

## ЗАЯВА

Я, Данилишин Богдан Ігорович  
(ПІБ повністю)

Студент групи 8-Інтер  
Спеціальності 273 Залізничний транспорт  
(код та назва спеціальності)

освітньої програми Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті  
(назва освітньої програми)

Освітнього ступеня підготовки магістр

Заявляю, що моя випускна кваліфікаційна робота на тему:

Використання модульних перехідних зчепів на швидкісному рухомому складі України у міжнародному сполученні

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання.

Прошу перевірити її на наявність академічного плагіату.

Я ознайомлений з чинним «Порядком перевірки кваліфікаційних випускних робіт здобувачів вищої освіти на виявлення текстових та графічних запозичень засобами перевірки на плагіат», згідно з якими виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску випускної кваліфікаційної роботи до захисту.

Дата

Підпис

Керівник

Підпис

Кузишин А.Я.

(ПІБ керівника)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Дніпровський національний університет залізничного  
транспорту імені академіка В. Лазаряна

НАЦІОНАЛЬНА ШКОЛА МАЙСТЕРНОСТІ І ПРОФЕСІЙ  
СНАМ, ФРАНЦІЯ

«ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО»

Завідувач кафедри:

д.т.н., професор \_\_\_\_\_ Капіца М. І.

(вчене звання, ступінь) (підпис) (ПІБ)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО ДИПЛОМНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ  
на отримання ОКР «Магістр»

Спеціальність 273 «Залізничний транспорт»

Освітня програма «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

Тема **ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛЬНИХ ПЕРЕХІДНИХ ЗЧЕПІВ НА  
ШВИДКІСНОМУ РУХОМОМУ СКЛАДІ УКРАЇНИ У МІЖНАРОДНОМУ  
СПОЛУЧЕННІ**

Виконав:

\_\_\_\_\_

(підпис)

Данилишин Б. І.

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник:

Phd

(вчене звання, ступінь)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Кузишин А. Я.

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Дніпро

2021

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
						1
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Дніпровський національний університет залізничного**  
**транспорту імені академіка В. Лазаряна**  
**Кафедра «Локомотиви та локомотивне господарство»**

**НАЦІОНАЛЬНА ШКОЛА МАЙСТЕРНОСТІ І ПРОФЕСІЙ**  
**СНАМ, ФРАНЦІЯ**

«ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО»

Завідувач кафедру:

д.т.н., професор \_\_\_\_\_ Капіца М.І.

(вч. звання, ступінь)

(підпис)

(ПІБ)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ**

Данилишин Б.І.

(ПІБ)

**1. Тема роботи**

Використання модульних перехідних зчепів на \_\_\_\_\_  
швидкісному рухомому складі України у міжнародному  
сполученні

затверджено наказом по університету \_\_\_\_\_ №166ст від «09» квітня 2021р.

**2. Термін подачі студентом закінченої роботи**

«10» листопада 2021 р.

**3. Вихідні дані для роботи**

Нормативно правові акти та нормативні документи в сфері залізничного рухомого складу, Директиви ЄС щодо залізничного транспорту, нормативні документи в сфері автозчіпного обладнання рухомого складу

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Назва розділу	Об'єм, %	Рекомендована кількість слайдів
Огляд конструкцій міжвагонних зв'язків	30	3
Система зчеплення швидкісного рухомого складу України	30	2
Використання модульних перехідних зчіпок	20	4
Дослідження ефективності використання беззazorного зчіпного пристрою на швидкісному рухомому складі постійного формування	20	3

Студент  
Науковий керівник

Данилишин Б. І.  
Кузишин А. Я.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк. 2
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І СЛОВНИК ТЕХНІЧНИХ ТЕРМІНІВ

МВП	Міжвагонний перехід
БСУ	Безззорний зчпний пристрій
ЄС	Європейський Союз
ТСІ	Технічні специфікації інтероперабельності
AAR	Association of American Railroads
ДСТУ	Державний стандарт України
ГМ	Гальмівна магістраль
ГР	Головний резервуар
EN	Європейська норма

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		3

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>I. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ МІЖВАГОННИХ ЗВ'ЯЗКІВ</b> .....	7
1.1 БУФЕРНІ ПРИСТРОЇ ТА МІЖВАГОННІ ПЕРЕХОДИ.....	7
1.2 ОГЛЯД ЗЧПНИХ ПРИСТРОЇВ .....	13
1.3 ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПО УСТАНОВЦІ МІЖВАГОННИХ ГАСНИКІВ КОЛИВАНЬ НА ВАГОНІ .....	20
1.4 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ВИМОГИ ДО АВТОЗЧПНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	24
Висновки до розділу 1 .....	34
<b>II. СИСТЕМА ЗЧЕПЛЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ УКРАЇНИ</b> .....	35
2.1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	35
2.2 ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ ОБЛАДНАННЯ .....	38
2.3 ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВТОЗЧПНОГО ПРИСТРОЮ .....	48
Висновки до розділу 2.....	55
<b>III. ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛЬНИХ ПЕРЕХІДНИХ ЗЧПОК</b> .....	56
3.1 ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ .....	56
3.2 ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	60
Висновки до розділу 3.....	63
<b>IV. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗАЗОРОНОГО ЗЧПНОГО ПРИСТРОЮ НА ШВИДКІСНОМУ РУХОМОМУ СКЛАДІ ПОСТІЙНОГО ФОРМУВАННЯ</b> .....	64
4.1 ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ, ЯКІ ОБЛАДНАНІ БЕЗАЗОРНИМИ ЗЧПНИМИ ПРИСТРОЯМИ.....	64
4.2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗАЗОРНОГО ЗЧПНОГО ПРИСТРОЮ НА ПАСАЖИРСЬКОМУ РУХОМОМУ СКЛАДІ .....	69

					<b>0032.206516.MP.2021.001</b>						
Вим	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Використання модульних перехідних зчепів на швидкісному рухомому складі України у міжнародному сполученні			Літ	Аркуш	Аркушів	
Розробив		Данилишин Б.І.								4	
Перевірив		Кузишин А.Я.									
Н. контр.											
Затвердив		Капіца М.І.									

4.3 Дослідження впливу буферних пристроїв вагонів поїздів постійного формування на динамічні характеристики .....	73
Висновки до розділу 4.....	80
<b>ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....</b>	<b>81</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>	<b>83</b>
<b>СПИСОК РИСУНКІВ .....</b>	<b>97</b>
<b>СПИСОК ТАБЛИЦЬ.....</b>	<b>100</b>
<b>АНОТАЦІЯ І КЛЮЧОВІ СЛОВА.....</b>	<b>101</b>

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		5

## ВСТУП

На даний час ринок пасажирських перевезень висуває нові вимоги щодо швидкості руху, комфортності та безпеки рухомого складу. Одними з основних чинників, що впливають на безпеку та комфортабельність рухомого складу є параметри міжвагонних зв'язків. На даний час більшість пасажирських вагонів обладнані автозчіпними пристроями нежорсткого типу СА-3 разом з буферними пристроями та міжвагонним переходом. Шляхом покращення даних показників є удосконалення міжвагонних зв'язків, застосувавши безззорні зчіпні пристрої.

Однак, використання безззорних зчіпних пристроїв в аварійних умовах унеможливило транспортування рухомого складу до найближчого пункту для надання йому допомоги. Тому враховуючи інтеграцію України в залізничний простір Європейського Союзу необхідно використовувати технічні засоби, що дозволяють сумісне зчеплення автозчіпки СА-3 з безззорним зчіпним пристроєм. Такими технічними засобами виступають модульні перехідні зчепи.

*Об'єктом дослідження* в даній роботі є модульні перехідні зчепи для автоматичного зчеплення автозчіпок СА-3 із безззорними зчіпними пристроями.

*Предметом дослідження* являються підходи щодо експлуатації модульних перехідних зчепів відповідно до технічних специфікацій інтероперабельності (ТСІ).

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		6

## РОЗДІЛ І. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ МІЖВАГОННИХ ЗВ'ЯЗКІВ

### 1.1 Буферні пристрої та міжвагонні переходи

При значних поздовжніх зусиллях, що виникають при рушанні з місця, маневрових роботах, зіткненні вагонів, зусилля в основному сприймаються поглинаючим апаратом автозчіпного або зчіпного пристрою. Зусилля, що виникають при перехідних режимах руху поїзда (проходженні переломів профілю колії, зрушення з місця, гальмування) в основному сприймаються спеціальними амортизаційними пристроями, що забезпечують постійний натяг зчеплених зчіпних пристроїв, вибираючи тим самим зазори між поверхнями зчеплення, і ліквідуючи негативний вплив поздовжніх прискорень вагона на пасажирів.

Конструктивно в їх склад входять елементи міжвагонних зв'язків, до яких відноситься зчіпний (автозчіпний) пристрій, буферні пристрої, міжвагонні переходи, міжвагонні гасники коливань.

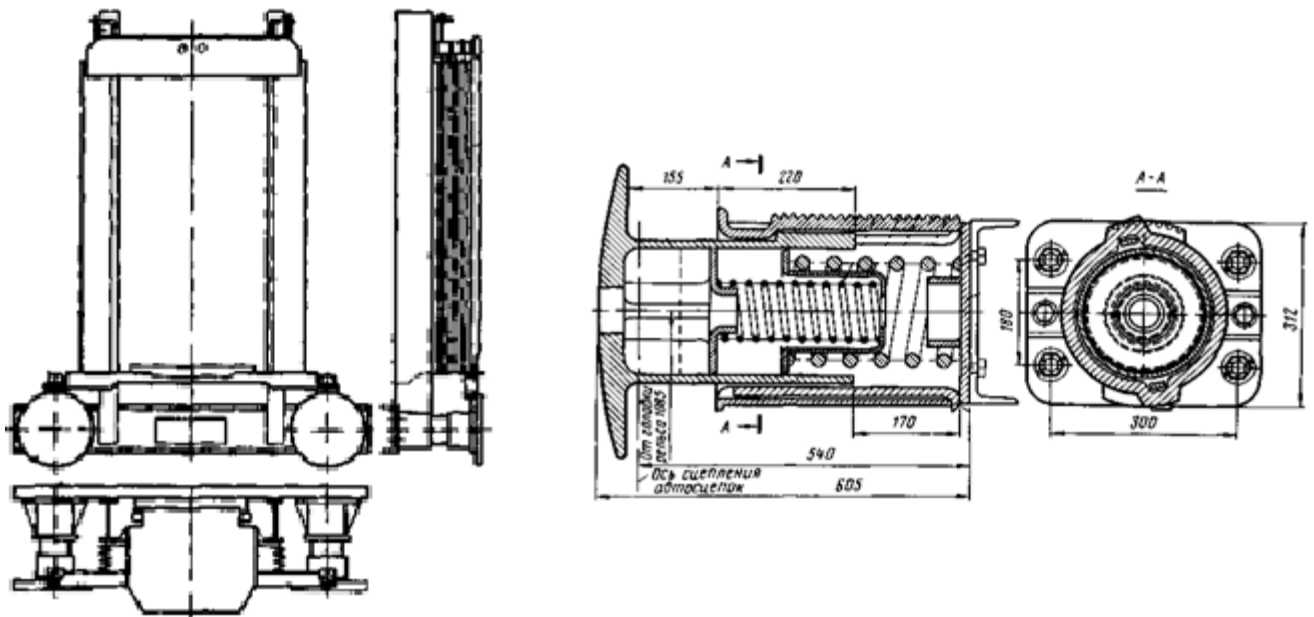
У 50-х роках ХХ століття з початком побудови вітчизняних суцільнометалевих вагонів пружна перехідна площадка в своїй конструкції мала рухому раму, у верхній частині якої розташовувалася спеціальна листовая ресора, що забезпечувала щільне взаємне притиснення накладок рами, розташованих у верхній частині з зовнішньої сторони конструкції, і знаходиться в одній площині з тарілками буферів (рис. 1, а). У нижній частині рама перехідної площадки через штирі з'єднувалася з тарілками буферів. Між рухомою рамою переходу і торцевою стіною вагона зверху і з боків знаходилося брезентове захисне суфле. Для переходу пасажирів між вагонами в нижній частині рами над перемичкою розташовувався перехідний місток.

Буфер цієї пружної площадки отримав назву – буфер важкого типу (рис. 1, б) з послідовно включеними пружинами, і масою 188 кг [1].

На початку 60-х років для зниження тари вагона приблизно на 0,5 т була спроектована конструкція полегшеної безбуферної площадки, в якій буфери

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		7

були замінені пружинними амортизаторами (рис. 2). Згодом замість листової ресори стали застосовуватися два верхніх пружинних амортизатора [2].



*a* – пружня площадка; *б* – буфер важкого типу

Рисунок 1 – Пружня площадка з буферами важкого типу

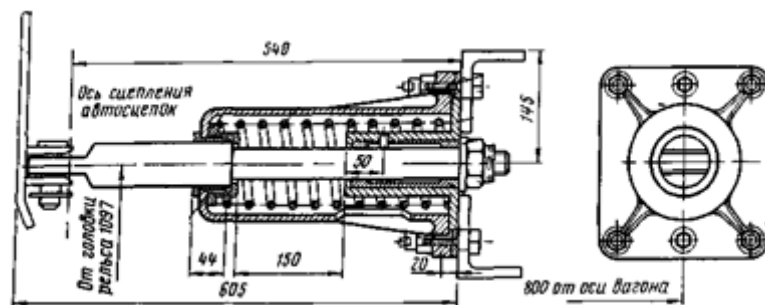


Рисунок 2 – Амортизатор шпінтонного типу для полегшеного пружної площадки

Пізніше замість рамки в конструкції перехідної площадки почали застосовувати пружні гумові сфле балонного типу, що дозволило відмовитися від верхніх амортизаторів, оскільки щільність перехідного з'єднання забезпечувалася пружністю гумових ущільнень. Загальний вигляд перехідного пристрою з гумовим ущільненням представлений на (рис. 3). Він складається з

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

8

гумового ущільнення замкнутого профілю, поперечного кутника, який зв'язує шпінтони (пізніше замінено на буфери), і відкидного містка. Міжвагонні переходи даного типу розрізняються способом спирання перехідного містка і його виконанням.

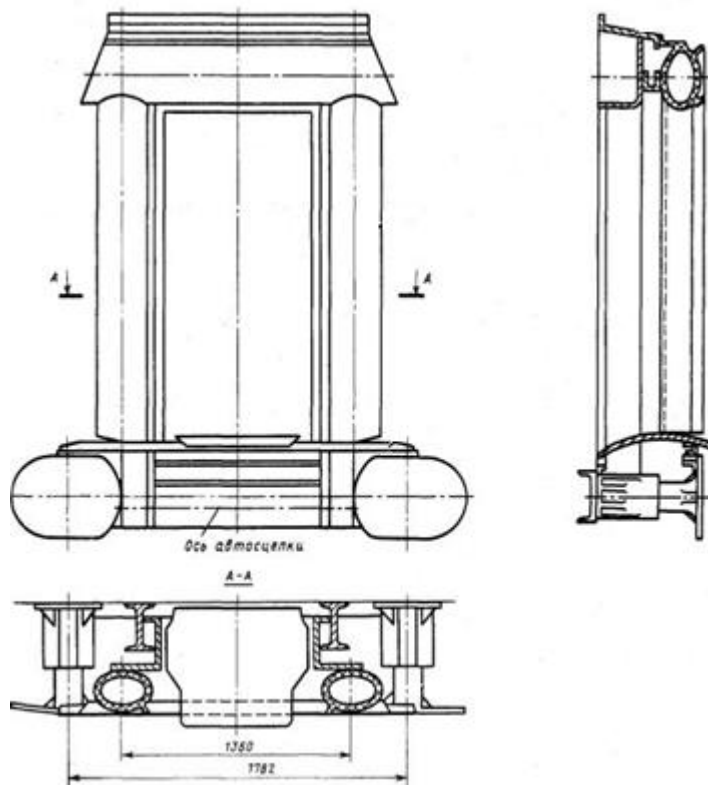


Рисунок 3 – Пружна площадка з гумовим ущільненням

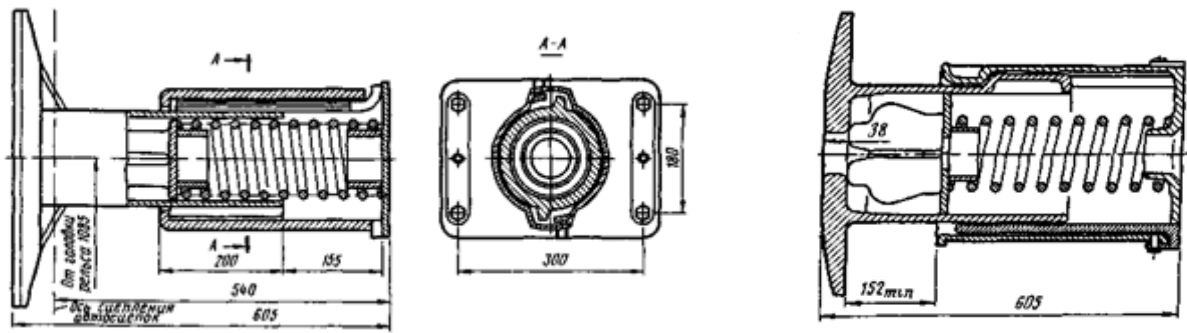
З 1972 року замість амортизаторів шпінтонного типу почали використовувати полегшені буфери (рис. 4, а), що мають в своїй конструкції одну пружину і силову характеристику, схожу з характеристикою шпінтона.

Потім з 1978 року замість полегшених буферів на вагони почали встановлювати буфера важкого типу з опуклим радіусом сфери 1600 мм і діаметром тарілки 610 мм. По вертикалі вони мали розмір 500 мм.

У 1988 році Калінінський вагонобудівний завод приступив до випуску буфера зі збільшеним розпирним зусиллям (рис. 4, б), що зменшує сумарні переміщення автосцепок та сприяє зниженню інтенсивності зносу їх поверхонь

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		9

зчеплення. Дане застосування буфера дозволяє отримати лінійну силову характеристику, а його маса становить 151 кг [1].



а)

б)

а – полегшений буфер; б – буфер зі збільшеним розпірним зусиллям

Рисунок 4 – Буфери

У 1991 році центральним конструкторським бюро транспортного машинобудування був отриманий патент на винахід огороження міжвагонного переходу (рис. 5). Основна відмінність винаходу від раніше застосовуваних конструкцій перехідних площадок балонного типу в застосуванні на торцевій стіні поворотних стулок, здатних пружно відхилитися від площини торцевої стіни вагона, забезпечуючи при цьому постійний контакт вертикальних еластичних профілів суміжних вагонів при проходженні криволінійних ділянок колії [3].

