплення коліс з рейками, то їх надійність і безпечність залізничного транспорту вимагають недопущення в експлуатації проковзування (юз) колісних пар рухомого складу, коли гальмівна сила перевищує цю саму силу зчеплення коліс.

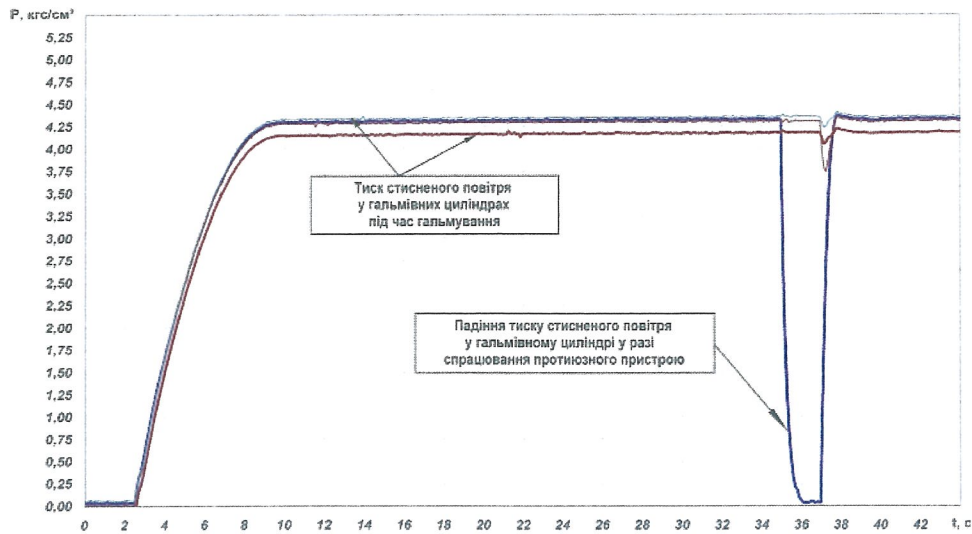
Повзуни вважаються найнебезпечнішими дефектами поверхні катання колісних пар і є прямим наслідком зносу поверхні катання від механічної взаємодії коліс і рейок під час юза – поступального руху рухомого складу без обертального руху його колісних пар. Також неприпустимим в експлуатації швидкісного рухомого складу вважаються вибоїни (локальні викришування часточок металу з поверхні коліс), походження яких значною мірою зумовлено термічним впливом на метал обода колеса в процесі перевищення величини критичного проковзування або короткочасного юза колісних пар у сукупності з наступними циклічними навантаженнями під час руху. Виникнення юза в процесі гальмування призводить до збільшення гальмівного шляху і передчасного зносу коліс, тому його недопущення важно для гарантування безпеки руху та має суттєве економічне значення для залізниці [1-3].

Основною задачею будь-якої сучасної системи протиюзного захисту рухомого складу є забезпечення збереженості поверхні катання колісних пар під час усіх режимів гальмування за умови обов'язкового забезпечення безпеки руху поїздів, що, у свою чергу, забезпечується відповідністю фактичних вихідних параметрів гальмування (гальмівних шляхів і коефіцієнтів гальмівного натиснення) нормативним величинам для заданих умов (початкової швидкості, величини ухилу) незалежно від стану поверхні рейок, тобто умов зчеплення.

Основний принцип боротьби з юзом, що реалізується протиюзним пристроєм у разі виявлення надлишкового проковзування колісних пар, передбачає зниження тиску в робочих гальмівних циліндрах за рахунок скидання стисненого повітря в атмосферу з відновленням величини тиску в гальмівних циліндрах до початкового значення у разі припинення руйнуючого проковзування коліс (рис. 1).

