

Б. Я. Остапюк, магістр (Укрзалізниця)

О. М. Пшінько, д.т.н., професор (ДНУЗТ ім. акад. Лазаряна)

С. В. Мямлін, д.т.н., професор (ДНУЗТ ім. акад. Лазаряна)

О. М. Савчук, д.т.н., професор (ДНУЗТ ім. акад. Лазаряна)

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна (ДНУЗТ ім. акад. Лазаряна)

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗСУВНИХ КОЛІСНИХ ПАР

Ключові слова: розсувні колісні пари, ширина колії, рухомий склад залізниць, інтермодальні перевезення

Вступ та постановка проблеми. Безумовно, прискорення швидкості руху пасажирських поїздів сприятиме підвищенню ефективності залізничних перевезень, особливо у міждержавному сполученні. Але на шляху і підвищення швидкості руху, і інтеграції до єдиного європейського транспортного простору, стоїть велика проблема – різниця у розмірах ширини колії Європейських залізниць та залізниць СНД. Одним із напрямків розвитку інтеграційних процесів в галузі залізничного транспорту є створення та використання інтермодальних вагонів з розсувними колісними парами[1-8]. Тому тема дослідження, пов'язана із створенням сучасних та надійних конструкцій розсувних колісних пар, є вельми актуальною для залізничного транспорту України.

Літературний огляд. Робота над створенням розсувної колісної пари (РКП) для автоматичної зміни рухомим складом залізниць ширини колії 1520↔1435 мм розпочалась після 1945 р., що було передбачене угодами про розвиток міжнародних перевезень між колишнім СРСР та країнами «соціалістичного табору». Перші дослідні розробки Брянського машзаводу (1957 р.) та Уральського вагонзаводу (разом з ВНДІЗТ, 1960 р.) мали муфтову конструкцію, у якій поряд з колесами на осі РКП розміщуються муфти для розфіксації коліс при переміщенні рухомого засобу по колесопересувному колійному пристрою (ККП) зчерговою фіксацією у потрібних положеннях. Пересування коліс у муфтових РКП передбачалось під діючими навантаженнями від осі на колеса (~100 кН на колесо), тому безвідмовність пересувань коліс виявилась незадовільною. Доопрацювання зразків велось до 80-х років і було призупинене після вдалих експериментів з болгарською РКП Н.Гайдарова [9].

Згадана болгарська РКП спочатку призначалась для обладнання рефрижераторних вагонів з машинним охолодженням. Розробники заклали принцип обезвантаження РКП перед операцією пересування коліс. Для цього

вагон опирався на два рольганги, які входили у склад колесопересувного пристрою (у подальшому – ККПР). Надійність болгарської РКП щодо зміни ширини колії виявилась достатньою, що спонукало до демонстрації її на виставках досягнень залізничного транспорту СРСР (ст. Щербинка) і до обладнання Укрзалізницею візками з РКП Гайдарова експериментальної 5-вагонної рефрижераторної секції (РВЧД Тернопіль), як початковий етап впровадження. Однак, при черговій пересилці дослідних вагонів із Росії в Болгарію трапився аварійний сход з рейок вантажного поїзда на румунських магістралях через несанкціоновану розфіксацію колеса РКП, а згодом – другий сход уже відремонтованих вагонів при зворотному русі по Болгарії. Такі аварійні події показали на непридатність принципу утримання ввімкнутих фіксаторів коліс шляхом навантаження їх вище розміщеними масами вагона, бо при високих швидкостях може трапитись короточасне повне обезвантаження (на той час на УІС впроваджувались швидкості вантажних поїздів $v=100-120$ км/г, при яких можливий вихід коефіцієнта вертикальної динаміки за межу $k_{\text{дв}} < -1$).

В результаті роботи над РКП Гайдарова були припинені, а під проблему майбутнього розвитку рухомого складу класу «Схід-Захід» Укрзалізниці у 2002 р. була визнана зразковою розсувна колісна пара SUW-2000, запатентована Польськими залізничниками [10, 11]. Тоді вважалося, що сумісними зусиллями українських, польських, прибалтійських вчених і спеціалістів РКП SUW-2000 швидко пройде впроваджувальні стадії «дослідні зразки – дослідно-промислова партія – серійне виробництво» і займе потрібне місце у вагонному парку УЗ. Аналіз конструктивних особливостей розсувних колісних пар SUW-2000 та аналогічних конструкцій виконувався також іншими дослідниками, з розгляданням переваг та можливих недоліків [12, 13].