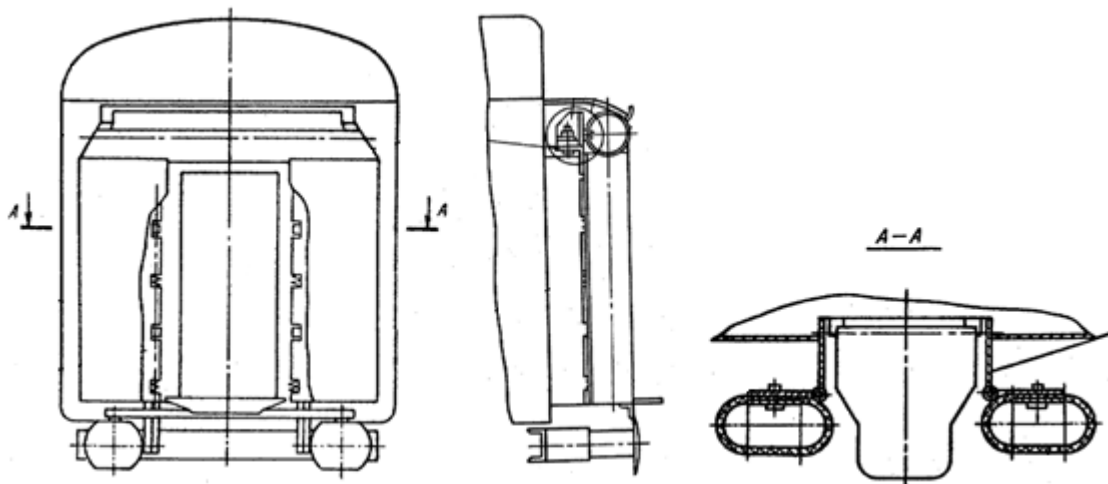


Рисунок 5 – Загальний вигляд пружного огороження з поворотними створками

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

10

На сучасних поїздах широко застосовуються міжвагонні переходи фірми Hubner (Німеччина).

На пасажирських вагонах для міжнародних сполучень типу R1C моделі 61-4476 встановлюється міжвагонний перехід (МВП) (рис. 6), що дозволяє проводити зчеплення з вагонами різної конструкції [4].



Рисунок 6 – Міжвагонний перехід фірми Hubner для вагонів поїздів міжнародних сполучень

Інша модель МВП фірми Hubner (рис. 7) встановлюється на вагони поїздів постійного формування, як одноповерхові, так і двоповерхові. Половина МВП складається із стикувальної і монтажної рамок, між якими розташовується подвійний хвилеподібний сільфон, який огорожує пасажирів і конструкцію переходу від атмосферних опадів, шуму, пилу, перепадів температури. Конструкція перехідного містка забезпечує безперешкодне перевезення обслуговуючого персоналу під час руху по різних ділянках колії з конструкційної швидкістю, а також перенос ручної поклажі пасажирів з одного вагона в інший. Для зчеплення міжвагонних переходів застосовується зчіпний важіль. У стельовій частині переходу розташований світильник. Експлуатація даного переходу можлива тільки спільно з безззорними зчіпними пристроями.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		11



Рисунок 7 – Міжвагонний перехід фірми Hubner для вагонів поїздів постійного формування

Ще одним закордонним виробником міжвагонних переходів є компанія Dellner.

У роботі [5], наведено МВП для поїздів нового покоління (рис. 8), що забезпечує найбільший комфорт проходження пасажирів, в тому числі завдяки використанню в конструкції МВП шумо- гідро- і теплоізоляції, і відповідає всім вимогам безпеки на залізничному транспорті. Застосування МВП можливо як в електропоїздах, так і на поїздах постійного формування. Обов'язковою умовою його експлуатації є оснащення вагонів зчіпними пристроями жорсткого типу і можливість зміни кінцевої частини вагона, що забезпечує установку напів-переходу. МВП складається з двох напів-переходів. Кожен напів-перехід (рис. 8) масою 200 кг складається з:

- перехідної площадки;
- ізолюючої оболонки, що забезпечує герметичність переходу;
- стикувальної і монтажної рамок;

- розпірних пристроїв (верхнього і нижнього), що забезпечують взаємне підтиснення стикувальних рамок при зчепленні вагонів;
- внутрішніх декоративних панелей, що обгороджують еластичну оболонку від механічних пошкоджень;
- опори зчіпного пристрою.

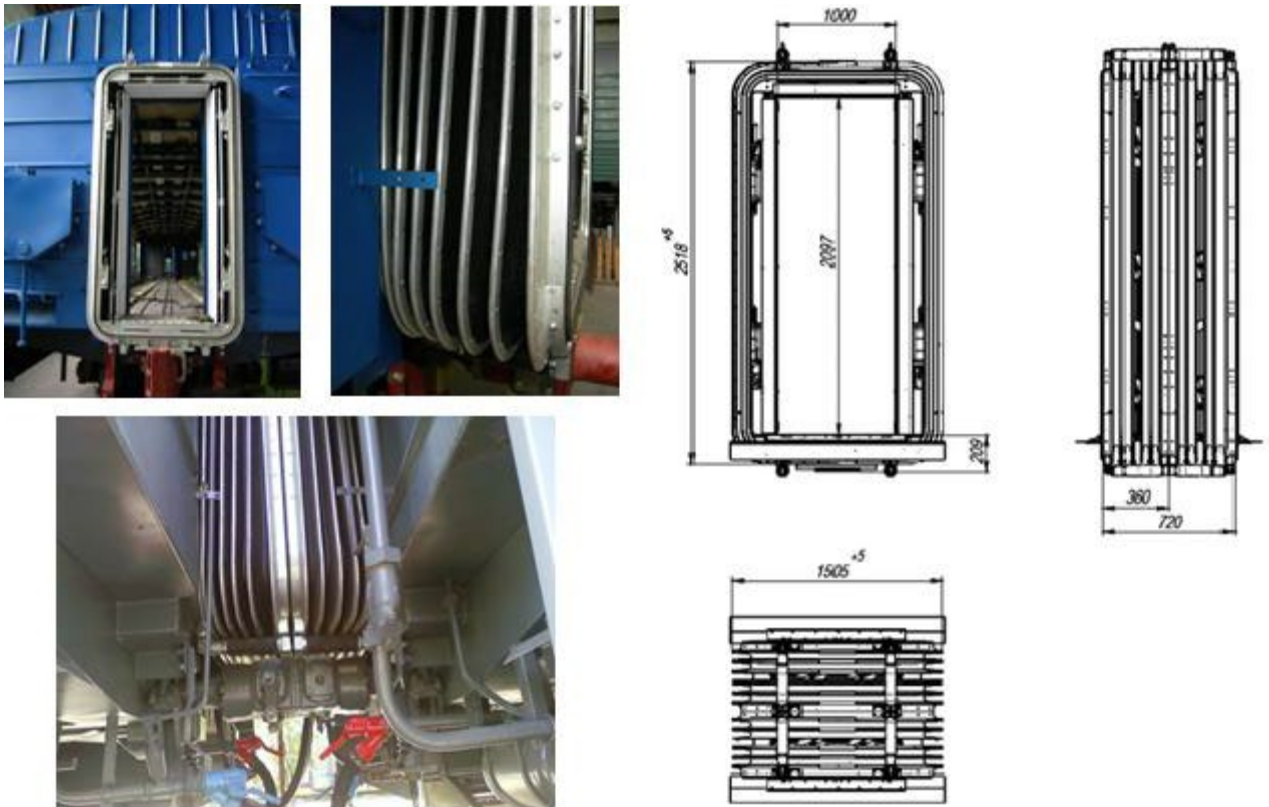


Рисунок 8 – Загальний вигляд міжвагонного переходу

## 1.2. Огляд зчіпних пристроїв

Будучи найбільш відповідальною частиною вагона, зчіпні пристрої рухомого складу залізниць виконують важливу функцію щодо забезпечення з'єднання вагонів і локомотивів, передаючи розтягуючі і стискаючі зусилля, що виникають під час руху поїзда. З часу створення перших поїздів, зчіпні пристрої пройшли великий шлях від гвинтової стяжки до сучасних зчіпних пристроїв, що забезпечують автоматичне зчеплення не тільки механічної частини пристрою, а й міжвагонних комунікацій.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		13

Конструкції зчіпних пристроїв постійно модифікуються. Це в першу чергу пов'язано зі збільшенням швидкостей руху рухомого складу і, як наслідок, підвищенням вимог безпеки, що висуваються до експлуатуючого пасажирського рухомого складу.

В Україні і країнах СНД на рухомому складі залізниць широкого поширення набув автозчіпний пристрій СА-3 (рис. 9) нежорсткого типу, що застосовується як на вантажних, так і на пасажирських вагонах. Він складається з корпусу автозчеплення, механізму зчеплення розчіпного приводу, ударно-центруючого пристрою, поглинаючого апарату і опорних частин [6].

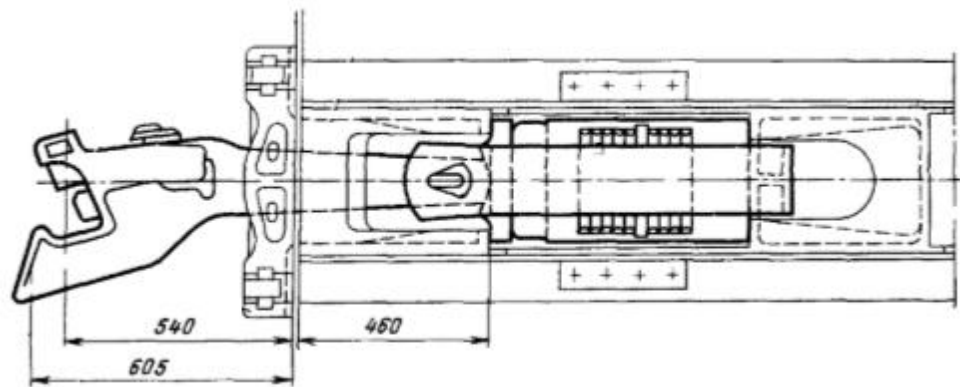
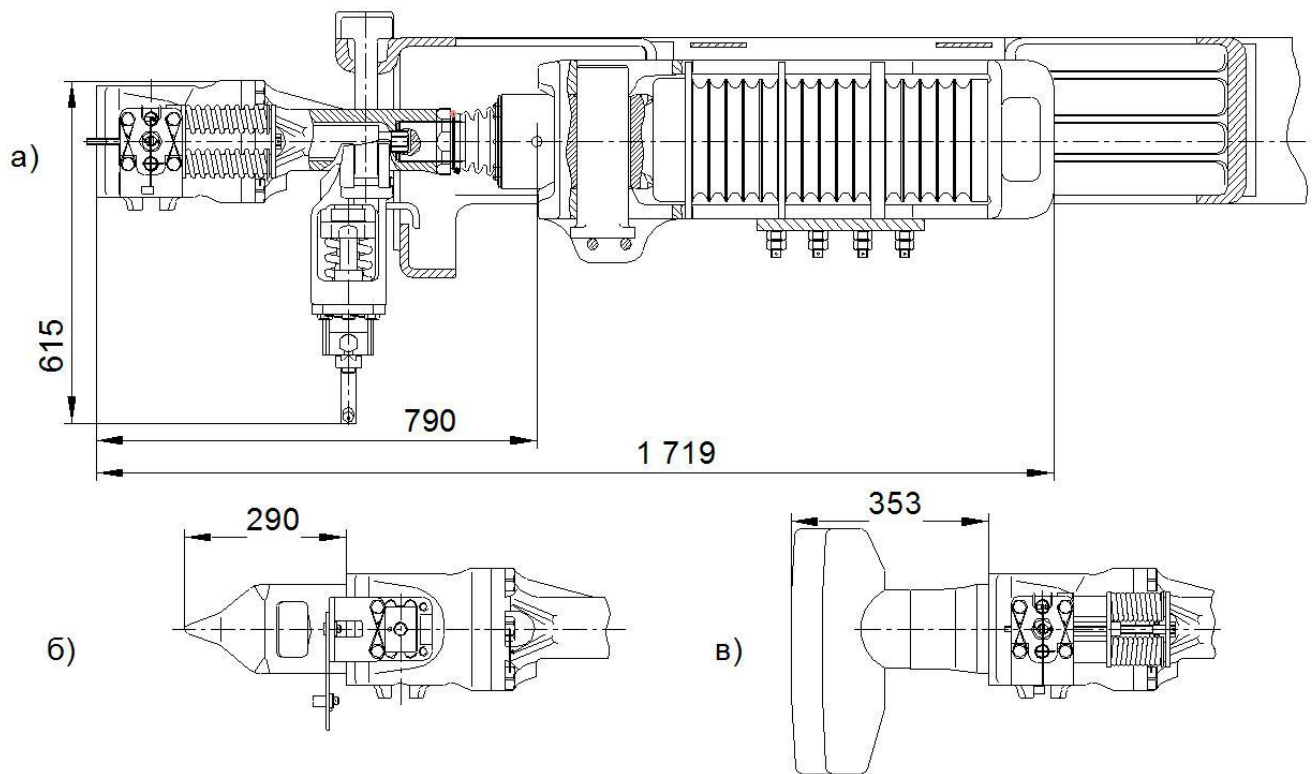


Рисунок 9 – Зчіпний пристрій СА-3 на пасажирському вагоні

На ряді конструкцій пасажирського рухомого складу замість традиційного автозчіпного пристрою типу СА-3 стали впроваджуватися безззорні зчіпні пристрої. В Росії Тверський вагонобудівний завод в конструкції вагонів поїздів постійного формування застосовує зчіпний пристрій жорсткого типу БСУ-3. Міжвагонний безззорний зчіпний пристрій складається з двох несиметричних частин БСУ-3Б (рис. 10, а) і БСУ-3К (рис. 10, б). Кожна з них включає: зчіпку, з однаковою конструкцією головки, хвостовика і шарнірного вузла; упряжний і центруючий пристрій, що розрізняються між собою наявністю направляючого конуса і елементами розчіпного приводу для другого варіанту виконання, і знімним механізмом автоматичного зчеплення-розчеплення для першого.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		14

Для можливості з'єднання з автозчіпкою СА-3 замість направляючого конуса може бути встановлений перехідник (рис. 10, в).



а) – конструкція БСУ-3Б; б) – конструкція БСУ-3К;  
в) – виконання БСУ-3Б з перехідником

Рисунок 10 – Конструктивне виконання БСУ-3

Крім описаного зчіпного пристрою, існують інші його варіанти, які принципово не відрізняються один від одного за конструкцією. Їх характеристики представлені в (табл. 1) [7].

Таблиця 1 – Технічні характеристики безззорний зчіпних пристроїв

	БСУ-1	БСУ-2	БСУ-3	БСУ-4
Маса, кг	895	371	500	413
Максимальна сила, МН:				
стиснення	1,5	2,5	2,5	2,0
розширення	1,0	1,5	1,5	1,0

Хід поглинаючого (аварійного) амортизатора, мм	74,5	66,0	70,0	80,0
Енергоємність поглинаючого (аварійного) амортизатора, кДж	20,0	17,0	40,0	25,0

На рухомому складі США, КНР, КНДР, Японії, Мексики і ряду інших країн широке поширення набула автозчіпка Джаннея (рис. 11). Вона може бути як нежорсткою, так і жорсткою, в залежності від виконання поворотного важеля. Зараз на залізницях США застосовується автозчіпка Джаннея стандарту ААР (Association of American Railroads) двох типів «F» і «H».



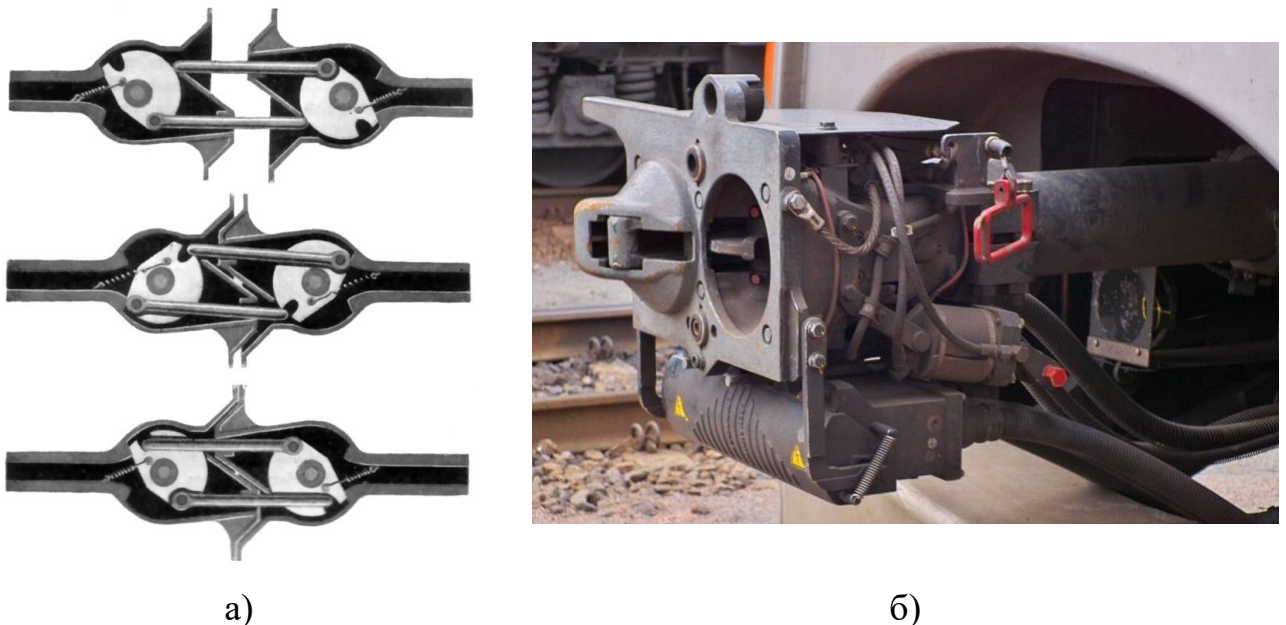
Рисунок 11 – Автозчіпка Джаннея

Ще одним автозчіпним пристроєм, який використовується на американському ринку є зчіпка Томлінсона. Вона забезпечує автоматичне з'єднання механічних, електричних і пневматичних компонентів (рис. 12).



Рисунок 12 – Зчіпний пристрій Томлінсона

Частина пасажирських та вантажних вагонів ФРН, Голландії, Данії та інших країн Європи обладнуються автозчіпкою системи Шарфенберг. Схема зчеплення за стадіями (підготовка до зчепу, момент зчепу, зчеплений стан) і загальний вид автозчіпки представлені на (рис. 13).



а – схема зачеплення за стадіями, вид зверху; б – зовнішній вигляд автозчіпки

Рисунок 13 – Автозчіпний пристрій системи Шарфенберг

У зчіпному пристрої здійснюється одночасне з'єднання механічної частини і міжвагонних комунікацій.

На японській залізниці широкого поширення набула автозчіпка Шібата. Її змінений варіант використовується на швидкісних поїздах Сінкансен (Shinkansen) (рис. 14).