© *Т.В. Шелейко, Д.І. Єськов, К.Л. Жихарцев, 2015*

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



**Рис. 1. Розгальмовування колісної пари у разі спрацювання протиюзного пристрою**

Відомі способи захисту від юза колісних пар залізничних транспортних засобів, обладнаних електропневматичною або пневматичною системами гальмування з гальмівної магістраллю, гальмівними циліндрами, органом керування протиюзним захистом, пристроєм скидання стисненого повітря в атмосферу, електроповітророзподільником, з'єднаним з гальмівною магістраллю, запасним резервуаром, імпульсним резервуаром (фальшивим гальмівним циліндром) і джерелом підвищеного тиску. В таких системах тиск у гальмівних циліндрах задається або через електроповітророзподільник тривалістю збудження його котушок, або через повітророзподільник ступенем розрядки гальмівної магістралі. При цьому тиск у гальмівних циліндрах ніколи не перевищує тиск в гальмівній магістралі. Датчики кутових швидкостей передають до органу керування протиюзним захистом імпульси, частота яких відповідає реальним кутовим швидкостям обертання колісних пар. У випадку виявлення підвищеного проковзування будь-якої колісної пари орган керування протиюзним захистом через пристрої скидання стисненого повітря з'єднує відповідний робочий гальмівний циліндр з атмосферою, завдяки чому забезпечується зменшення гальмівного натиснення на колісну пару та усунення її підвищеного проковзування, тобто захист колісної пари від передчасного зносу, після чого відбувається процес відновлення тиску в робочих гальмівних циліндрах до початкової величини. За час функціонування такого алгоритму протиюзного захисту сила гальмування, прикладена до колісної пари, зменшується і відповідно зростає довжина гальмівного шляху (рис. 2). Збільшення гальмівного шляху буде тим більше, чим більше буде кількість спрацювань протиюзного захисту до повної зупинки транспортного засобу, оскільки наведений спосіб не передбачає компенсацію втраченої гальмівної сили, що визначає його як пасивний.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