Але за минулі 12 років SUW-2000 в умовах Укрзалізниці набула широкого впровадження через те, що її муфтова конструкція недостатньо забезпечує стабільну надійність при виконанні автоматичної зміни ширини колії. Неодноразові спроби доопрацювання SUW-2000 виявились малоефективними. У той же час наявність «зразкової моделі» традиційно стримувала розгляд інших конструкцій РКП. До речі, Республіка Казахстан і суміжні країни СНД (частково і РФ) активно впроваджують розробки іспанської фірми Talgo, де перед пересуванням коліс теж проводиться обезвантаження РКП, чим досягається потрібна надійність автоматичної зміни ширини колії. Стосовно SUW-2000, то її дослідники вже у 2008 р. констатували: «Относительно перспектив применения РКП SUW-2000 для грузового подвижного состава следует заметить, что использование этой технологии... вряд ли найдет широкое применение в грузовых перевозках» [14]. У пасажирських перевезеннях робилась ставка на дослідний поїзд № 35/36 Київ-Краків, але тут на труднощі із автоматичною зміною ширини колії наклалися ще й інтенсивні пошкодження поверхні кочення коліс (це можна пов'язати з

підвищеною масою колісної пари SUW-2000). Вказаний поїзд знаходився у обігу в 2003-2006 рр., після чого був знятий з експлуатації. В період підготовки до футбольного Євро-2012 польська сторона спробувала повторно організувати рух поїзда № 35/36, запустивши його трьохвагонний аналог на напрямку Львів - Краків - Вроцлав зверснє 2009р. Але сподівання, що Євро-2012 стимулює впровадження SUW-2000, не виправдались.

Мета статті. Таким чином, впровадження розсувної колісної пари SUW-2000 для рухомого складу України потребує доопрацювання, а актуальність проблеми від того не знижується. Тож настав час пошуку додаткових технічних рішень.

Основний матеріал дослідження. Авторами пропонується удосконалена конструкція, у якій збережені позитивні ідеї, що були закладені у болгарську розсувну колісну пару:

- Вісь РКП – неповоротна, а колеса обертаються незалежно одне від іншого. Щоб запобігти при цьому перекосам колісних пар під час руху в рейковій колії, передбачимо обов'язкове обладнання візків для РКП діагональними зв'язками (Г.Шеффеля), що одночасно зменшує інтенсивність зносів гребенів коліс.
- Кожне колесо разом із посадженим в ступицю підшипником з'єднані з неповоротною гільзою, яка скріплюється з віссю фіксаторами у положеннях, що відповідають потрібним стандартам ширини колії. Гільза сполучена ковзною посадкою із консольною частиною осі і передає поперечні зусилля від колеса на вісь через фіксатори.
- У конструкції колесопересувного пристрою мають бути передбачені:
 - два рольганги, що приймають на себе навантаження від нижніх несучих конструкцій візків (буксових балансирів), піднімають весь вагон на 5-15 см вверх для розгрузки колісних пар на час переміщення колісних блоків;
 - спеціальні балки, що взаємодіють з двох сторін з приводом механізмів розфіксації гільз і вимикають фіксатори на період пересування коліс з кінцевою фіксацією їх у нових положеннях на осі;
 - колесопересувні приводи, що охоплюють розблоковані колеса знизу і пересувають у нові положення на осі.