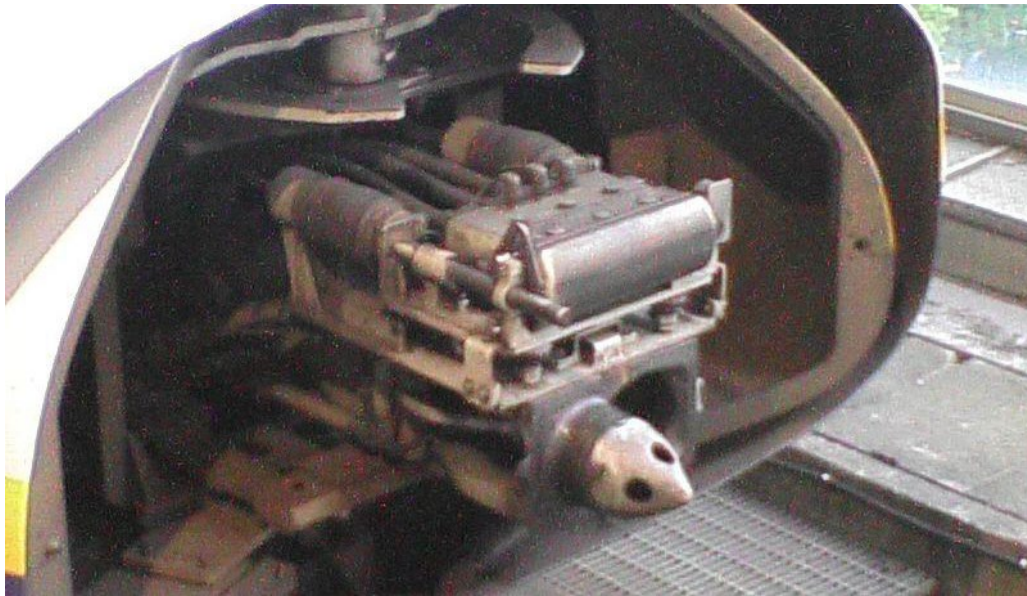


Рисунок 14 – Зчіпний пристрій швидкісного поїзда Сінкансен (Shinkansen)

На залізницях Великобританії в основному використовуються зчіпні пристрої з клиновим фіксатором (рис. 15). В автоматичних зчіпках даного типу для фіксації пристрою блокування використовується пневматичний привід.

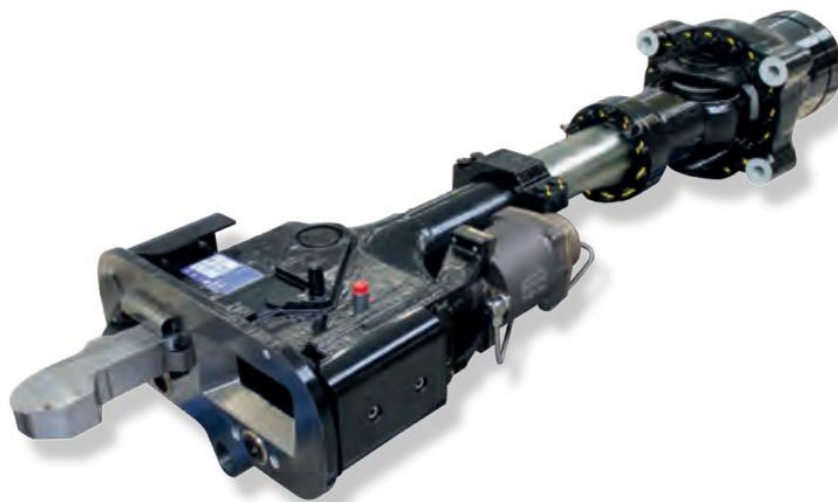


Рисунок 15 – Зчіпний пристрій з клиновим фіксатором

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		18

На моторних вагонах Бельгії і Швейцарії застосовуються автоматичні зчіпні пристрої типу GF (рис. 16).



Рисунок 16 – Автоматичний зчіпний пристрій типу GF

На вагонах електропоїзда з асинхронним тяговим приводом типу ЕГЕ серії ЕС2Г застосовується зчіпний пристрій жорсткого типу, що складається з короткої і довгої зчіпок (рис. 17). Конструкція короткої зчіпки складається з тяги, яка з'єднана одним кінцем з поглинаючим пристроєм, який в свою чергу встановлюється на кронштейні буферного бруса рами кузова. Тяга довгої зчіпки має воронкоподібну робочу поверхню, в яку входить робоча поверхня короткої зчіпки, що з'єднуються між собою розбірним муфтовим з'єднанням. У верхній частині довгої зчіпки є місце для встановлення опори ковзання міжвагонного переходу.

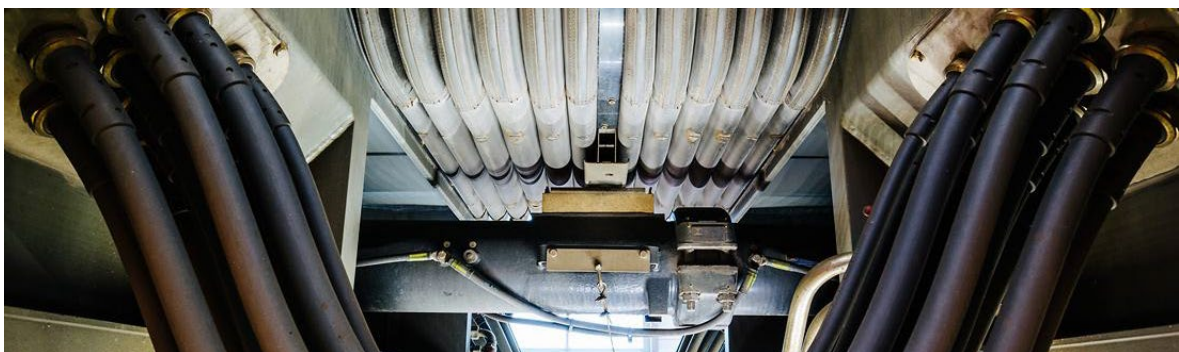


Рисунок 17 – Зчіпний пристрій жорсткого типу електропоїзда ЕС2Г

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		19

### 1.3 Технічні рішення по установці міжвагонних гасників коливань на вагоні

Під часу руху рухомого складу, кузов вагона сприймає різні види коливань, за кількістю ступенів вільності, які викликані нерівностями рейкової колії (рис. 18).

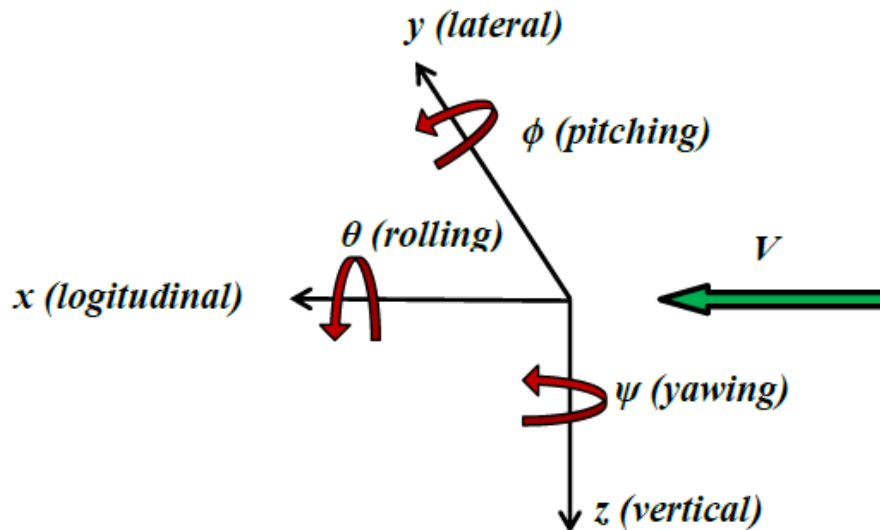


Рисунок 18 – Види коливань

Світовий досвід конструювання пасажирського рухомого складу залізниць показує, що для дисипації енергії зазначених видів коливань традиційно використовуються гідравлічні гасники коливань.

Аналіз досвіду використання гідравлічних гасників коливань на рухомому складі вказує на можливість виділити декілька варіантів встановлення гасників на вагоні: між елементами візка, між візком і кузовом вагона, між кузовами суміжних вагонів, між кузовом вагона і зчпним пристроєм.

Встановлені на рухомий склад гасники можуть призначатися, як для гасіння окремих лінійних або кутових видів коливань, так і забезпечувати гасіння одразу кількох видів коливань кузова.

Для забезпечення необхідних динамічних якостей рухомого складу можливе суміщення або комбінування різних варіантів установки гасників.

На сучасному високошвидкісному рухомому складі використовуються системи, що забезпечують гасіння коливань по всіх ступенях вільності (рис. 19).

Системи включають в себе гасники, що працюють у вертикальній площині. До них відносяться вертикальні гасники коливань:

- гасники, розташовані в буксовій ступені підвішування 3 (вертикальний гасник коливань першого ступеня підвішування - primary vertical damper);
- центральної ступені підвішування 4 (вертикальний гасник коливань другого ступеня підвішування - secondary vertical dampers).

До гасників коливань, що сприймають вплив у горизонтальній площині можна віднести:

- гасник коливань виляння 1 (yaw damper), що розташовується в поздовжньому напрямку між рамою візка і кузовом вагона;
- вторинний горизонтальний гасник 2 (secondary horizontal damper), що розташовується в поперечному напрямку в області шкворневого вузла.

В окрему групу можна виділити гасники, розміщені між торцевими стінами суміжних вагонів 5-8 - міжвагонні гасники коливань (inter-car damper).

Серед них можна виділити:

- гасник коливань бокового хитання 5 (anti-roll damper), розташований над міжвагонним переходом;
- нижній і верхній міжвагонні гасники 6,7 (upper and lower inter-car dampers), розташовані симетрично відносно поздовжньої осі кузова вагона.

Для одночасного сприйняття і горизонтальних і вертикальних коливань, міжвагонні гасники можна розташовувати під деяким кутом до горизонталі – похилий міжвагонний гасник коливань 8.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
						21
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

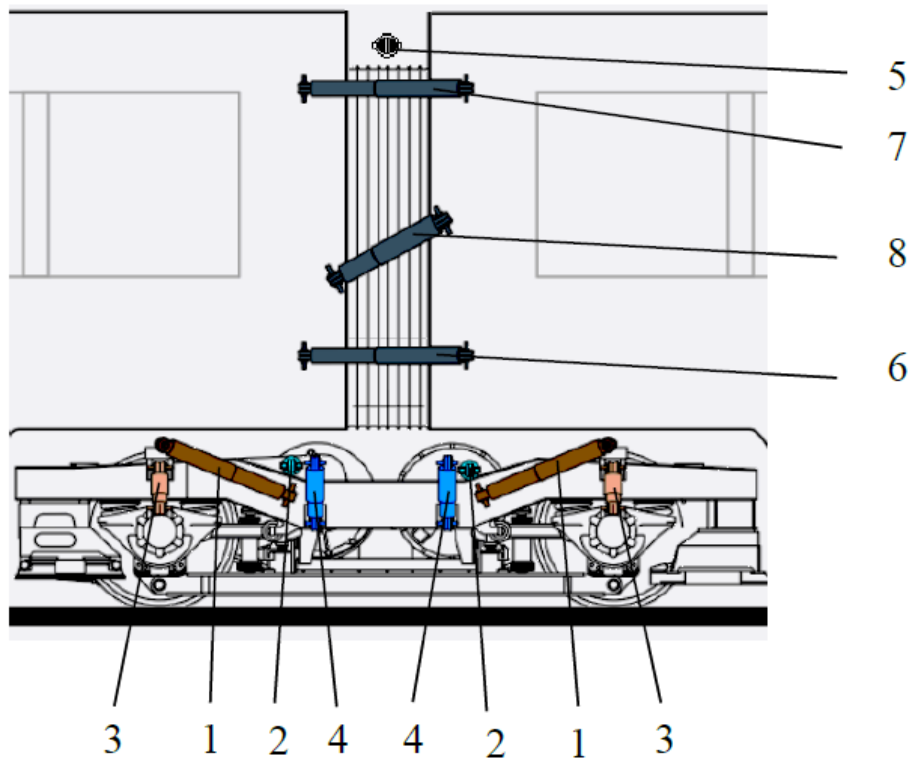


Рисунок 19 – Основні способи встановлення гасників коливань на вагоні:

- 1 – гасник коливань виляння; 2 – горизонтальний гасник коливань;
- 3 – вертикальний гасник коливань першого ступеня підвішування;
- 4 – вертикальний гасник коливань другого ступеня підвішування;
- 5 – гасник коливань бокового хитання; 6,7 – нижній і верхній міжвагонні гасники коливань; 8 – похилий міжвагонний гасник коливань

Світовими виробниками гасників коливань для залізничного рухомого складу є ZF, Alstom, SV-Shocks, Delkor Rail, ITT, Knorr-Bremse, Dellner та ін. (рис. 20).



Рисунок 20 – Гасники коливань: *а* – гасники коливань виляння, *б* – міжвагонні гасники, *в* – вертикальні гасники коливань

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата
----	-------	---------	--------	------

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

22

Як приклади безпосереднього використання зазначених видів гасників коливань можна привести поїзд HSR350X (рис. 21), у якому гасники коливань встановлюються між елементами візків, між візком і кузовом, між кузовами суміжних вагонів. Таке розташування гасників дозволяє гасити коливання за всіма основними напрямками.

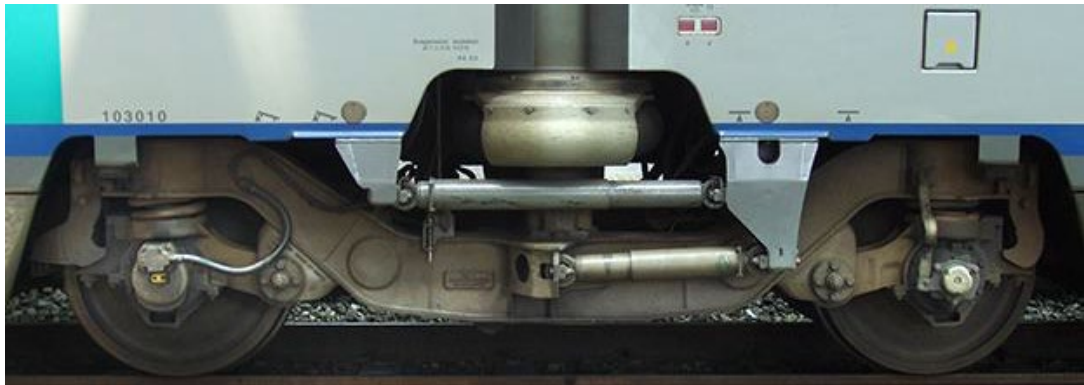


Рисунок 21 – Поїзд HSR350X

За результатами аналізу вітчизняного і закордонного досвіду найбільш раціональним варіантом гасіння коливань виляння, при відсутності буферних пристроїв на вагоні, є застосування міжвагонних гасників коливань 1 2 3 розташованих в горизонтальній площині. Також додатково може бути розглянутий варіант установки горизонтального гідравлічного гасника коливань між корпусом зчіпного пристрою і консольною частиною вагона (рис. 22).

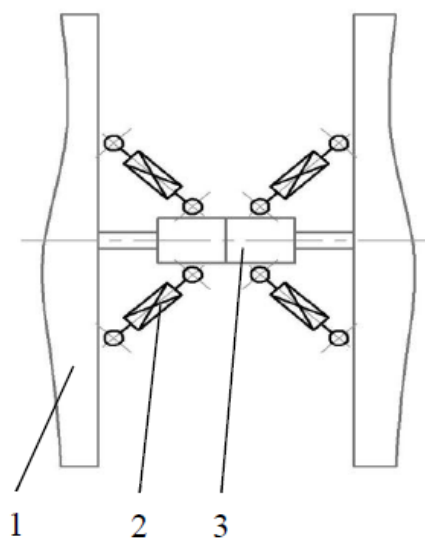


Рисунок 22 – Установка гасників коливань в міжвагонному просторі

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		23

#### 1.4 Методи контролю та вимоги до автозчіпного обладнання

З метою підвищення рівня безпеки руху необхідно знати про способи та методи контролю автозчіпного пристрою. На даний час для контролю технічного стану автозчіпного пристрою застосовується неруйнівний контроль. При виготовленні, ремонті вагонів застосовуються види та методи контролю, зазначені у (табл. 2).

Таблиця 2 – Види та методи неруйнівного контролю деталей вагонів

Види неруйнівного контролю	Методи неруйнівного контролю
візуальний	зовнішній огляд
магнітний	магнітопорошковий феррозондовий
електромагнітний	вихрострумний
проникаючими рідинами	кольоровий люмінесцентний люмінесцентно-кольоровий
акустичний (ультразвуковий)	тіньовий дзеркально-тіньовий резонансний ехометод акустико-емісійний
інтроскопічний	тверде випромінювання

Переваги та недоліки методів будуть відображені у (табл. 3).

При зовнішньому огляді порядок прийому та огляду поїздів на станції відображається у техніко-розпорядчому акті станції та місцевій інструкції. Для обстеження поїзда, що прибуває, оглядачі заздалегідь виходять до колії прибуття і розміщуються в місцях, встановлених технологічним процесом роботи ПТО. Оглядаючи вагони поїзда, що рухається, оглядачі за зовнішніми ознаками виявляють можливі несправності на поверхнях кочення колісних пар, в буксових вузлах, візках та ін.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		24

У депо автозчіпний пристрій, як правило, перевіряють магнітопорошковим або феррозондовим способом.

У основі магнітопорошкового методу неруйнівного контролю лежить використання магнітних явищ. Цей метод застосовується лише до деталей зі сплавів і металів, які мають здатність намагнічуватися, тобто є ферромагнетиками.

Для виявлення дефектів, надривів, тріщин, розшарування в метали використовується магнітне поле, яке створюється за рахунок протікання електричного змінного струму силою 45 А через провідник або постійними магнітами зона намагніченості яких становить до 250 мм. За характером осідання спеціального порошку визначається місцезнаходження, розташування, глибина залягання (до двох міліметрів) та розміри дефектів. Також визначаються дефекти під шаром немагнітного покриття товщиною до 200 мкм, немагнітне покриття товщиною до 30 мкм ніяк не впливає на чутливість контролю.

Для магнітопорошкового контролю автозчіпного пристрою застосовують апарати дефектоскопи: МД-12ПШ, МД-12ПЕ, МД-12ПС, ПЕД-120.

Феррозондовий метод контролю, що не руйнує, так само як і магнітопорошковий, відноситься до магнітного вигляду неруйнівного контролю.