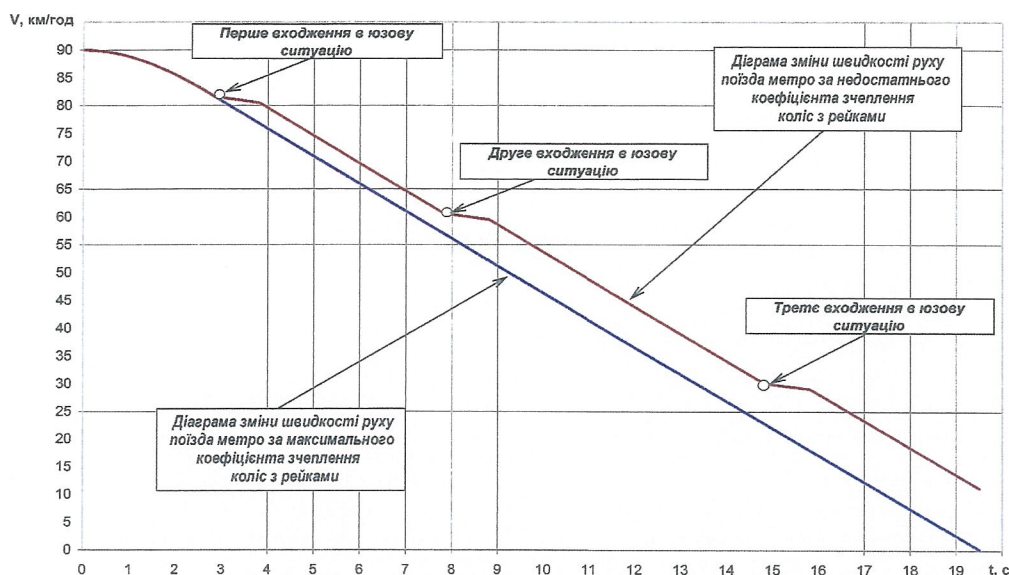
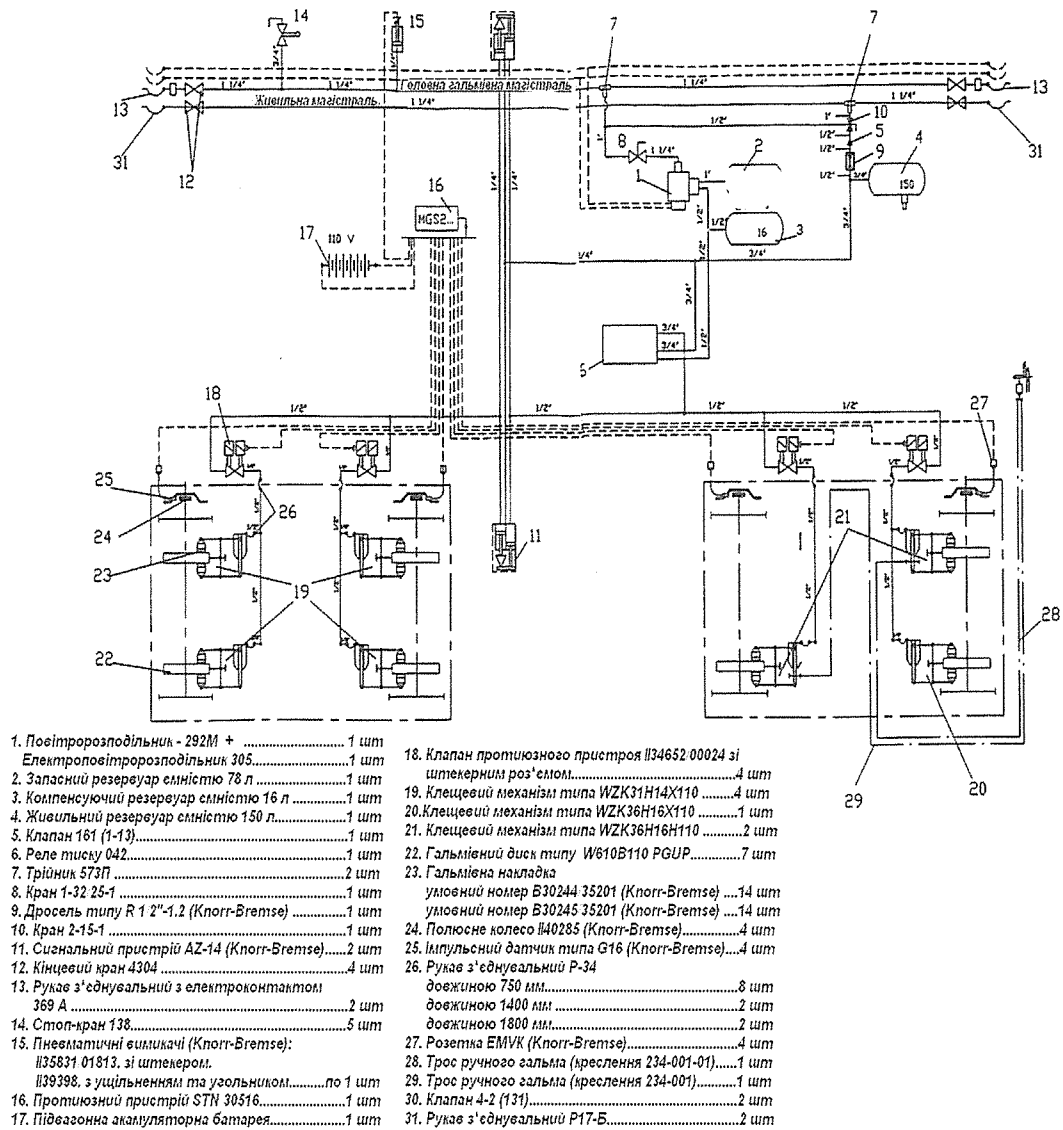