Разом з тим у розсувній колісній парі ДНУЗТ-12 [15] запроектовані компактні фіксатори колісних блоків, вбудовані в вісь разом з приводними механізмами, і пружинні притискувачі для примусового утримання фіксаторів ввімкненими увесь час роботи вагона поза колесопересувними пристроями. У процесі розробки ставилась задача досягнути мінімальної металоємності з використанням перевірених практикою конструктивних рішень. Для візуального порівняння на рис. 1 показано кілька відомих варіантів розсувної колісної пари разом з ДНУЗТ-12 (у центрі). Неважко переконатись, що РКП ДНУЗТ-12 не має ні громіздких допоміжних деталей, як у зразках, що показані

зліва і поряд, а ні додаткових несучих конструкцій, як у показаних справа зразках фірми Talgo. Маса РКП ДНУЗТ-12 буде незначно (на $\pm 10\%$) відрізнятись від маси звичайної колісної пари.

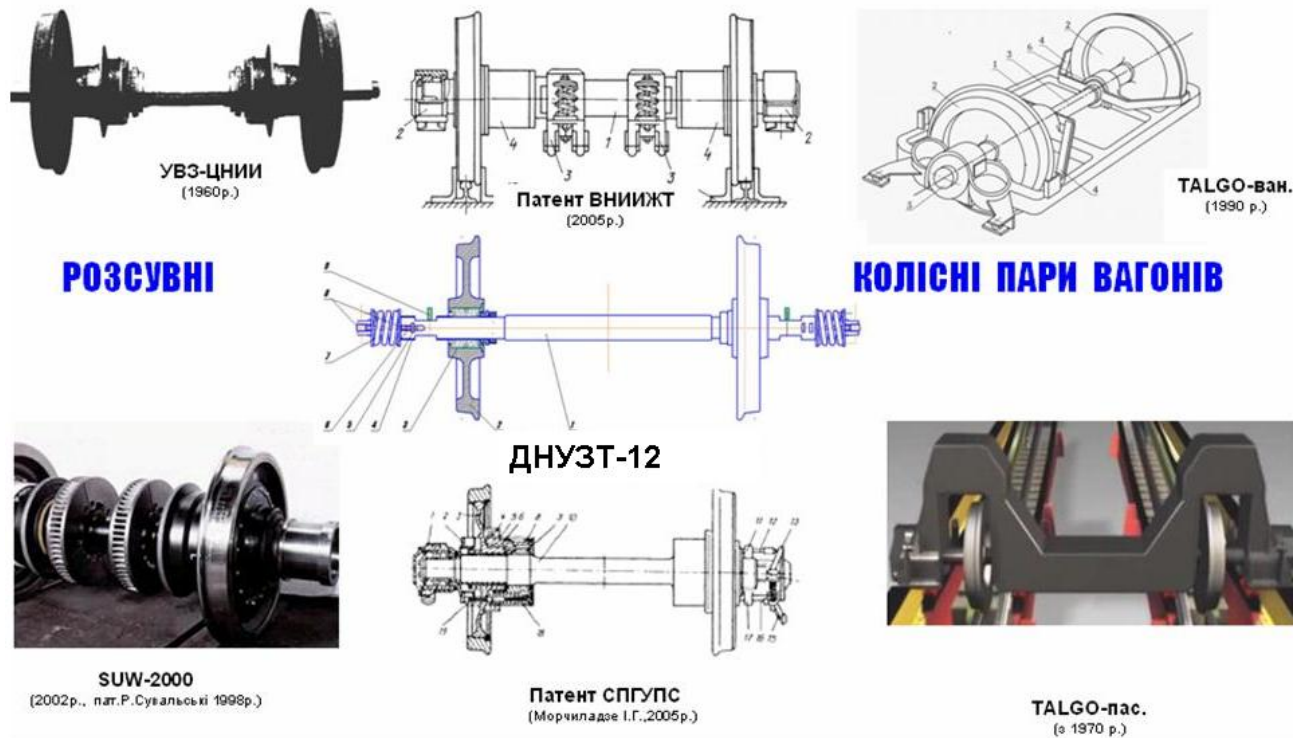


Рис. 1. Порівняння розсувних колісних пар:

1 – вісь; 2 – підшипник; 3 – колесо; 4 – гільза; 5 – фіксатор; 6 – щілина в осі; 7 – пружина; 8 – привід механізму; 9 – передача навантаження