Даний метод ґрунтується на вимірюваннях феррозондовим приладом градієнта напруженості магнітного поля розсіювання, створеного дефектом намагніченої деталі, і порівнянь показника градієнта з пороговим значенням. Застосування дефектоскопа – градієнтометра забезпечує виділення сигналу, викликаного дефектом, і натомість досить повільно змінюється у просторі складової напруженості магнітного поля.

У феррозондовому приладі дефектоскопу використовується перетворювач, що реагує на градієнт нормальної складової напруженості магнітного поля на поверхні деталі. Дефектоскоп має перетворювач, який перетворює градієнт сигнал постійного струму. Цей сигнал порівнюється з опорним показанням напруги і якщо показник перевищив порогову напругу, приймається рішення про виявлення дефекту.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		25

При ферозондовому контролі застосовуються засоби контролю: дефектоскопи Ф205.30А, ДФ-103, ДФ-105, ДФ-201.1, пристрої, що намагнічують МСН-11-01 і МСН-12-01.

Метод вихрострумowego контролю ґрунтується на аналізі взаємодії зовнішнього електромагнітного поля вихрових струмів, що наводяться в деталі.

Вихрострумівий контроль заснований на законі електромагнітної індукції, згідно з яким у замкнутому провідному контурі з певним числом витків при зміні потоку магнітної індукції через площу, обмежену цим контуром, виникає електрорушійна сила індукції.

Виявлення дефектів здійснюється за допомогою вихрострумowego перетворювача, який є, в загальному випадку, котушкою з обмоткою, по якій протікає змінний струм.

Протікання змінного струму по обмотці котушки веде до появи магнітного поля, яке збуджує вихрові струми досліджуваної деталі. Магнітне поле впливає на котушку вихрострумowego перетворювача, наводячи в ній електрорушійну силу. Реєструючи збільшення напруги на кінцях котушки, витягують інформацію про властивості деталі, дефекти, тріщини.

При вихрострумовой методі застосовують дефектоскопи: ВД-12НФМ, ВД-12НФ, ВД-15НФ.

При дефектоскопії рідинами, що проникають, використовуються три методи контролю: кольоровий, люмінесцентний, люмінесцентно-кольоровий. Оскільки ці методи переважно використовуються для виявлення дефектів на колісних парах, котлах цистерн, елементах гальмівної системи, резервуарах, то методи будуть описані коротко.

Люмінісцентний метод заснований на здатності таких речовин, як газ, проникати в поверхневі дефекти і світитися після опромінення ультрафіолетовими променями в затемненому приміщенні.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		26

При використанні кольорового методу дефекти виявляються за кольоровим слідом над дефектом, так як індикатор, що входить до складу рідини, має вибірккову здатність відбивати видиме світло.

Люмінісцентно – кольоровий метод є комбінацією двох методів, описаних вище.

Акустичні методи контролю засновані на властивості пружних хвиль створювати зв'язки з деякими властивостями матеріалів: щільністю, пружністю, звукопровідністю та ін. Методи дозволяють виявити внутрішні та зовнішні дефекти, виміряти геометричні параметри деталі, визначити фізико-механічні властивості металів та виробів.

Акустичні властивості твердих тіл та повітря різняться, це дозволяє визначити дефекти, якість шліфування, товщину поверхні. Працюючи цими методами досліджуються хвилі, які у самої деталі, по шумах працюючого пристрою можна визначити і визначити характер несправності. Так само вимірюють інтенсивність, що пропускається або відображається в деталі акустичного сигналу, реєструють та аналізують її параметри.

Інтроскопічний метод контролю – перспективний метод контролю, що перебуває у стадії дослідних випробувань. Даний метод ґрунтується на випромінюванні жорсткого випромінювання, що генерується лінійними прискорювачами електронів. Даний спосіб дуже схожий на рентгенографію, відрізняється лише видом випромінювання і отриманим зображенням, так як воно може досліджуватися в різних спектрах видимого діапазону.

Таблиця 3 – Переваги та недоліки видів контролю технічного стану автозчіпного пристрою

Вид контролю	Переваги	Недоліки
візуальний	простота реалізації, швидкість контролю, використання легкого устаткування	Висока складність виявлення внутрішніх та прихованих дефектів

магнітний	наочність, простота реалізації, висока продуктивність контролю. Можливість контролю забрудненої та/або шорсткої поверхні до 3 мм.	низька продуктивність; велика трудомісткість; потрібно попереднє намагнічування деталі для уникнення появи уявних сигналів; даним методом не можна перевірити внутрішню поверхню під клином тягового хомути
електромагнітний	універсальність	поява уявних сигналів, мала глибина контролю, неможливість перевірки поверхні під клином тягового хомути, виникають спотворення одного параметра іншим
акустичний	висока швидкість проведення досліджень, можливість проведення дослідження лише з одного боку деталі, використання на різних матеріалах	Для коректної роботи потрібний непоганий контакт з поверхнею. Є невеликий ризик невиявлення дефектів через їхнє розташування в деталі.
інтроскопічний	Дозволяє детально розглянути зображення досліджуваної деталі, визначити габарити дефектів	Велика вартість встановлення. Так як метод перспективний, даних із цього питання поки що мало.

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

28

В даний час на рухомому складі застосовують автозчіпний пристрій СА-3, а для зчеплення вагонів у поїздах постійного формування використовують безззорні зчіпні пристрої.

На вагони поїздів постійного формування (які не допускають переформування в дорозі) допускається встановлювати як зчіпні, так і автозчіпні пристрої. Автозчіпні пристрої допускаються до встановлення на всі види залізничного рухомого складу.

На вагони, призначені для експлуатації зі швидкостями понад 160 км/год, допускається встановлювати автозчіпні пристрої лише жорсткого типу (що виключає відносні вертикальні переміщення після зчеплення).

На вагонах, призначених для експлуатації зі швидкостями до 160 км/год, автозчіпні пристрої повинні бути жорсткого або напівжорсткого типу з кронштейном (обмежувачем вертикальних переміщень).

Методами оцінки відповідності є: експертиза конструкторської документації та випробування.

Вимоги щодо автозчіпного обладнання у різних країнах затверджено такими документами:

Білорусь	<ul style="list-style-type: none"><li>– ПТЭ Белорусской железной дороги.</li><li>– НБ ЖТ ЦВ-ЦЛ 022-2000 «Нормы безопасности на ж.д.транспорте. Устройства автосцепные подвижного состава железных дорог».</li><li>– ОСТ 32.193-2002 «Устройства сцепные безззорные пассажирских вагонов локомотивной тяги и мотор вагонного подвижного состава ж.д. колеи 1520 мм. Контур зацепления и установочные размеры».</li><li>– ГОСТ 21447-75 «Контур зацепления автосцепки. Размеры».</li><li>– ГОСТ 3475-81 «Устройство автосцепное подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм.</li></ul>
----------	---

	<p>Установочные размеры справочного характера».</p> <p>– ГОСТ Р 54749-2011 «Устройство сцепное и автосцепное железнодорожного подвижного состава. Технические требования и правила приёмки».</p>
Латвія	<p>– ПТЭ ж.д. Латвии п.395-397.</p> <p>– Инструкция по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства ж/д подвижного состава DR-41-2002 справочного характера.</p> <p>– ГОСТ 21447-75 «Контур зацепления автосцепки. Размеры».</p>
Литва	<p>– ADV-001 «Положение о технической эксплуатации ж. д.»</p> <p>– 60/V Автосцепка подвижного состава, ремонт и техническое обслуживание.</p> <p>– ГОСТ 21447-75 «Контур зацепления автосцепки. Размеры»</p>
Польща	<p>– ГОСТ 3475-81 «Устройство автосцепное подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм. Установочные размеры»</p> <p>– ГОСТ 88-55 «Автоматическая сцепка СА-3»</p>
Росія	<p>– ГОСТ 3475-81 «Устройство автосцепное подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм. Установочные размеры».</p> <p>– Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, утв. приказом Минтранса РФ от 21.12.2010 №286, приложение. 5. п.19</p> <p>– ГОСТ 21447-75 «Контур зацепления автосцепки. Размеры»</p> <p>– НБ ЖТ ЦВ-ЦЛ 022-2000 «Нормы безопасности на ж.д.транспорте. Устройства автосцепные подвижного</p>

	<p>состава железных дорог».</p> <p>– ОСТ 32.193-2002 «Устройства сцепные безззорные пассажирских вагонов локомотивной тяги и мотор вагонного подвижного состава ж.д. колеи 1520 мм. Контур зацепления и установочные размеры».</p> <p>– ГОСТ Р 54749-2011 «Устройство сцепное и автосцепное железнодорожного подвижного состава. Технические требования и правила приёмки».</p>
Словаччина	<p>– ГОСТ 3475-81 «Устройство автосцепное подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм. Установочные размеры»</p> <p>– ГОСТ 88-55 «Автоматическая сцепка СА-3»</p>
Україна	<p>– ГОСТ 3475-81 «Устройство автосцепное подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм. Установочные размеры».</p> <p>– ЦРБ-004 «Правила технічної експлуатації залізниць України».</p> <p>– ЦВ-ЦЛ-ЦТ-0014 «Інструкція по ремонту і обслуговуванню автозчепного пристрою рухомого складу залізниць України».</p> <p>– ГОСТ 21447-75 «Контур зацепления автосцепки. Размеры».</p> <p>– ДСТУ 4049-2001 Вагони пасажирські магістральні локомотивної тяги. Вимоги безпеки.</p>

Що стосується вимог до зчіпки для транспортування рухомого складу з різними типами автозчіпного пристрою в країнах Європейського Союзу використовується номративний документ EN 15020:2006+A1 [8].

Цей європейський стандарт визначає вимоги до зчіпного пристрою для поїздів, що відповідають Технічній специфікації сумісності високошвидкісного

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		31

рухомого складу.

Середня лінія муфти розміщена на висоті  $1025_{-5}^{+15}$  мм над верхньою частиною головки рейки, для порожнього вагона в робочому стані та з новими колісними парами.

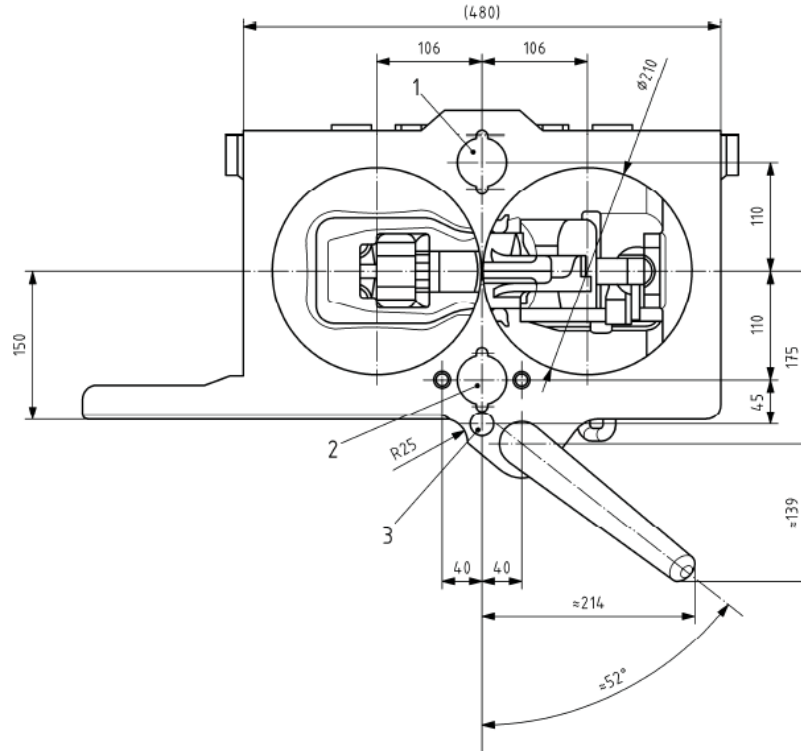


Рисунок 23 – Автоматична зчіпка (вигляд спереду)

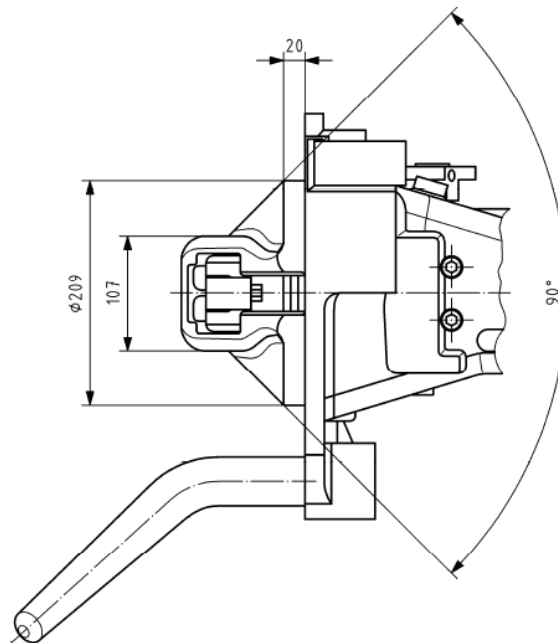


Рисунок 24 – Автоматична зчіпка (вигляд збоку)

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

32

Передача поздовжніх зусиль в автозчіпному пристрої відбувається через поглинаючий апарат.

Поглинаючий апарат – пристрій, який знаходиться у складі зчіпних та автозчіпних пристроїв залізничного рухомого складу, призначений для поглинання енергії та амортизації поздовжніх зусиль, що діють на рухомий склад.

За способом поглинання енергії апарати бувають:

- фрикційні – поглинають енергію за рахунок сухого тертя на робочих поверхнях фрикційного вузла;
- гідравлічні – енергія поглинається рахунок дроселювання рідини через калібрований отвір;
- еластомірні – енергія поглинається рахунок продавлювання еластомірного високов'язкого матеріалу через калібрований отвір чи його стиск;
- поглинаючі апарати з пружних елементів – поглинають енергію рахунок пружної деформації полімерних елементів;
- комбіновані – поглинання енергії відбувається двома чи більше вказаними вище способами.

Класифікацію поглинаючих апаратів за експлуатаційними технічними показниками наведено в (табл. 4).

Таблиця 4 – Класифікація поглинаючих апаратів

Показник	Нормативні значення показників для апаратів класу			
	T0	T1	T2	T3
Конструктивний хід, мм	70-110	90-120	90-120	120
Статична енергоємність, кДж, не менше	20	20	40	60
Номінальна енергоємність,	40	70	100	140

кДж, не менше				
Максимальна енергоємність, кДж, не менше	50	90	130	190

До поглинаючих апаратів автозчіпного пристрою, крім вимог щодо міцності, пред'являють спеціальні вимоги, що визначаються призначенням цих пристроїв. Поздовжня сила між вагонами, що виникає під час рушання з місця, а також при маневрових зіткненнях одиночних вагонів зі швидкістю не менше 7,5 км/год, не повинна перевищувати 200 тс. Силу закриття апарату, на дію якої розраховують його міцність, приймають 250 тс.

Енергоємність поглинаючих апаратів визначають із розрахунку на зіткнення зі швидкістю не менше 7,5 км/год повністю завантажених одиночних вагонів даного типу. При цьому поздовжнє зусилля між вагонами не має перевищувати 200 тс. Максимальне поздовжнє зусилля при їх зіткненні зі швидкістю до 7,5 км/год – не більше 150 тс.

При встановленні поглинаючого апарату допускається його поєднання з деталями зчіпних та автозчіпних пристроїв. Габарити поглинаючого апарату не повинні заважати його встановленню на рухомий склад, обладнаний автозчіпним обладнанням згідно з ГОСТ 3475. Також при монтуванні на автозчіпний пристрій його конструкція повинна дозволяти підтискання поглинаючого апарату для встановлення на вагон.

### Висновки до розділу 1

- проаналізовано конструкцію буферних пристроїв та міжвагонних переходів, які використовуються на поїздах постійного формування для міжнародних перевезень;
- розглянуто особливості використання різних типів зчіпних пристроїв;
- показано основні технічні рішення по установці міжвагонних гасників коливань, які використовуються для забезпечення необхідних динамічних якостей рухомого складу.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		34

## РОЗДІЛ II. СИСТЕМА ЗЧЕПЛЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ УКРАЇНИ

### 2.1 Загальні відомості

Український електропоїзд HRCS2 Hyundai Rotem має два типи зчіпних пристроїв: автозчіпку (рис. 25) та жорстку міжвагонну зчіпку (рис. 26). Автозчіпка встановлюється в передній частині МГ-вагона для можливості скомплектування декількох складів, а також для аварійних випадків з використанням аварійного адаптера (при необхідності). Жорсткий міжвагонний зчіпний пристрій встановлюється на задній частині МГ-вагона та з обох боків М та П-вагонів для міжвагонного з'єднання (рис. 27).