Рис. 2. Моделювання юзової ситуації

Відомі різні алгоритми та пристрої для захисту колісних пар від юза як, наприклад, орган керування протियозним захистом суміщений з протियозним інерційним датчиком у пневмомеханічній системі. Є пристрої, в яких визначення проковзування колісних пар здійснюється методом порівняння фактичної швидкості обертання колісних пар з розрахунковою, що обчислюється органом керування (електронним блоком) протियозного захисту, або в якості органа керування застосовується мікропроцесор і метод визначення надлишкового проковзування як результат порівняння вимірюваного фактичного значення уповільнення кожної колісної пари з величиною розрахункового уповільнення, отриманою в результаті розрахунків на вбудованому мікропроцесорі [4-6].

Системи протियозного захисту (протियозні пристрої), що застосовуються в конструкціях гальмівних систем вітчизняного рухомого складу, мають електронне мікропроцесорне керування (рис. 3). На кожній осі візків вагона встановлюються безконтактні датчики швидкості (датчики обертів) (рис. 4-6), а кожен кліщовий механізм дискового гальма оснащується електропневматичним клапаном протиковзання, встановленим на магістралі підводу повітря до гальмівних циліндрів (рис. 7). Блок управління системи протियозного захисту зчитує показання кожного датчика швидкості і, якщо швидкість обертів однієї або декількох колісних пар візків відрізняється від базової швидкості вагона приблизно на 10-15%, ідентифікує це, як початок заклинювання (юза) колісної пари, впливає на відповідний клапан протиковзання, перекриваючи тим самим подачу стисненого повітря у гальмівний циліндр і сполучуючи останній з атмосферою. Випуск стисненого повітря в атмосферу відбувається до тих пір, поки, завдяки зниженню тиску повітря (гальмівної сили), швидкість обертання колісної пари, що заклинила, не вирівнюється з базовою швидкістю руху вагона (рис. 8), після чого клапан протиковзання розриває сполучення з атмосферою і відновлює подачу стисненого повітря у порожнину гальмівного циліндра (див. рис. 1).