Принцип конструктивної схеми РКП ДНУЗТ-12 пояснений на рис. 2. Загальна її довжина (рис.2,*а*) складає 2806 мм, у тому числі на саму необертову вісь приходить 2326 мм (для порівняння замітимо, що довжина осі РУ – 2390 мм). Додаткова довжина приходить на торцеві пружини з натискними роликами. На консольні частини осі надіті гільзи колісних блоків. Гільза має з кожної сторони два бокових вікна для фіксаторів коліс (на рис. 2,*а* фіксатори розташовані у темних внутрішніх вікнах, забезпечуючи ширину колії 1520мм) і вертикальні отвори для передачі навантаження на вісь. Консоль осі при знятій гільзі (рис. 2,*б*) має горизонтальну щілину для механізму і вертикальний проріз, у якому розміщуються два фіксатори. Поряд на суцільній частині осі знаходиться гніздо для фігурного шворня, який навантажує консоль осі через сферичну п'яту і скріплює РКП з візком. Базова ширина між лівим та правим шворнями – 2000 мм. Гільза колісного блоку (рис. 2,*с* – знизу) посаджена ковзно

на вісь. На гільзі встановлені інші деталі колісного блоку: підшипник, колесо та допоміжні кріплення. До коліс з обох сторін приклепані гальмівні диски. а індивідуальні кліщові гальмівні механізми встановлюються ковзно на поперечні балки візка і зміщуються при пересуваннях коліс РКП на КППР.