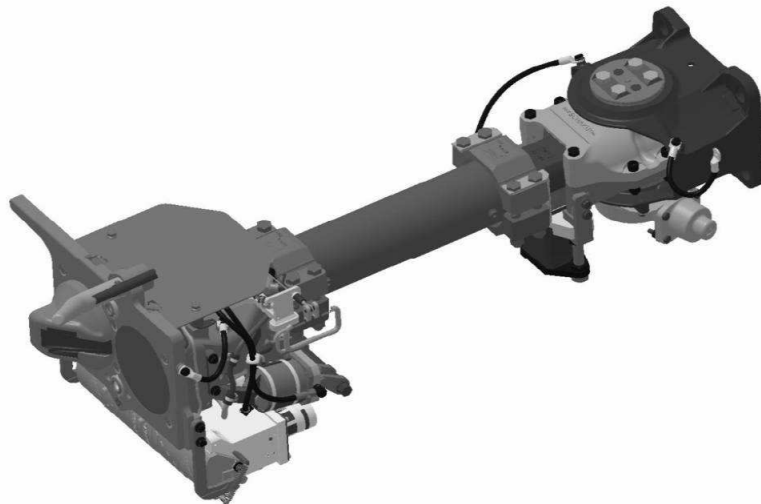


Рисунок 25 – Загальний вигляд автозчіпки

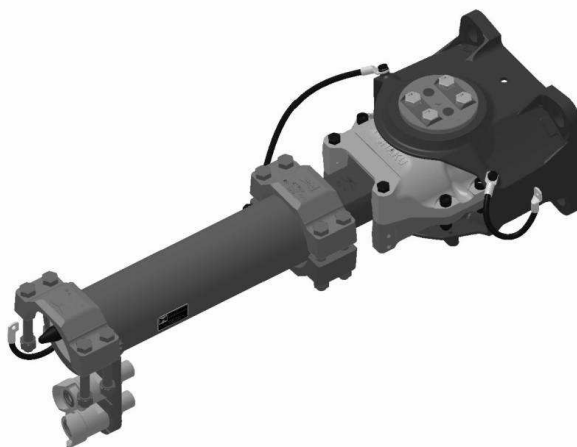
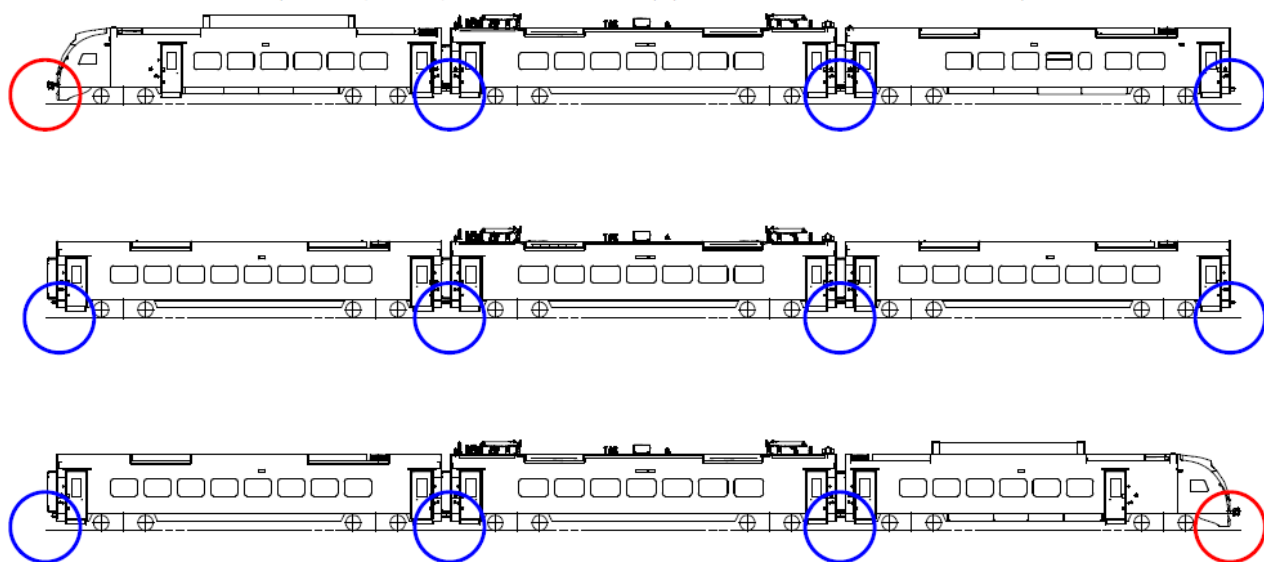


Рисунок 26 – Загальний вигляд жорсткої міжвагонної зчіпки

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		35

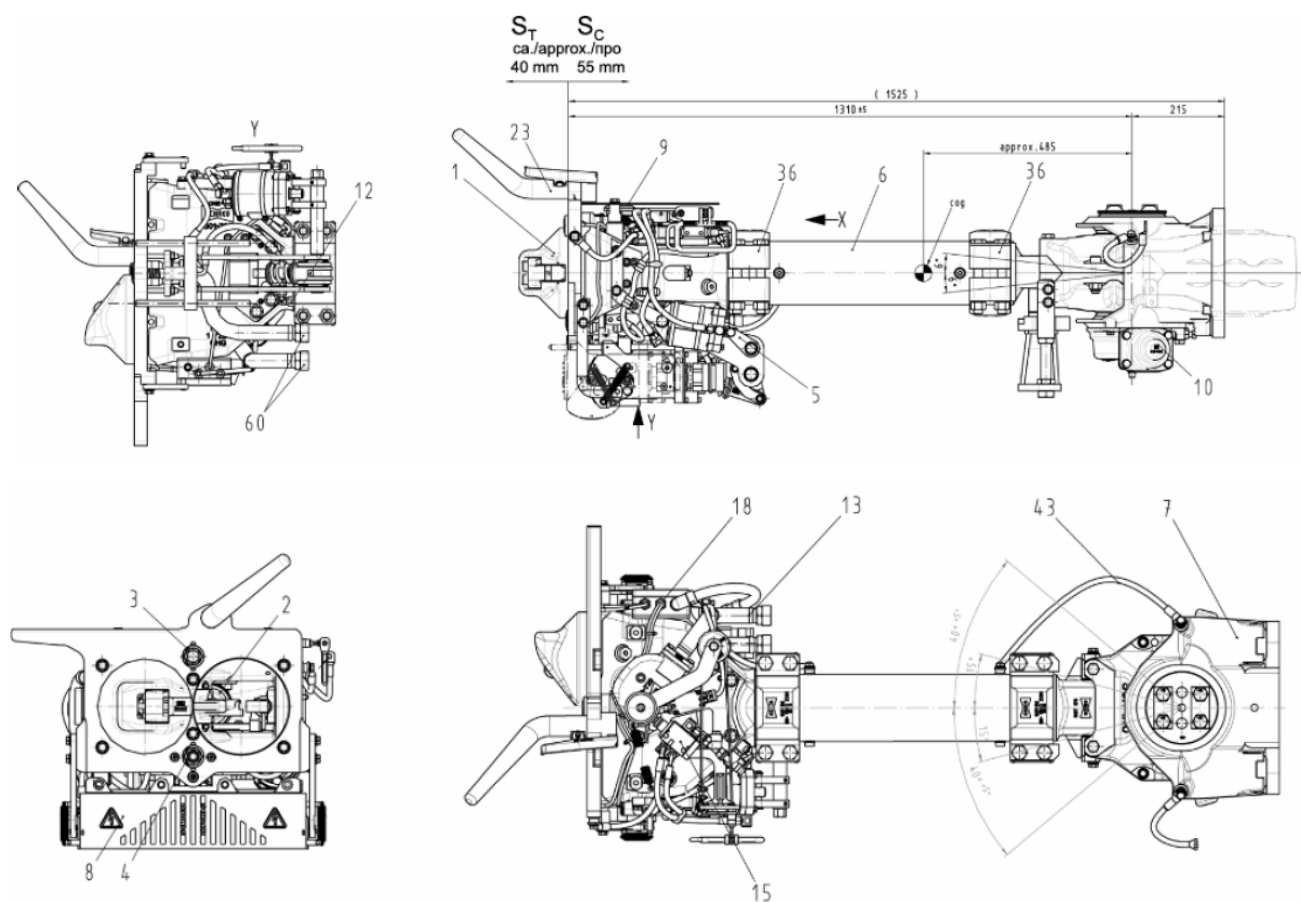


○ Автозчіпка

○ Жорстка міжвагонна зчіпка

Рисунок 27 – Схема формування електропоїзда HRCS2 Hyundai Rotem

Загальна будова автозчіпки наведена на (рис. 28):



Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата
----	-------	---------	--------	------

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

36

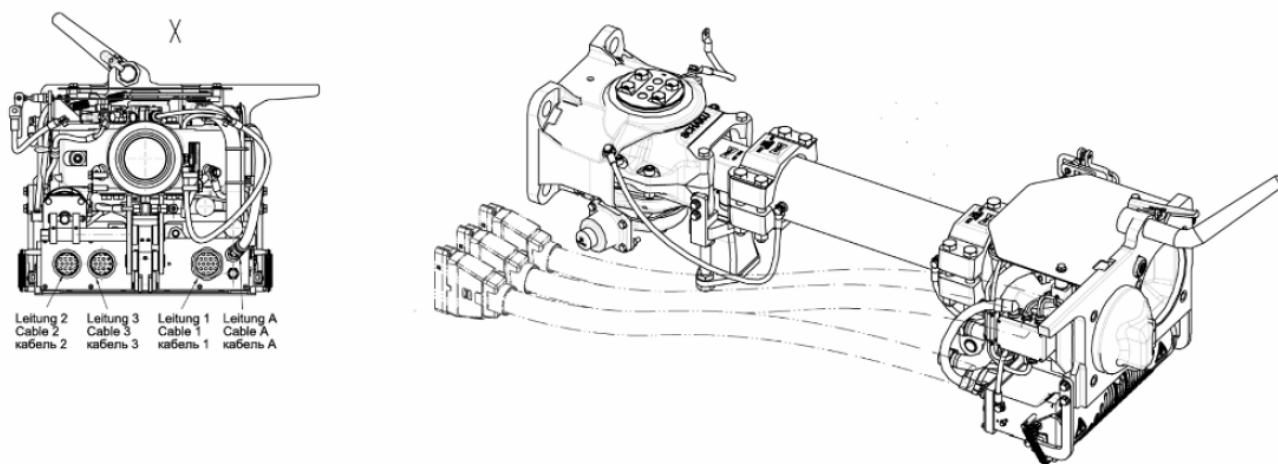


Рисунок 28 – Будова автозчіпки швидкісного електропоїзда

HRCS2 Hyundai Rotem: 1 – головка муфти; 2 – від’єднання циліндра;  
 3,4 – підключення повітряної труби; 5 – електрична головка управління;  
 6 – хвостовик муфти; 7 – ящик з гумових накладок; 8 – електрична головка;  
 9 – чохол; 10 – центруючий пристрій; 13 – повітропровідна арматура;  
 15 – пневматична установка; 18 – електричний блок; 43 – система заземлення

Будову жорсткої міжвагонної зчіпки наведено на (рис. 29).

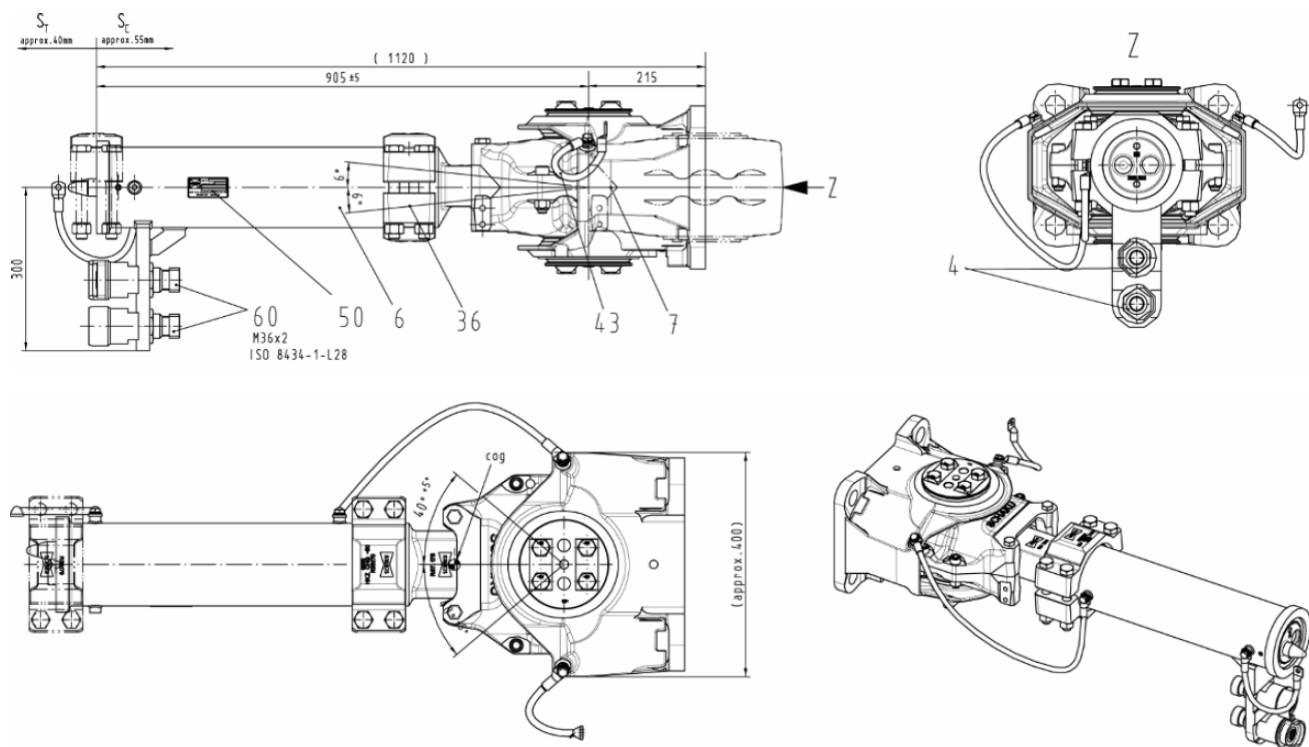


Рисунок 29 – Загальна будова жорсткої міжвагонної зчіпки

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

37

## 2.2 Основні функції обладнання

Головка зчіпки (рис. 30) механічно з'єднує два склади за допомогою замикання зчіпок. Зовнішній і внутрішній конус профілю є центруючими поверхнями. У зчепленому стані пружини утримують замки зчіпки на замках підвісної пластини і тим самим зберігаються замкнуте положення. Характеристики типу головки зчіпки визначають знімною передньою панеллю. Її можна від'єднати, тим самим це робить замок зчіпки зручним для обслуговування.

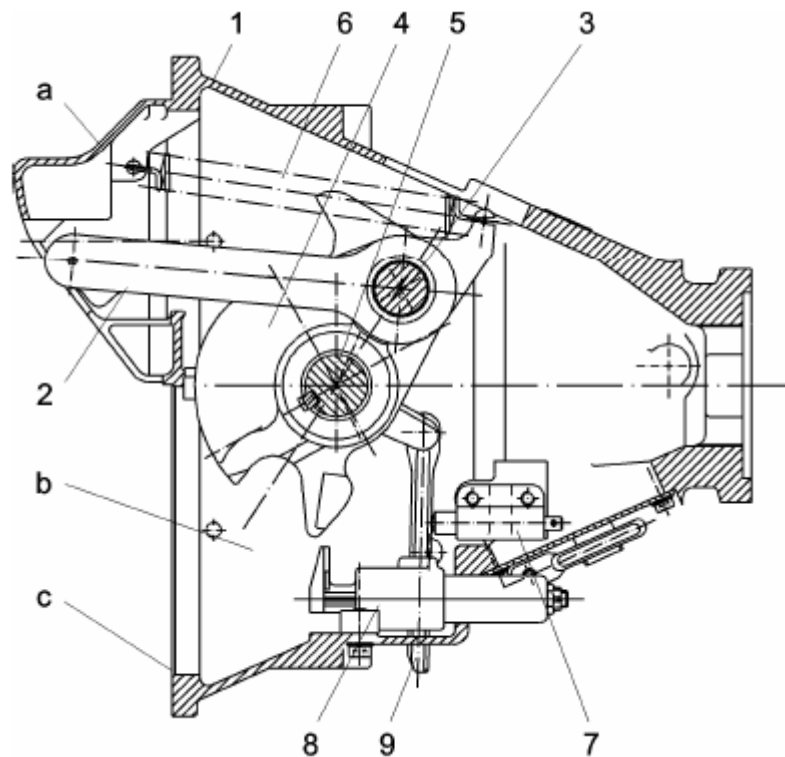


Рисунок 30 – Головка зчіпки

*a* – зовнішній конус; *б* – внутрішній конус; 1 – зовнішня сторона; 2 – зчіпний стержень; 3 – штир зчіпного стержня; 4 – підвісна пластина; 5 – центральний шворень; 6 – пружина; 7 – ресорна опора; 8 – направляюча стержня

### ***Принцип роботи***

Автоматичне зчеплення можливе за таких умов:

- захватний пристрій тримає замок зчіпки в позиції готовності до зчеплення;

										Арк.
										38
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата	0032.206516.MP.2021.001					

- зчіпки з'єднуються на мінімальній швидкості (0,6 км/год).

При зчепленні, головки зчіпки з'єднуються одна з одною.

Існують три можливі позиції замка зчіпки:

- 1) позиція готовності до зчеплення;
- 2) зчеплений;
- 3) розчеплений.

### *Діапазон збирання*

Діапазон, в рамках якого можливе зчеплення, називається діапазоном збирання (рис. 31). Автоматичне зчеплення можливо до тих пір, поки центр противаги знаходиться в межах заштрихованої області. Діапазон збирання визначається теоретично і застосовується для ідеалізованих умов, а саме: зчеплення на прямій лінії з правильно приєднаними зчіпками на мінімальній швидкості зчеплення та із змащеною ковзаючою поверхнею. Якщо умови змінюються, результати теж можуть змінитися. Діапазон збирання на вертикальні, горизонтальні та кутові зміщення залежить від профілю.

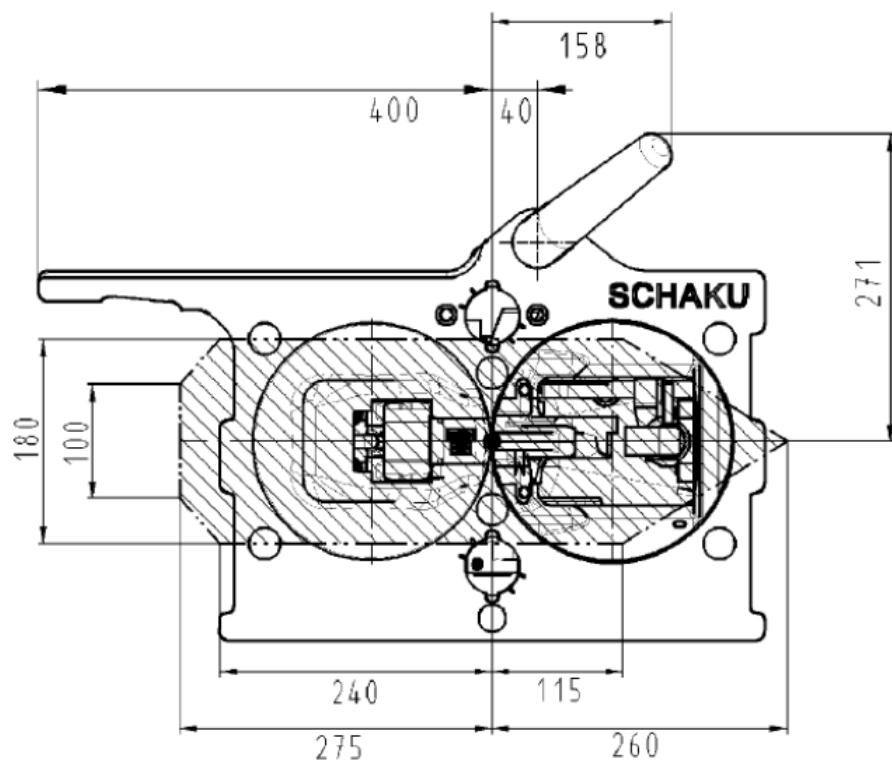


Рисунок 31 – Графік діапазону збирання головки зчіпки типу 10

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

39

*Позиція готовності до зчеплення* наведена на (рис. 32).

Зчіпний стержень розташовується близько до краю зовнішнього конуса.

Храповий механізм замикає підвішену пластину.

Храповий механізм виступає збоку із корпусу головки зчіпки і взаємодіє з напрямним стрижнем.

Натяжні пружини навантажені.