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

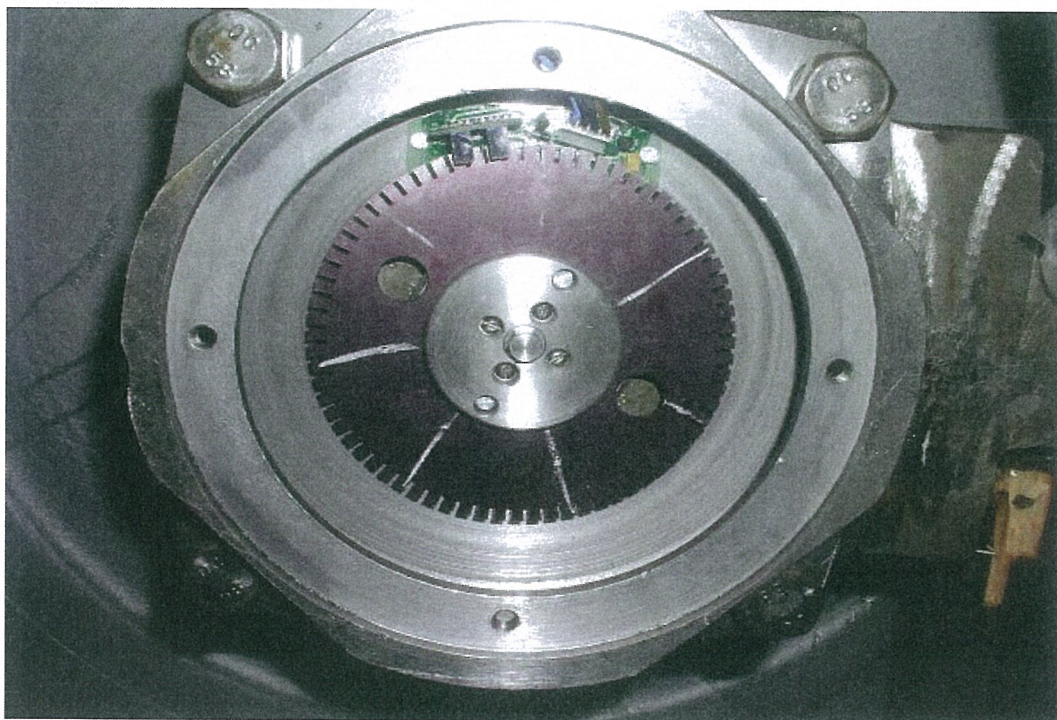


**Рис. 3. Принципова схема гальмівної системи пасажирського вагона моделі 61-779ЭГ**

Різні підходи, реалізовані в наведених пристроях, не змінюють сутність захисту від юза колісних пар, що в усіх випадках залишається пасивною і зводиться до зменшення тиску в робочому гальмівному циліндрі колісної пари, де виявлено надлишкове проковзування, з подальшим відновленням тиску до його початкового значення після припинення проковзування. При цьому за усіх режимів гальмування гальмівна сила, втрачена під час скидання і відновлення тиску в робочому гальмівному циліндрі відповідної колісної пари нічим не компенсується. Таким чином, така система захисту колісних пар транспортного засобу від початку є пасивною за визначенням і, як наслідок, у разі її спрацювання завжди відбувається збільшення довжини гальмівного шляху (рис. 9), що підтверджується результатами натурних випробувань [7].