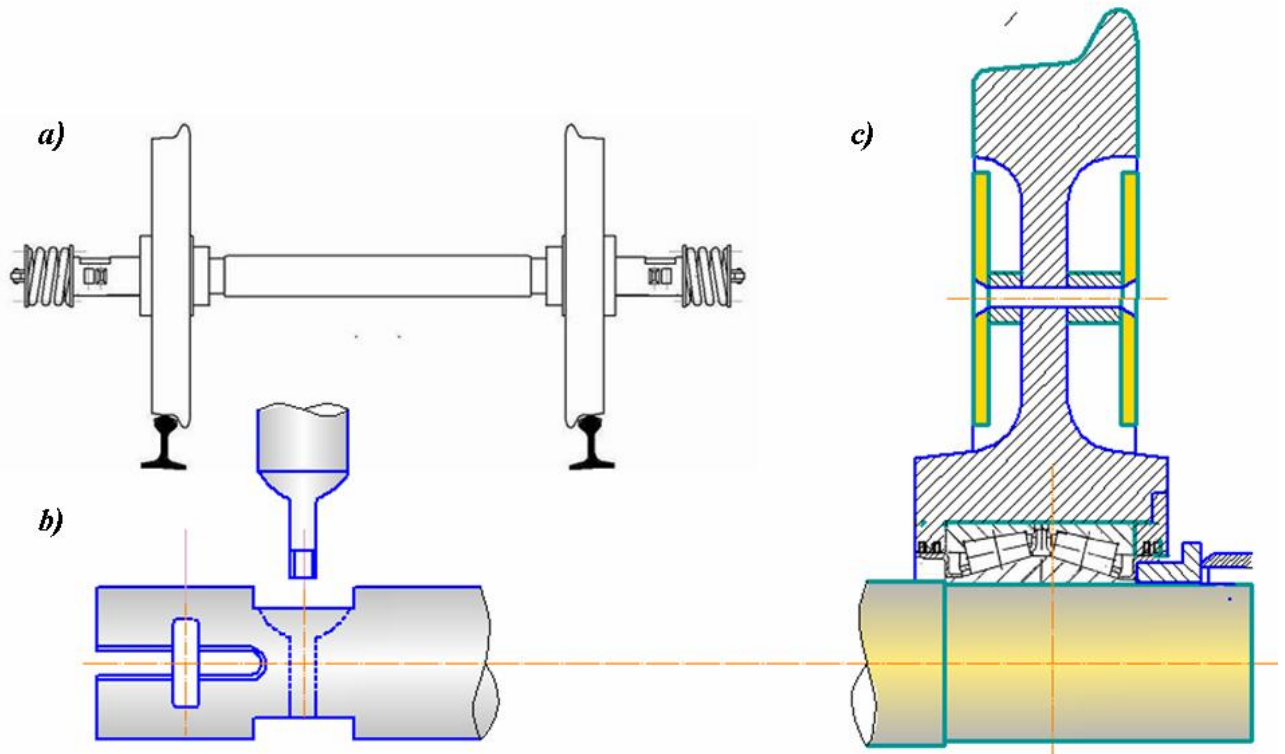


Рис. 2. Конструктивні принципи РКП ДНУЗТ-12

Закріплення колісних блоків на осі РКП ДНУЗТ-12 забезпечують два важільних механізми, які розміщені у консольних щілинах осі і всередині пружин, що примикають до її торців. Устрій та робота механізму пояснені на рис. 3.

При виконанні вагоном експлуатаційної роботи на колії одного стандарту (поза колесопересувних пристроїв КППР) механізм знаходиться у положенні «фіксатори включені» (рис 3,а). Зліва схематично показаний поперечний переріз РКП у зоні розміщення фіксаторів. Пара фіксаторів знаходяться у положеннях 1+, максимально висунутих від центру, і входять у бокові вікна гільзи 3 (знаки «+» чи «-» з номерами позицій вказують на положення фіксаторів – «включені» чи «виключені»). При цьому пара фіксаторів утримує колісний блок у заданому положенні на осі 2 РКП, сприймаючи поперечну (осьову) динамічну силу до 100 кН. Одночасно початково стиснута пружина 4+

через трьохважільний механізм приводу 5 і секції 6 постійно розпирає фіксатори 1+ силами X , чим підтримує включене положення обох фіксаторів.

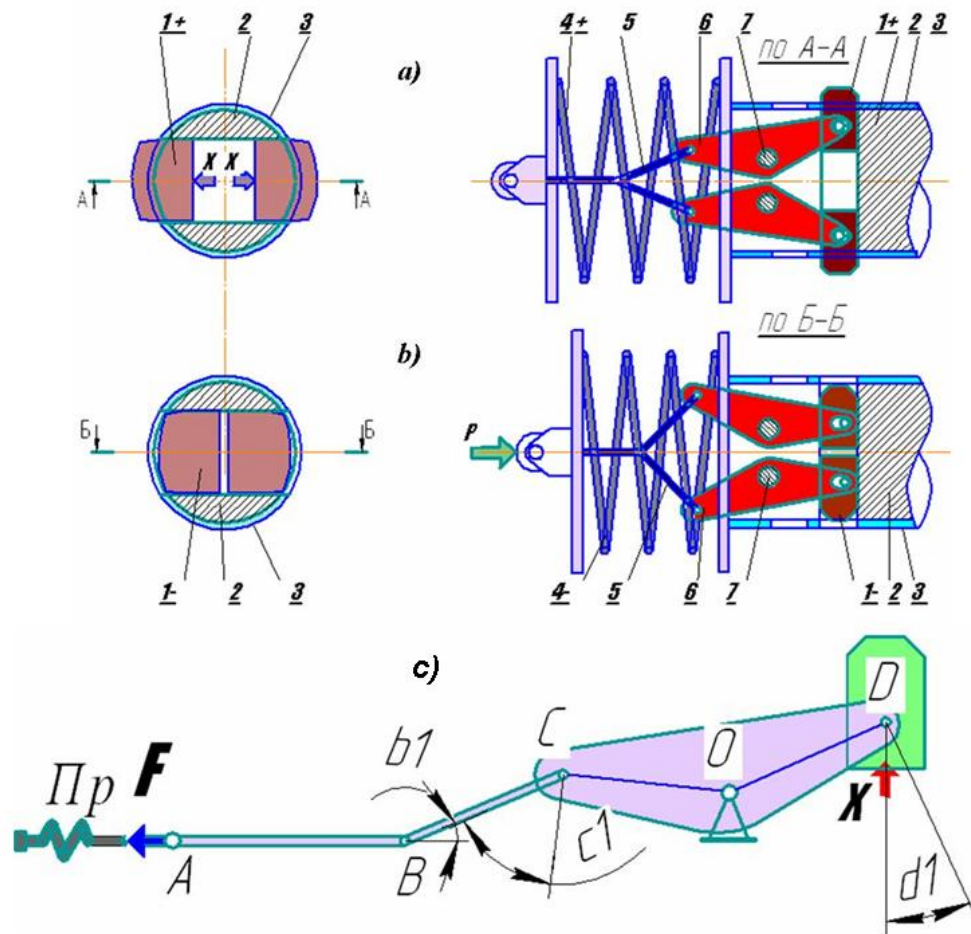


Рис. 3. Схеми роботи важільного механізму приводу фіксаторів:
 а) включене положення; б) виключене положення; в) навантаження фіксатора гілкою механізму.