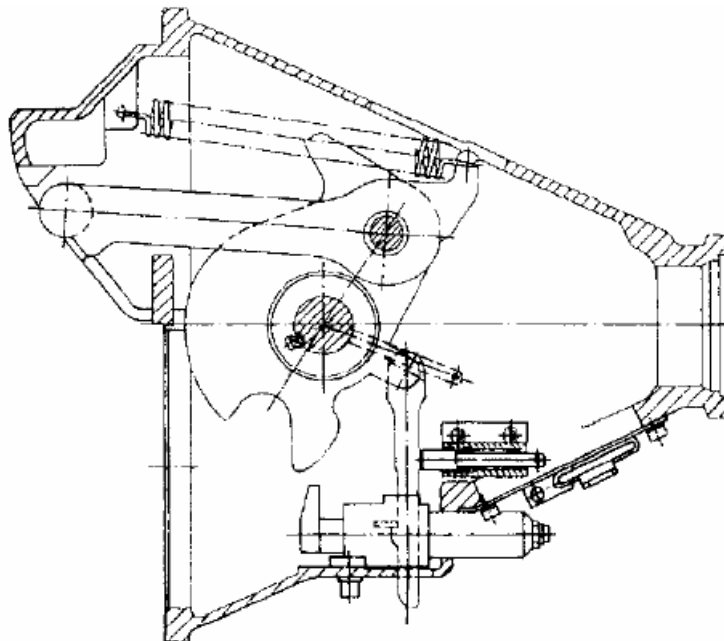


Рисунок 32 – Позиція готовності до зчеплення - спрощене креслення

При зчепленні, зовнішні конуси зчіпок ховаються у внутрішні конуси протилежної зчіпки. Так вони виштовхують назад направляючий стрижень. Стрижні розблоковують храповий механізм. Таким чином, замки зчіпки звільнені і обертаються за рахунок пружин, поки підвішені пластини не зіткнуться з корпусом головки зчіпки. Зчеплення завершено, обидва замки зчіпки замкнуті. Замки зчіпки зазнають тільки розтягуючих навантажень, рівномірно розподіленим по обидва боки зчіпного стрижня усередині паралелограма. Сили збалансовані. Випадкове відмикання замків зчіпки неможливо. Нормальний знос не впливає на безпеку замка зчіпки (рис. 33).

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		40

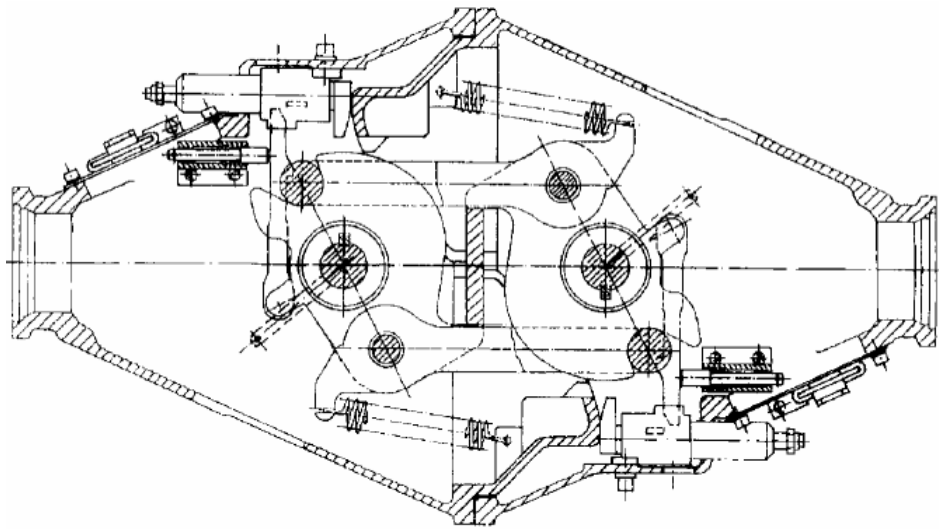


Рисунок 33 – Вигляд автозчіпного пристрою у зчепленому стані

Щоб розчепити головки зчіпок, розчіпний пристрій повертає обидва замки зчіпки проти сили натягу пружин до тих пір, поки зчіпні стрижні не звільняться від підвісної пластини. Храповий механізм взаємодіє з напрямним стрижнем і стримує замки зчіпки в цій позиції. Розчеплення завершено. Коли вагони розходяться, підпружинений стрижень і захоплюючий пристрій рухаються вперед і відпускають храповий механізм. Підвішені пластини обертаються за рахунок натяжних пружин, штовхають зчіпні стрижні до краю зовнішніх конусів і виштовхують храповий механізм на корпус головки зчіпки до тих пір, поки вони не увійдуть в контакт з захоплюючим пристроєм. Пружини навантажені. Замок зчіпки знову готовий до зчеплення.

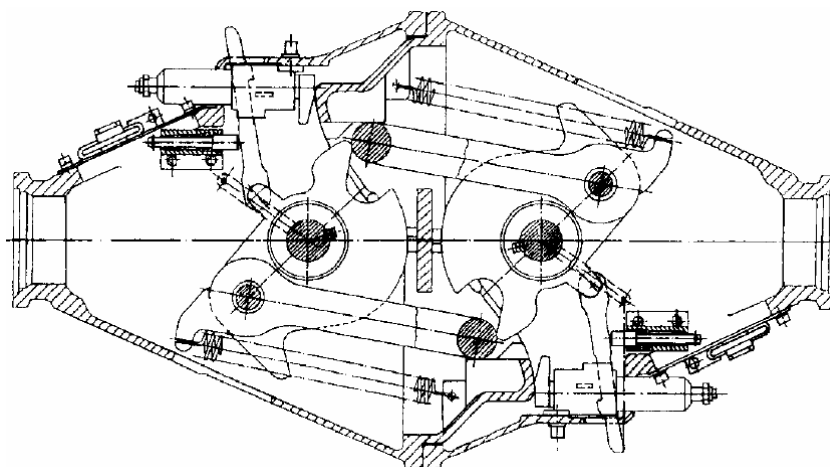


Рисунок 34 – Процес розчеплення автозчіпного пристрою

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

41

**Розчїпний пристрій** наведено на (рис. 35).

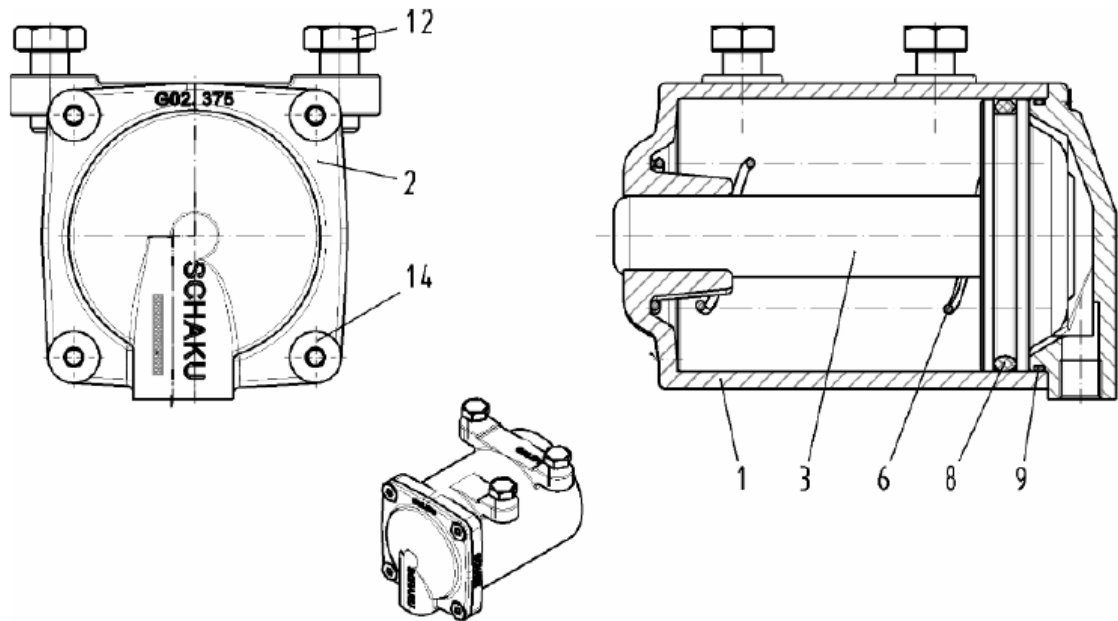


Рисунок 35 – Будова розчїпного пристрою: 1 – обшивка цилїндра; 2 – головка цилїндра; 3 – поршень; 6 – пружина стиснення; 8,9 – ущїльнююче кїльце; 12 – винт із шестигранною головою

Розчїпний пристрій складається з пневматичного цилїндра розчїпки та пристрою для ручного управлїння. Цилїндр розчїпки розташований в корпусї головки зчїпки. Шток поршня цилїндра зчеплення розташовується на пїдвїшенїй пластинї. Пристрїй ручного розчеплення є частиною головки зчїпки. Важїль розчеплення жорстко крїпиться до центрального шворня. Розчїплюючий пристрій обертає замок зчїпки із зчепленої позицїї в розчеплюючу позицїю.

#### Принцип роботи

Замки зчїпки можуть бути розчепленї автоматично або вручну.

1) Автоматичне розчеплення може здїйснюватися з обох складїв, оскїльки машинїст керує кнопкою в кабїнї. Шток поршня цилїндра розчеплення подовжується і повертає замок зчїпки.

2) Ручне розчеплення має бути застосоване лише в разї крайньої необхідностї.

						0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Пїдпис	Дата			42

З'єднання повітропроводу ГМ розташоване в центрі верхньої частини лицьового боку зчіпки. Воно складається з наконечника і клапана. Трубопровідна арматура знаходиться на задній стороні. Наконечник виступає з лицьового боку зчіпки. Наконечник складається з втулки і прокладки. Втулка підпружинена і щільно захищена від випадання. Клапан розташований за передньою пластиною. Він кріпиться на корпусі головки зчіпки та складається з корпусу клапана і штовхача клапана зі штирем кулачкового диска (рис. 36).

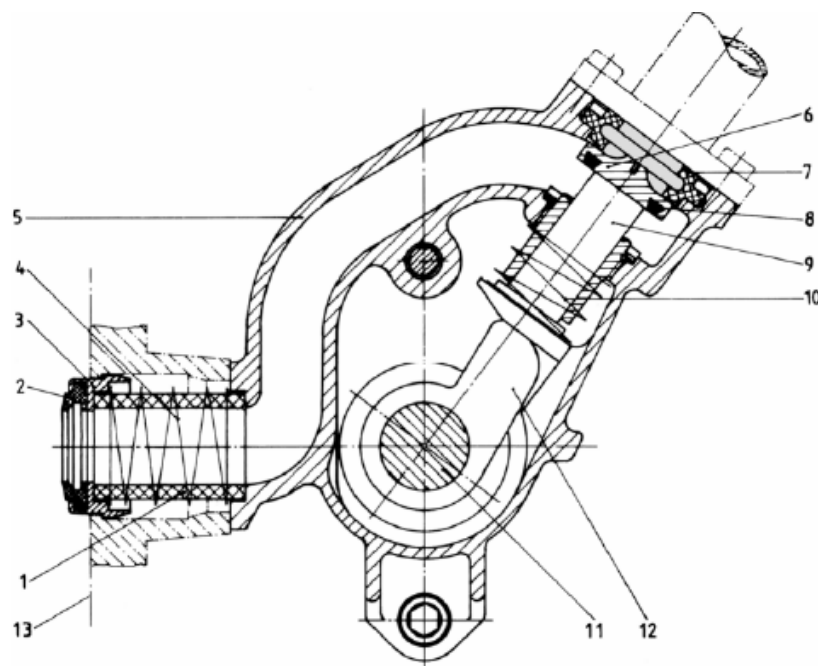


Рисунок 36 – Схема з'єднання повітропроводу для гальмівної магістралі  
 1 – резинова трубка; 2 – прокладка; 3 – втулка; 4 – пружина стиснення;  
 5 – корпус клапану; 6 – платисна клапана; 7 – прокладка; 8 – резинове кільце;  
 9 – штирь кулачкового диску; 10 – пружина стиснення; 11 – центральний шворень; 12 – кулачкова шайба; лицева сторона зчіпки

Позиція клапана залежить від позиції замка зчіпки. У позиції готовності до зчеплення клапан закритий. При зчепленні, обидва наконечника щільно прилягають один до одного. У той же час центральний шворень стає в позицію «зчеплення завершено» і відкриває клапан. У разі від'єднання зчіпки, позиція замка зчіпки не змінюється – клапан залишається відкритим і гальмівний тиск

виходить в атмосферу. Падіння тиску призводить до автоматичного застосування гальм.

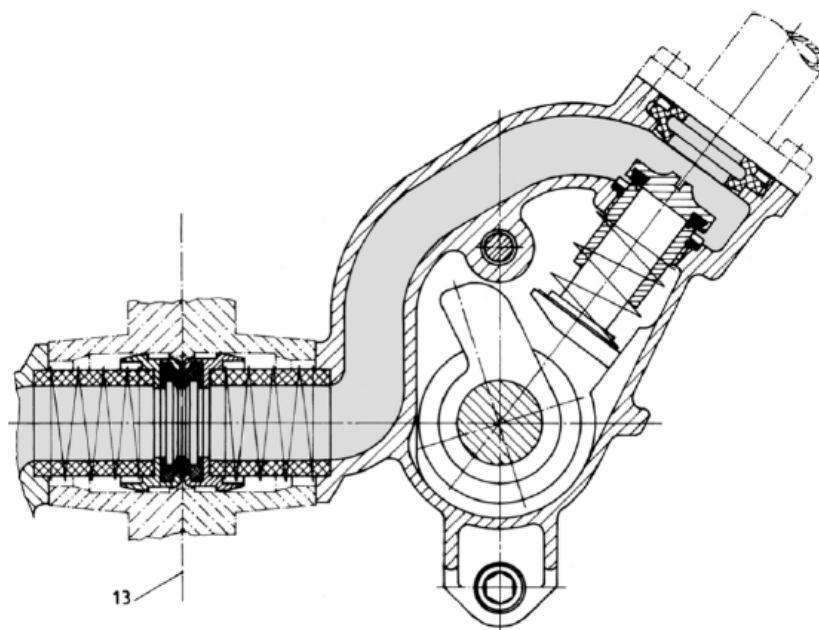


Рисунок 37 – З'єднання повітропровода ГМ (позиція «зчеплення завершено»)

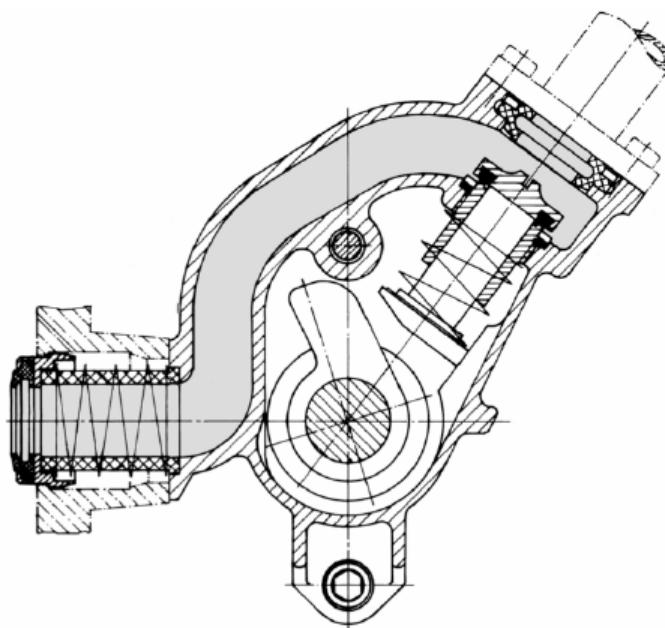


Рисунок 38 – З'єднання повітропровода ГМ (позиція «розчеплення»)

Схему підключення повітропроводу для головного резервуара наведено на (рис. 39).



допомогою направляючого розподільника так, що з'єднання електричної головки завжди відбувається після механічного зчеплення і, навпаки, щоб уникнути пошкодження електричних контактів.

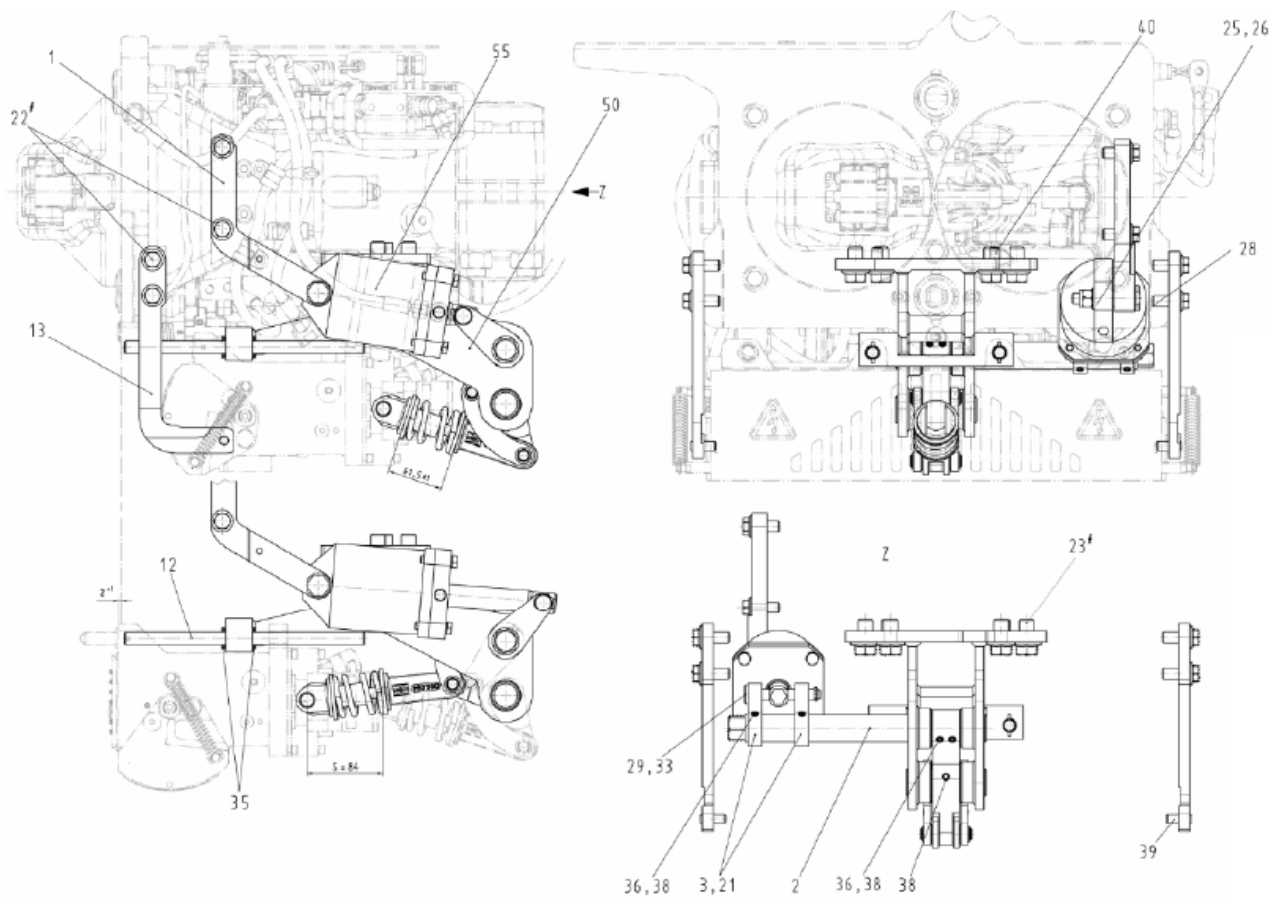


Рисунок 40 – Електропривід управління головою:

1 – утримувач циліндра; 2 – вал; 3, 5, 6, 7 – важіль; 9 – вал; 10 – регулюючий винт; 11 – з'єднуюча ланка; 12 – направляюча штанга; 13 – важіль; 14 – втулка; 15, 28, 29 – штирь; 17 – роздвоєна частина; 19 – пружина стиснення; 20, 21 – підшипник тертя; 22, 23 – запираючий винт; 25 – шестигранна гайка; 26, 30, 32 – шайба; 31 – скріплююче кільце; 33 – шплінт; 35, 36, 38, 40 – пружинний фіксатор; 50 – опора з втулкою

### ***Ручне роз'єднання електричної головки***

Незалежне ручне роз'єднання електричної головки можливо без роз'єднання механічних і пневматичних з'єднань. Кульковий кран,

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата
----	-------	---------	--------	------

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

46

розташований на стороні внутрішнього конуса головки зчіпки, повинен бути закритий, таким чином, можливо ручне роз'єднання електричної головки.