*Рис. 4. Датчик обертів колеса, встановлений на осі колісної пари вагона метро*



*Рис. 5. Зчитувальний пристрій датчика обертів колеса*

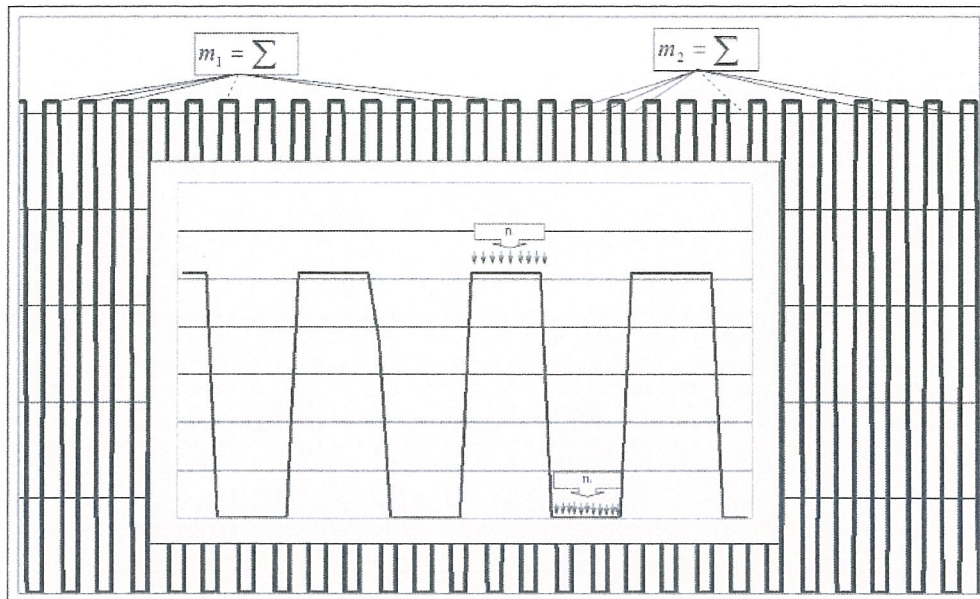