Виключене положення фіксаторів 1- (рис. 3, б) забезпечується тільки під час проходження вагона через КППР. На торцеві ролики РКП з боку натискних балок діє сила P , заставляючи додатково стиснутись пружину 4-. Важелі 5 повертають секції 6 відносно вмонтованих у вісь валиків 7, утоплюючи фіксатори в положення 1-, тим самим роз'єднуючи гільзу 3 від осі 2. Після цього колеса пересуваються нижніми структурами КППР на новий стандарт ширини колії, натискні балки закінчуються і зусиллями пружин 4+, що розтиснулись, механізм знову приймає експлуатаційне положення з ввімкнутими фіксаторами (рис. 3, а).

Визначимо, чи можливе утоплення фіксатора при поздовжніх динамічних прискореннях $\ddot{x}$, що діють під час експлуатації вагона. Таке може трапитись, якщо сила інерції фіксатора перевищить натискну силу X . Рівень останньої знайдемо із аналізу роботи механізму (рис. 3, в). Жорсткість пружини Pr задаємо $C=400$ кН/м, початкова затяжка $e=0,02$ м. Зусилля F розтягання одної гілки

механізму, сила N_{BC} у стержні, момент M_O і утримуюча сила X визначаються з формул

$$F = \frac{Cg}{2}; \quad N_{AB} = F \cos b_1; \quad M_O = N_{AB} l_{CO} \cos c_1; \quad X = \frac{M_O \cos d_1}{l_{OD}}.$$

Значення параметрів і результати приведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Розрахунок гілки механізму

Кути, рад.			Розміри, м		Результати		
b_1	c_1	d_1	l_{CO}	l_{OD}	F , кН	M_O , кНм	X , кН
0,356	1,048	0,419	0,76	0,76	40	14,25	12,14

Під час експлуатації вагона продовжні динамічні прискорення $\ddot{X}$ зазвичай не перевищують 5g, а маса фіксатора передбачається до 2 кг. Отже, виникаючі сили інерції будуть на порядок нижчими від натискної X .

Висновки. Таким чином, запропоновано сучасну конструкцію розсувної колісної пари яка, за думкою авторів, може розглядатись, як вітчизняний варіант для рухомого складу Укрзалізниці, призначеного для інтермодальних перевезень магістралями з колією 1520/1435 мм.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Кірпа Г. М. Інтеграція залізничного транспорту України у європейську транспортну систему: монографія. – Д.: Арт-Пресс, 2003. – 364 с.
- 2 Остапук Б.Я. Принципи управління залізничним транспортом в контексті забезпечення стійкого соціально-економічного розвитку // Проблеми міжнародних транспортних коридорів та корпоративної логістики : тези доп. X науково-практ. міжнар. конф. (5 - 7 червня 2014 р., м. Харків) // Вісник економіки транспорту і промисловості . – 2014. – Вип. 46. – С. 3-5.
- 3 Остапук Б. Я. Развитие железнодорожного транспорта в системе национальной экономики // Вісник економіки транспорту і промисловості . – 2014. – Вип. 46. – С. 129-135.
- 4 Лутай С. Н. Тележка с раздвижными колесными парами для изменяемой колеи и стационарная установка для смены колеи рельсового пути // Вагонный парк. – 2014. – № 3.
- 5 Піх Б. П. Використання рухомого складу з розсувними колісними парами на напрямку Київ–Львів–Мостиська II / Б. П. Піх, І. П. Корженевич, М. Б. Курган // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2004. – Вип. 3. – С. 82-89.