**Хвостовик автозчіпки** наведено на (рис. 41). Хвостовик автозчіпки з'єднює головку зчіпки і резинову прокладку тягового стержня. Хвостовик автозчіпки має функцію захисту від обертових рухів і формує силову лінію зв'язку всередині складу. В поїзді передаються тягові та ударні навантаження по силовій лінії з'єднання.

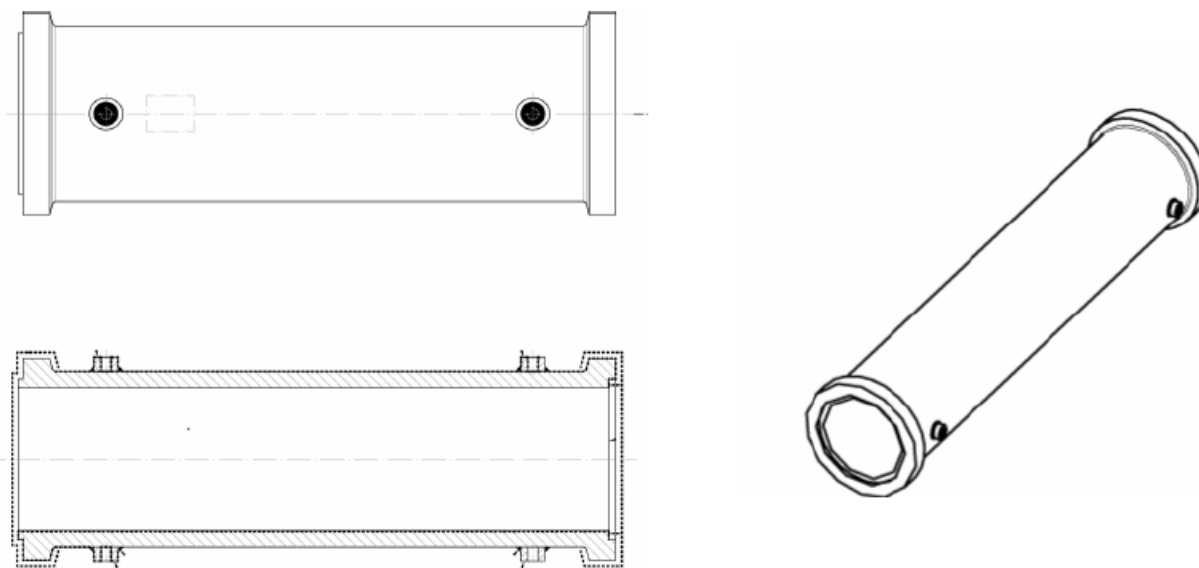


Рисунок 41 – Загальний вигляд хвостовика автозчіпки

### ***Зчіпний прилад гумової прокладки***

Зчіпний прилад гумової прокладки з'єднує хвостовик зчіпки і підкузовну раму. Зчіпний прилад гумової прокладки є частиною зчіпного приладу (рис. 42). У випадку сильних ударів, кріпильні гвинти відсікаються і зчіпка управляється через підшипники підкузовною рамою. Висоту зчіпки можна регулювати за допомогою кріпильних гвинтів несучої ресори. Статична діаграма показує характеристики амортизації зчіпного приладу гумової прокладки для поздовжнього зміщення в напрямку тягової опори і буфера (рис. 43). Хід зчіпного приладу гумової прокладки обмежений обмежувачем ходу.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		47



Рисунок 42 – Загальний вигляд зчіпного приладу гумової прокладки

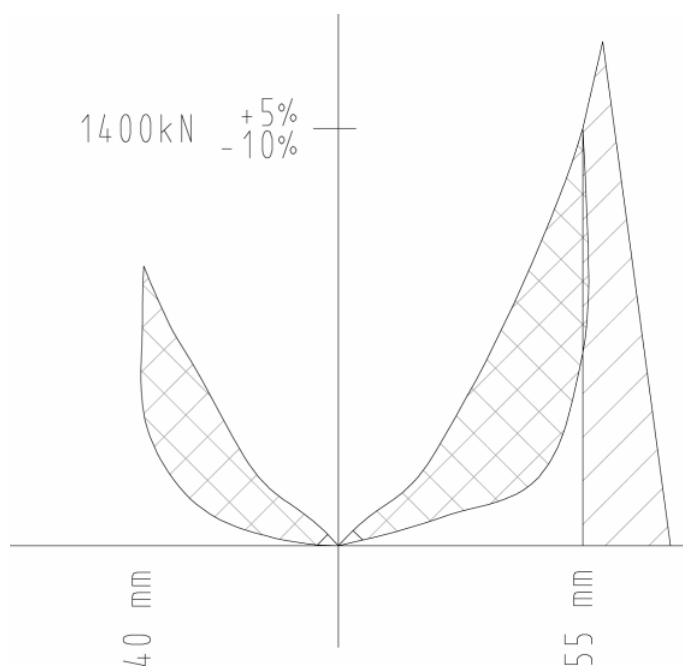


Рисунок 43 – Крива сила-зміщення зчіпного приладу гумової прокладки

### 2.3 Експлуатація автозчіпного пристрою

#### Підготовка до автоматичного зчеплення

#### Перевірка положення «готовий до зчеплення»

1) Встановити зчіпку в ремонтну позицію:

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

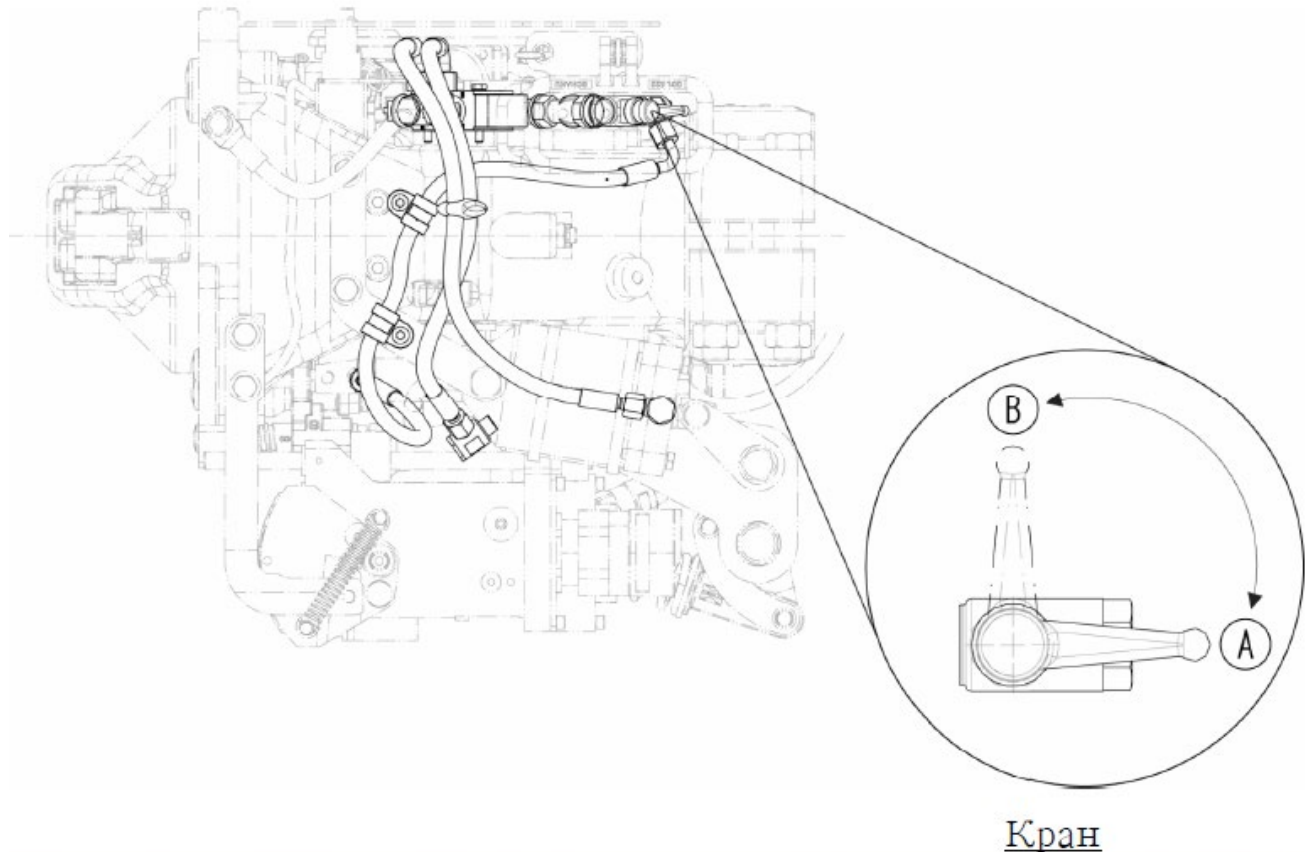
48

- Вимкнути живлення для зчіпки.
- Вимкнути подачу стисненого повітря і випустити повітря в трубах зчіпки.
- Закрити кран для електричної головки і випустити повітря із труб.

2) Видалити сторонні предмети з внутрішніх і зовнішніх конусів головок обох зчіпок (очистити лицьову сторону зчіпки)

3) Відмінити ремонтну позицію

4) Відкрити кран в обох зчіпках (привід електричної головки включиться)



5) Вимкнути живлення електричної головки.

6) Перевірити замок зчіпки для позиції «готовий до зчеплення».

Для перевірки позиції «готовий до зчеплення», перевірити (рис. 44):

- Чи виступає храповий механізм з боку (сторона внутрішнього конуса) корпусу головки зчіпки.
- Чи виключений індикатор «механічної зчіпки».

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

49

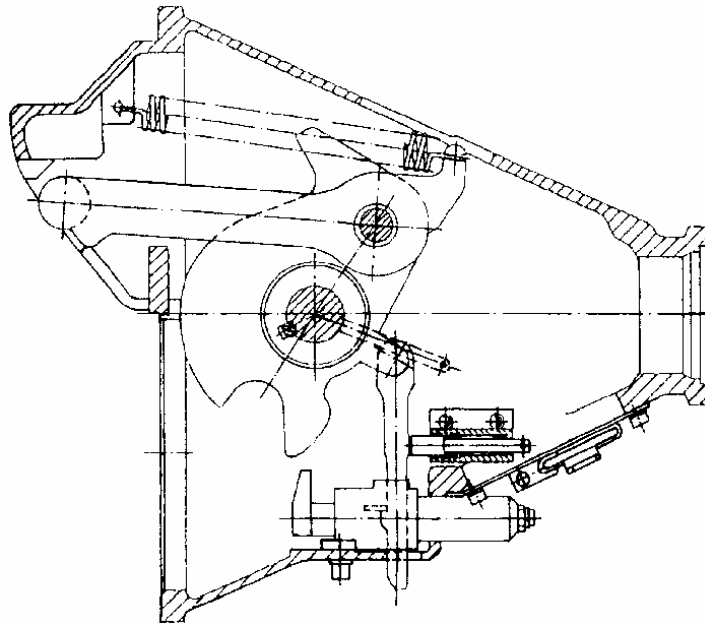


Рисунок 44 – Позиція «Готовий до зчеплення»

7) Перевірити положення «готовності до зчеплення» електричної головки.  
Електрична головка готова для зчеплення, коли всі наступні умови відповідають для двох зчіпок:

- Електрична головка знаходиться у відповідному положенні.
- Кришка електричної головки закрита.
- Виключений індикатор «електрично зчеплений»

#### **Автоматичне зчеплення**

- 1) зупинити склади поїздів для зчеплення на відстані близько одного метра один від одного.
- 2) Повільно наблизити склади один до одного (не менше 0,6 км/год.).
- 3) Зчіпки з'єднуються автоматично (без ручної допомоги). Поїзди також зчіпляються електрично і пневматично.
- 4) Увімкнути електричні головки

#### ***Перевірка зчепленої позиції***

- перевірити замок зчіпки для зчепленої позиції.

Для перевірки зчепленого положення, необхідно перевірити:

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

50

- Чи щільно з'єдналися лицьові сторони зчіпок.
- Чи знаходиться храповик всередині головки зчіпки
- Чи включений індикатор «механічно зчеплений»
- перевірити зчеплене положення електричної головки.

Електрична головка знаходиться в зчепленій позиції, коли всі наступні умови виконані для обох зчіпок:

- Кришки повністю відкриті.
- Корпуси електричних головок притиснуті один до одного.
- Включений індикатор «електрично зчеплений»
- перевірити, чи герметичні з'єднання трубопроводу

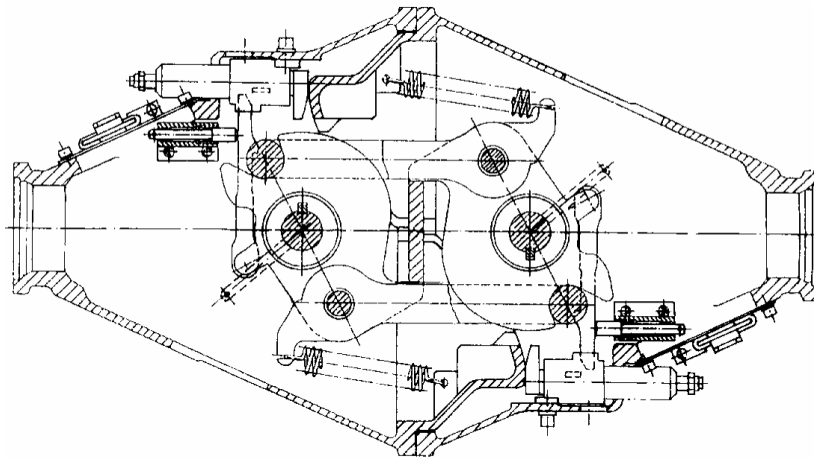


Рисунок 45 – Зчеплена позиція

### ***Зчеплення без з'єднання електричних головок***

Якщо електричні кола не повинні бути з'єднані по експлуатаційним причинам (наприклад, для транспортування), привід електричних головок повинен бути вимкнений. Таким чином, зчіпки з'єднуються тільки механічно і, у разі необхідності, пневматично.

Перевірка позиції «готовий до зчеплення»

- 1) Перевірити лицьові сторони зчіпок на забруднення.
- 2) Закрити кран на обох зчіпка (привід електричної головки відключений).
- 3) Вимкнути живлення електричної головки.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		51

4) Перевірити замок зчіпки для позиції «готовий до зчеплення».

### **Зчеплення**

1) Зупинити склади поїздів для зчеплення на відстані близько одного метра один від одного.

2) Повільно наблизити їх один до одного (не менше 0,6 км/год.).

3) Зчіпки з'єднуються без ручної допомоги. Поїзди також зчіпляються пневматично.

4) Електрично головки залишаються в неробочому стані з закритими кришками.

#### **Перевірка зчепленої позиції**

1) Лицьові сторони зчіпок щільно притиснуті один до одного.

2) Храповик знаходиться всередині головки зчіпки.

3) Перевірити, чи герметичні з'єднання трубопроводу.

4) Кран повинен бути закритий.

### **Зчеплення на кривих ділянках малого радіусу**

Зчіпки оснащені механічним центруючим пристроєм, який постійно тримає незчеплені зчіпки в центральній позиції.

Якщо діапазон збирання (різниця між зчіпками) зчіпок не є достатнім для забезпечення автоматичного складання (зчеплення) і зчеплення на кривих малого радіуса, перехідних кривих і S-подібних кривих, центруючий пристрій може повертатися за межі повторного центруючого кута.

1. Зупинити вагон на відстані 1-го метра перед вагоном, який буде зчіплюватися.

2. Посунути зчіпку в сторону за межі кута повторного центрування, поки вона сама не буде хитатися.

3. Повільно наблизити вагон до вагону, що стоїть (мінімум 0,6 км/год.).

4. Перевірити, чи знаходяться замки зчіпки в зчепленому положенні.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		52

Як тільки механічні та пневматичні зчеплення завершені, електричні головки переміщуються вперед і захисні кришки відкриваються.

### **Автоматичне розчеплення**

Натиснути на кнопку для розчеплення в поїзді згідно з інструкцією виробника поїзда. Зчіпка перебуватиме в розчепленому положенні (рис. 46).

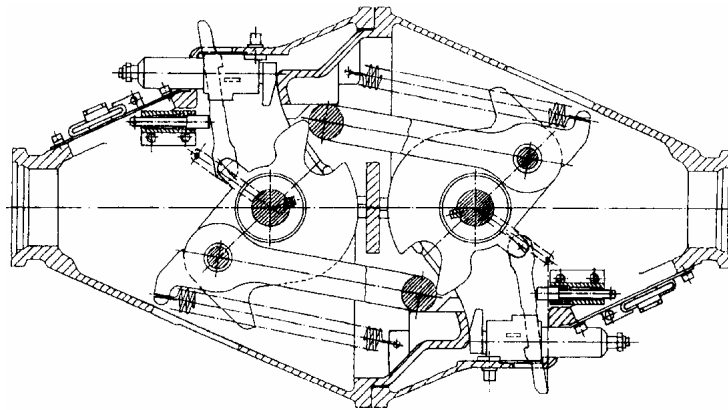


Рисунок 46 – Розчеплене положення

### ***Перевірка розчепленої позиції***

- Індикатор «механічно зчеплений» вимкнений
- Індикатор «електрично зчеплений» вимкнений
- Кришка електричної головки закрита

### ***Роз'єднання поїздів***

Коли поїзда від'єднуються один від одного:

- замки зчіпок повертаються в позицію «готовий до зчеплення»
- розчеплена зчіпка знаходиться в центрі поздовжньої осі поїзда
- повітряні трубопровідні з'єднання закриті
- увімкнути живлення електричної головки.