Рис. 6. Форма сигналу від датчика обертів колеса

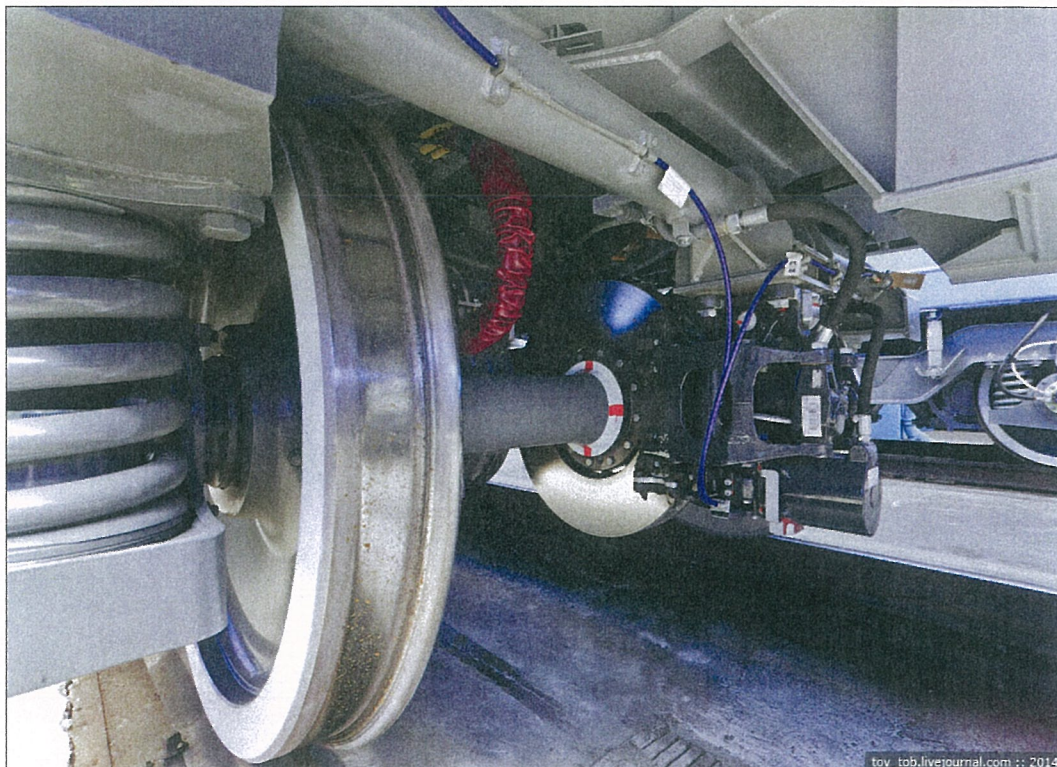
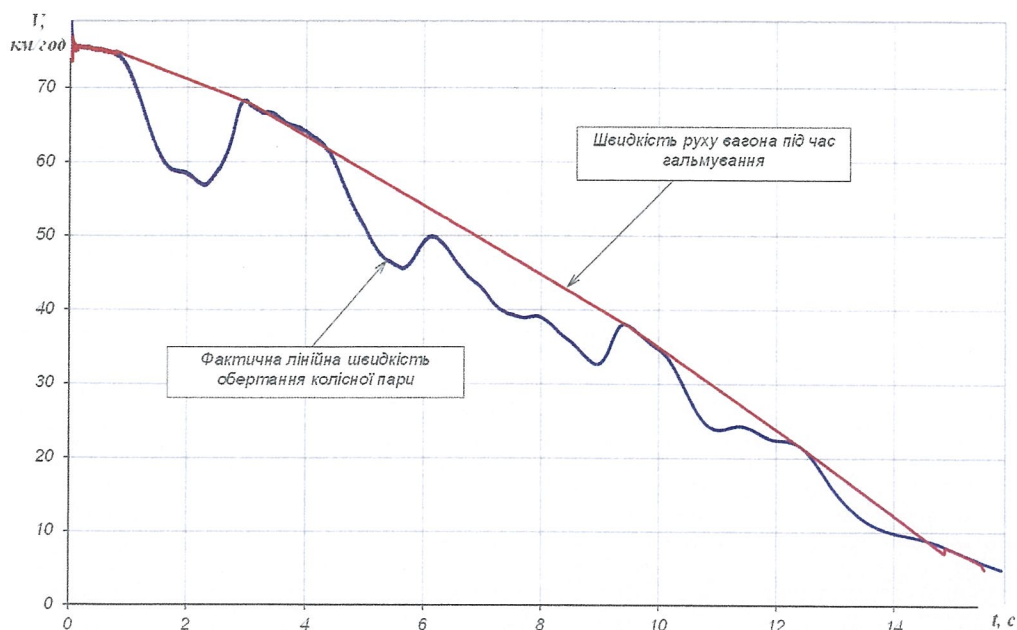
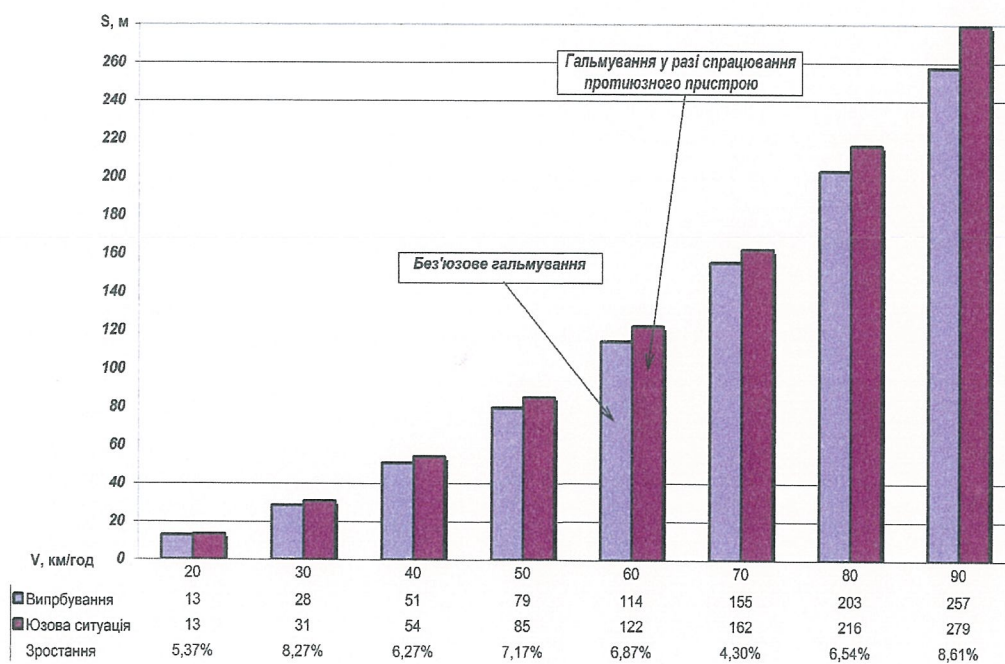