- 6 Пшинько А. Н. Совершенствование ходовых частей вагонов для сообщения «Восток–Запад» / А. Н. Пшинько, Ю. В. Демин, С. В. Мямлин // Проблемы та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління : тези доп. І наук.-практ. конф. – К., 2003. – Ч. 1 : Техніка, технологія. – С. 31-32.
- 7 Демин Ю. В. Требования к ходовым частям железнодорожных вагонов для сообщения «Восток–Запад» / Ю. В. Демин, С. В. Мямлин // Эффективное формирование национальной сети международных транспортных коридоров : сб. докл. 7 Междунар. конф., 14–15 окт. 2003 г. – Одесса, 2003. – С. 159.
- 8 Базові вимоги до рухомого складу для безперевантажувальних перевезень у міжнародному сполученні / А.В. Донченко, М. В. Троцький, А. Г. Крупа, Ю. В. Дьомін // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 19. – С. 201-205.
- 9 Гайдаров Н. Тележки с раздвижными колесными парами // Бюлетень ОСЖД. –1992. – №3-4. – С. 20-23.
- 10 Пат. 2120391 РФ, В61F7/00, В60B35/10. Раздвижная колесная пара / Сувальски Ришард Мариа (PL) ; патентообладатель ПКП Центральне бюро конструкторське (PL), Дирекция експлуатації цистерн ЦПН (PL), Заклади на правчє табору колейового, г. Пила (PL), Заклади на правчє табору колейового, г. Познань (PL). – опубл. 20.10.1998.
- 11 Suwalski R. M. SUW 2000: Wozkitowarowe i osobowe w awtomatycznym ruchu przestawczym 1435/1520 mm // Technika transportu szynowego. –2000. – № 7/8. – S. 32–44.
- 12 Терещак Ю.В. Аналіз умов безпечного функціонування розсувних колісних пар системи SUW2000 / Ю.В. Терещак // Залізн. трансп. України. – 2012. – №1. – С. 36-37.
- 13 Madej, J. Medwid, M. Stawecki, W. Nowy mechanizm zmiany rozstawu kół w pojazdach szynowych dla szerokości toru 1435–1520 // Pojazdy Szynowe. – 2013. – Nr 2. – S. 1-6. – Identyfikator YADDA: bwmeta1.element.baztech-559b0b6d-1f50-4243-92b1-63619884fc0f
- 14 Демин Ю. В. Научно-техническое обеспечение устойчивого развития перевозок по направлениям «Восток-Запад» // Залізн. трансп. України. – 2008. – №2. – С. 14-17.
- 15 Пат. 87384 Україна, МПК(2014.01) В 61 F 7/00, В 60 В 37/00. Розсувна колісна пара «ДНУЗТ» / Савчук О. М., Пшінько О. М., Мямлін С. В. ; заявник та патентовласник Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – № u201308302 ; заявл. 01.07.13 ; опублік. 10.02.2014, Бюл. № 3.