Рис. 7. Гальмівний блок дискового гальма з електропневматичним клапаном протиковзання

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



**Рис. 8. Кінематика руху колісної пари за юзової ситуації**



**Рис. 9. Порівняльний аналіз гальмівних шляхів поїзда метро на площадці**

Аби уникнути головного недоліку пасивної системи протизюзового захисту зараз вишукують можливості для скорочення гальмівного шляху у разі юзового гальмування. Одним із варіантів вирішення поставленої задачі є введення до алгоритму захисту компенсації втраченої гальмівної сили для скорочення довжини

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

гальмівного шляху в умовах погіршеного зчеплення колісних пар з рейками до довжини гальмівного шляху, що реалізується на сухих рейках [8]. Втрачену гальмівну силу в цьому випадку визначають через мікропроцесорний блок керування як добуток різниці між заданою величиною тиску в робочих гальмівних циліндрах і величиною залишкового тиску в робочому гальмівному циліндрі (циліндрах), відстані, під час проходження якої відбувалося зменшення і відновлення тиску до заданої величини, та коефіцієнта, що враховував би вплив додаткових факторів (таких як залежність коефіцієнта тертя гальмівних колодок (накладок) від швидкості, нагріву тощо). Після проходження ділянки шляху з погіршеним зчепленням колісних пар з рейками, додатково в робочі гальмівні циліндри подають стиснене повітря під тиском, що за звичайних режимів гальмування перевищує тиск гальмування на величину, достатню для компенсації втраченої гальмівної сили й скорочення довжини гальмівного шляху в умовах погіршеного зчеплення колісних пар з рейками до довжини гальмівного шляху на сухих рейках. Вказану ж компенсацію визначають за встановленими критеріями захисту (за проковзуванням, прискоренням тощо), по досягненню котрих відбулося спрацьовування протиюзної системи, а тривалість цієї ділянки й момент, коли настав час подавати до робочих циліндрів додатковий тиск, визначають за моментом відновлення кутової швидкості колісних пар і тиску в робочих гальмівних циліндрах до заданого рівня.

Таким чином, завдяки використанню підвищеного тиску захист колісних пар транспортного засобу від юза стає активним, що у разі гальмування на слизьких рейках дає можливість скоротити довжину гальмівного шляху до довжини гальмівного шляху у разі аналогічного гальмування на сухих рейках. Це гарантує безпечність руху на заданому рівні, оскільки виключає випадки пробігу платформи рухомим складом, а в умовах екстреного або аварійного гальмування дозволяє скоротити довжину гальмівного шляху до його довжини на сухих рейках, що суттєво підвищує безпечність транспортного засобу.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Водяников Ю.Я. Особенности кинематики движения колесной пары по рельсовому пути при торможении пассажирского вагона с дисковым тормозом / Ю.Я. Водяников, Т.В. Шелейко, С.М. Свистун // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України: Серія «Транспортні системи і технології». – Вип. 20. – К.: ДЕДУТ, 2012. – С. 14-19.
2. Шелейко Т.В. Проведення досліджень з утворення пошкоджень поверхні катання вагонних колістермомеханічного пошкодження / Т.В. Шелейко, А.В. Гречко, С.М. Свистун // III International Partnership Conference «The Problems of Rolling Stock: Solutions through Public and Private Sector Cooperation». – Yalta, 2012. – P. 45.
3. Водяников Ю.Я. Проковзування колісних пар під час гальмування пасажирського вагона / Ю.Я. Водяников, Т.В. Шелейко, С.М. Свистун // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Тезисы 73 Международной научно-практической конференции (Днепропетровск, 23-24 мая 2013 г.) – Д.: ДИИТ, 2013. – С. 36-37.
4. Крылов В.И. Автоматические тормоза / В.И. Крылов, Е.В. Клыкков, В.Ф. Ясенцев. – М.: Транспорт, 1973. – 255 с.
5. Иноземцев В.Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава / В.Г. Иноземцев – М.: Транспорт, 1979. – 423 с.
6. Крылов В.И. Тормозное оборудование железнодорожного подвижного состава: Справочник. / В.И. Крылов, В.В. Крылов, В.Н. Ефремов, П.Т. Демушкин. – М.: Транспорт, 1989. – 487 с.
7. Гречко А.В. Розрахунково-експериментальний метод оцінювання ефективності системи протиюзного захисту поїзда метро / А.В. Гречко, Т.В. Шелейко, Ю.Я. Водяников, Д.І. Єськов // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України: Серія «Транспортні системи і технології». – Вип. 25. – К.: ДЕДУТ, 2014. – С. 15-24.
8. Способ активной защиты от юза колёсных пар транспортного средства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bankpatentov.ru/node/102838>.