- 1 Kirpa H. M. Intehratsii azaliznykh ohotransportu Ukrainy u yevropeiskykh transportnykh systemakh: monografiia. – D.: Art-Press, 2003. – 364 s.
- 2 Ostapiuk B. Ya. Pryntsypy upravlinnia azaliznykh mtransportom v kontekstizabezpechennia tiikoho sotsialno-ekonomichnoho rozvytku // Problemy mizhnarodnykh transportnykh korydoriv ta korporatyvnoi lohistyky : tezy dop. Kh naukovo-prakt. mizhnar. konf. (5 - 7 chervnia 2014 r., m. Kharkiv) // Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti . – 2014. – Vyp. 46. – S. 3-5.
- 3 Ostapyuk B. Ya. Razvitie zheleznodorozhnogo transporta v sistemyatsionalnoy ekonomiki // Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti . – 2014. – Vyp. 46. – S. 129-135.
- 4 Lutay S. N. Telezhka s razdvizhnymi koleznymi paramidlyami izmenyaemykh kolei i statsionarnaya ustanovka dlya smeny kolei relsivogo puti // Vagonnyy park. – 2014. – № 3.
- 5 Pikh B. P. Vykorystannia rukhomoho skladu z rozsvynnykh kolisnykh paramynanapriamku Kyiv–Lviv–Mostyska II / B. P. Pikh, I. P. Korzhenevych, M. B. Kurhan // Visn. Dnipropetr. nats. un-tu zalizn. transp. im. akad. V. Lazariana. – Dnipropetrovsk, 2004. – Vyp. 3. – S. 82-89.
- 6 Pshinko A. N. Sovershenstvovanie khodovykh chastey vagonov dlya soobshcheniya «Vostok–Zapad» / A. N. Pshinko, Yu. V. Demin, S. V. Myamlin // Problemy ta perspektyvy rozvytku transportnykh system: tekhnika, tekhnolohiia, ekonomika i upravlinnia : tezy dop. I nauk.-prakt. konf. – K., 2003. – Ch. 1 : Tekhnika, tekhnolohiia. – S. 31-32.
- 7 Demin Yu. V. Trebovaniya k khodovym chastyam zheleznodorozhnykh vagonov dlya soobshcheniya «Vostok–Zapad» / Yu. V. Demin, S. V. Myamlin // Effektivnoe formirovaniyeatsionalnoy setimezhdunarodnykh transportnykh koridorov : sb. dokl. 7 Mezhdunar. konf., 14–15 okt. 2003 g. – Odessa, 2003. – S. 159.
- 8 Bazoviy moydorukhomoho skladu dlia bezperevantazhuvalnykh perevezhen u mizhnarodnomu spoliuchenni / A. V. Donchenko, M. V. Trotskyi, A. H. Krupa, Yu. V. Domin // Visn. Dnipropetr. nats. un-tu zalizn. transp. im. akad. V. Lazariana. – Dnipropetrovsk, 2007. – Vyp. 19. – S. 201-205.
- 9 Gaydarov N. Telezhki s razdvizhnymi koleznymi paramy // Byulleten OSZhD. – 1992. – № 3-4. – S. 20-23.
- 10 Pat. 2120391 RF, B61F7/00, B60B35/10. Razdvizhnaya koleznaya para / Suvalski Rishard Maria (PL) ; patentoobladatel PKP Tsentralnebyuro konstruktsiyne (PL), Direktsiya eksploatatsii sistem TsPN (PL),

Zakład naprawy wagonów kolejowych, g. Pila (PL),
Zakład naprawy wagonów kolejowych, g. Poznań (PL). – opubl. 20.10.1998.

11 Suwalski R. M. SUW 2000: Wozki towarowe i osobowe w
awtomatycznym ruchu przestawczym 1435/1520 mm //
Technika transportu szynowego. – 2000. – № 7/8. – S. 32–44.

12 Tereshchak Yu. V.
Analiz umov bezpechnosti funktsionuvannia rozsvnykh kolisnykh parsystemy
SUW 2000 / Yu. V. Tereshchak // Zalizn. transp. Ukrainy. – 2012. #1. – S. 36-37.

13 Madej, J. Medwid, M. Stawecki, W. Nowy mechanizm zmiany rozstawu kół w
pojazdach szynowych dla szerokości toru 1435–1520 // Pojazdy Szynowe. – 2013. – Nr
2. – S. 1-6. – Identyfikator YADDA: bwmeta1.element.baztech-559b0b6d-1f50-
4243-92b1-63619884fc0f

14 Demin Yu. V. Nauchno-tekhnicheskoe
obespecheniye ustoychivogo razvitiya perevozok po napravleniyam «Vostok-Zapad»
// Zalizn. transp. Ukrainy. – 2008. – № 2. – S. 14-17.

15 Pat. 87384 Ukraina, MPK (2014.01) B 61 F 7/00, B 60 B 37/00.
Rozsvnako lisnapara «DNUZT» / Savchuk O. M., Pshinko O. M., Miamlin S. V. ;
zaiavnyk ta patentovlasnyk Dnipropetr. nats. un-t zalizn. transp. im. akad. V.
Lazariana. – # u201308302 ; zaiavl. 01.07.13 ; opublik. 10.02.2014, Biul. # 3. – 5 s.