### **Ручне розчеплення**

#### ***Підготовка***

- Вимкнути живлення зчіпок згідно інструкції по експлуатації, що

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		53

унеможежить повторне підключення блоку живлення.

- Закрити кран на обох зчіпках (привід електричної головки відключений)
- Вимкнути живлення електричної головки.

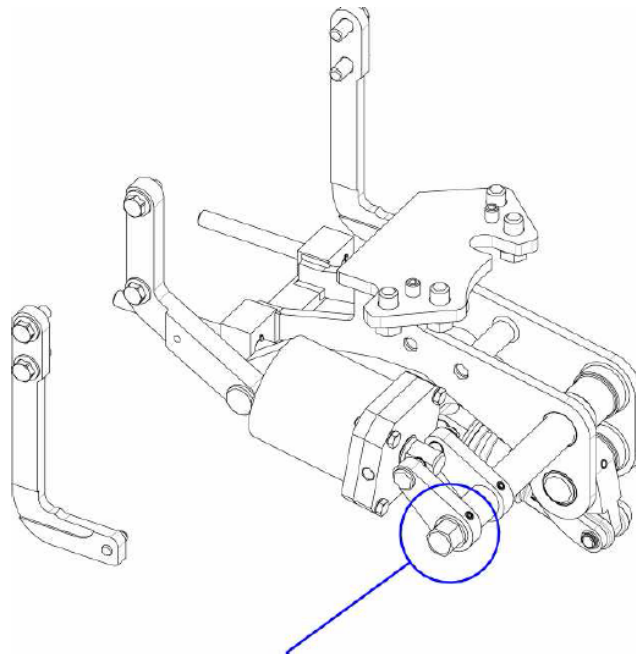
### ***Ручне розчеплення електричних головок***

Необхідно помістити ключ для круглих гайок на шестигранну головку приводу (рис. 47).

Повернути ключ для круглих гайок, внаслідок чого:

- електрична головка повинна досягти задній обмежувач;
- кришка закривається автоматично.

Необхідно виконати все те саме для електричної головки протилежної зчіпки.



Шестигранна головка на приводі

Рисунок 47 – Положення приводу для ручного розчеплення електричних головок

### ***Ручне розчеплення зчіпок***

- 1) потягнути розчіплюючий трос, поки замки зчіпки не роз'єднаються (клацаючий звук) (рис. 48);
- 2) поставити у правильне положення ручку розчіплюючого тросу (рис. 49).

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		54

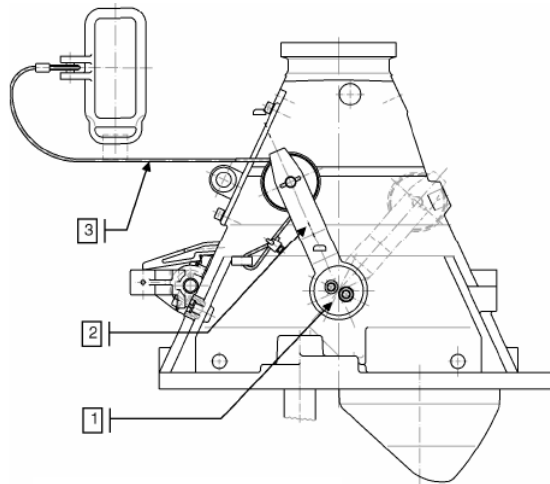


Рисунок 48 – Схема ручного розчеплювання зчіпок: 1 – ексцентрик; 2 – розчіпний важіль в позиції «розчеплено»; 3 – розчіплюючий трос з ручкою

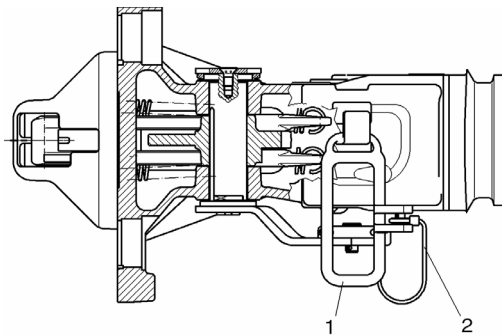


Рисунок 49 – Положення ручки розчіпного тросу:  
1 – ручка; 2 – розчіпний трос

### Висновки до розділу 2

- розглянуто два типи автозчіпних пристроїв, що використовуються на електропоїздах HRCS2 Hyundai Rotem, їх будову та роботу;
- наведено теоретично визначений діапазон збирання головки зчіпки типу 10 для ідеалізованих умов;
- наведено умови експлуатації автозчіпного пристрою в умовах автоматичної роботи та ручного розчеплення.

## РОЗДІЛ ІІІ. ВИКОРИСТАННЯ МОДУЛЬНИХ ПЕРЕХІДНИХ ЗЧІПОК

### 3.1 Особливості будови

Адаптери або перехідні зчіпки використовуються, коли потрібно з'єднати між собою зчіпки різних типів або зчіпки з різною висотою. При нормальній експлуатації необхідність в цьому виникає рідко, проте перехідні зчіпки часто потрібні при маневрових роботах та під час транспортування.

Для звичайних перехідних счіпок часто було необхідно спеціальне виконання, так як вони повинні точно відповідати головці зчіпки, з якою виконується з'єднання, а також враховувати різницю висот зчіпок. В модульній перехідній зчіпці різні компоненти розділені на дві окремі головки і адаптер, який утворює перехід. Головки з'єднуються одна з одною безпосередньо, незалежно від різниці висот. Це дозволяє легко з'єднувати головки зчіпок різної висоти в одну перехідну зчіпку. Ще одна перевага: окремі компоненти встановлюються послідовно, завдяки чому на кожен з них припадає лише невелика частина загальної ваги.

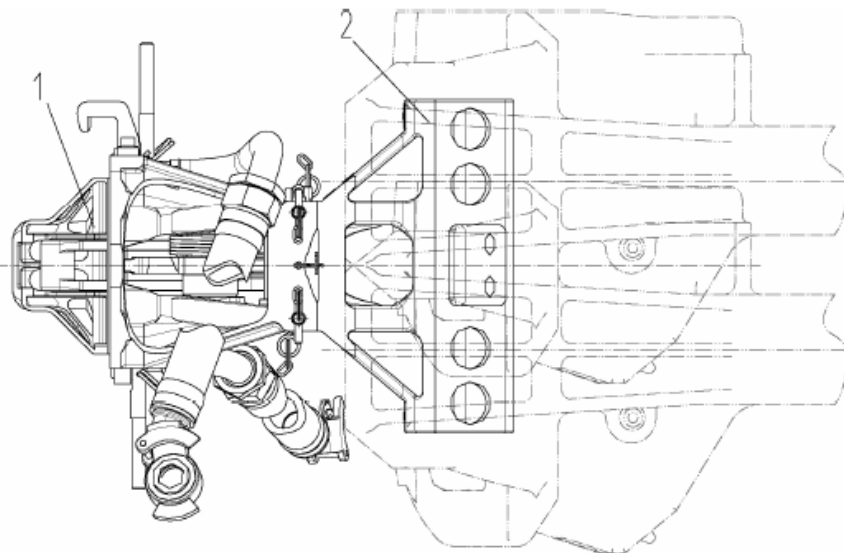


Рисунок 50 – Конструктивне виконання адаптера:

1 – модуль типу Scharfenberg; 2 – модуль СА-3

***Модуль типу Scharfenberg***

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		56

Дана сторона є стороною для установки адаптера зчіпки. Головка зчіпки механічно з'єднує адаптер зчіпки із зчіпкою складу за допомогою замикання зчіпки (рис. 51). Зовнішній і внутрішній конуси профілю є легкими і центруючими поверхнями. Гаки на лицьовій частині зчіпки дозволяють встановити адаптер зчіпки на автосцепку типу Scharfenberg. Замки зчіпки передають тягові навантаження, зчіпка сприймає ударні навантаження. Пружина кручення утримує замок зчіпки на защолці підвішеної пластини і, таким чином, забезпечує позицію «готову до зчеплення/зчеплено». Як тільки адаптер зчіпки приєднується, повітропровід в головці зчіпки формує надійне з'єднання з повітропроводами.

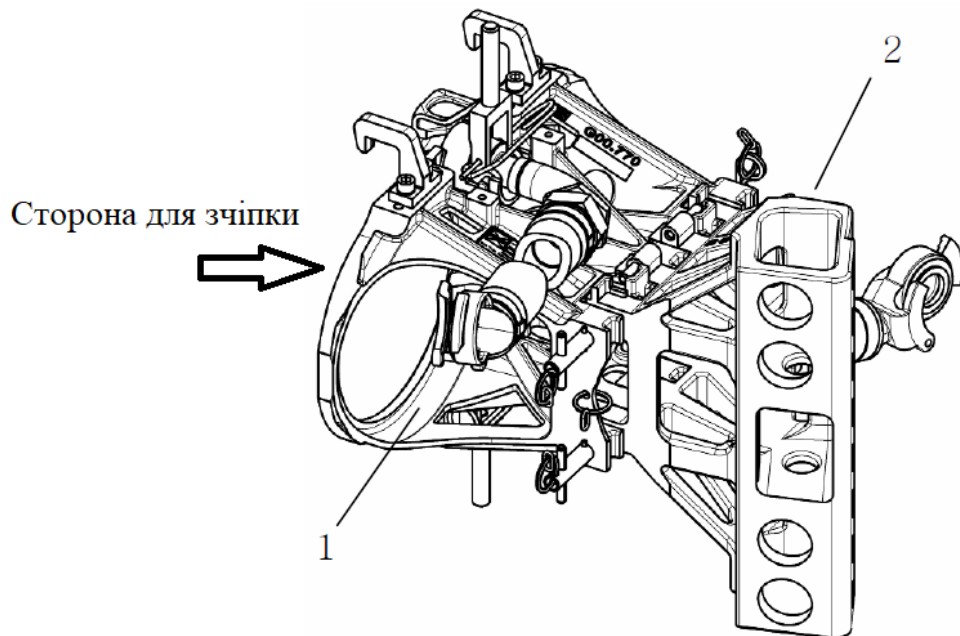


Рисунок 51 – Модуль типу Scharfenberg

Модуль типу СА-3 – це друга головка зчіпки, сторона зчеплення адаптера зчіпки. Він дає можливість зчеплення з адаптером зчеплення типу СА-3 (рис. 52).

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		57

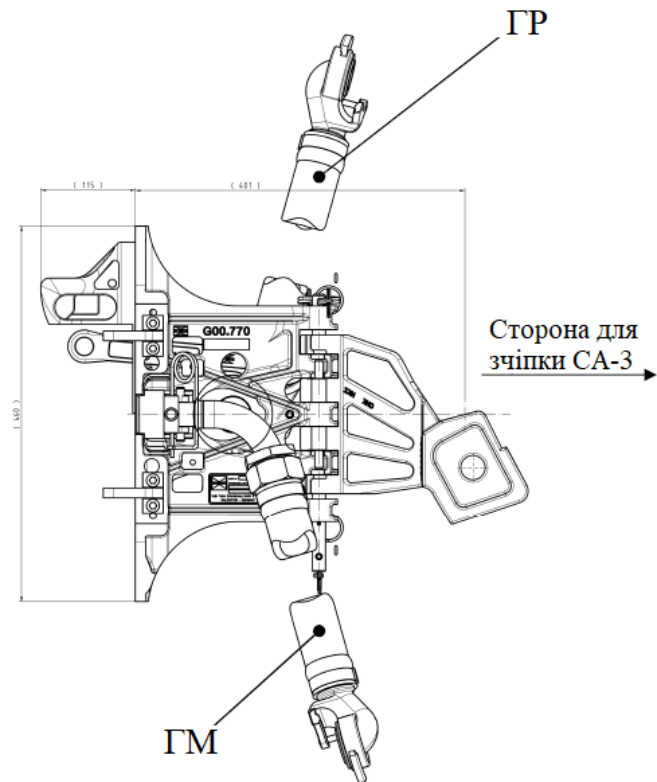


Рисунок 52 – Модуль типу СА-3

Розміщення ящика адаптера на швидкісному рухомому складі представлено на (рис. 53).

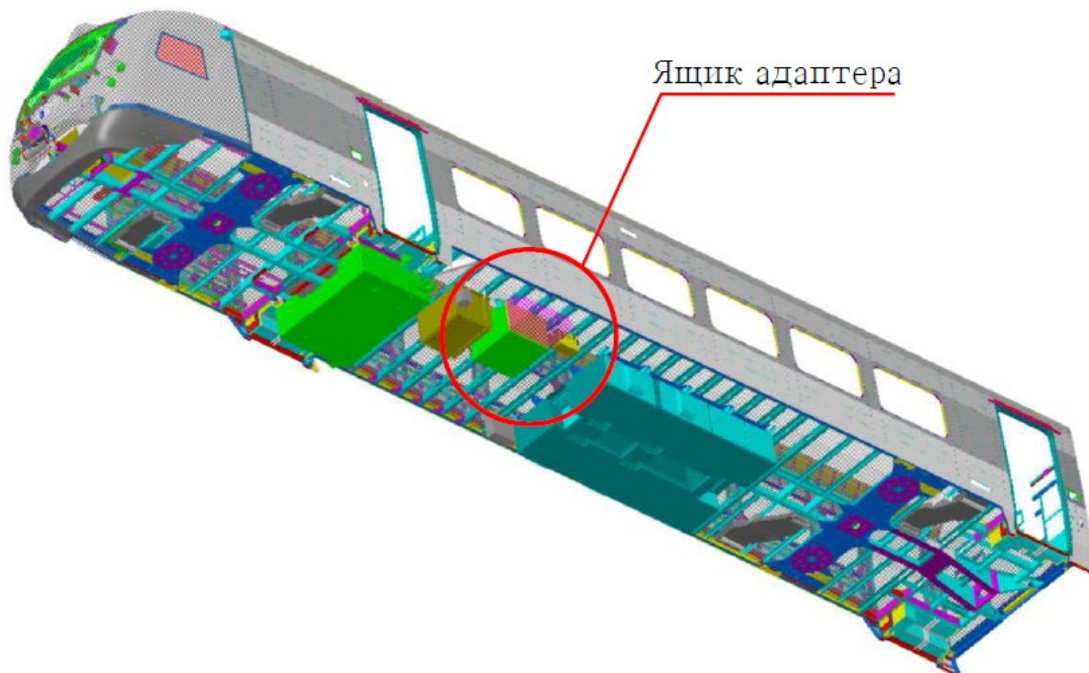


Рисунок 53 – Місце зберігання адаптера

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		58

Адаптер (сторона жорсткої міжвагонної зчіпки) (рис. 54).

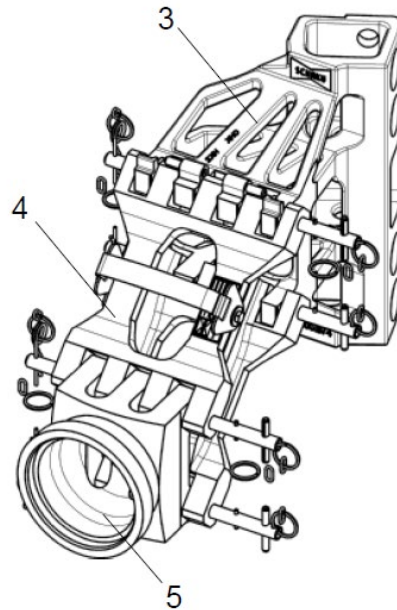


Рисунок 54 – Конструктивне виконання адаптера для жорсткої міжвагонної зчіпки: 3 – модуль СА-3; 4 – уступ; 5 – втулочне з'єднання

Втулкове з'єднання дозволяє частково зчепити адаптер зчіпки з жорсткою міжвагонною зчіпкою (рис. 55).

Для зчеплення використовується втулкове з'єднання жорсткої міжвагонної зчіпки.

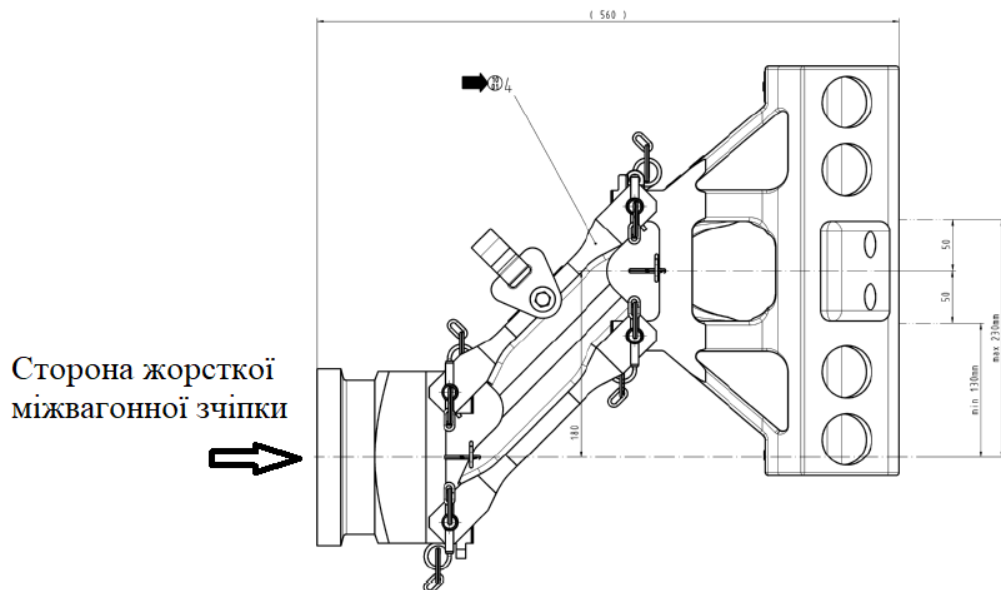


Рисунок 55 – Сторона з'єднання з жорсткою міжвагонною зчіпкою

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

59

Модуль уступу служить для вирівнювання висоти між модулем втулкового з'єднання на встановленій стороні і модулем типу СА-3 на з'єднаній стороні адаптера зчіпки.

### 3.2 Особливості експлуатації

#### *Підготовка до зчеплення*

1. перевірити адаптер зчіпки на наявність видимих пошкоджень;
2. очистити лицьову сторону зчіпки;
3. видалити всі сторонні речовини з зовнішніх і внутрішніх конусів зчіпок;
4. переконатись, що замки обох зчіпок знаходяться в позиції «готовий до зчеплення»;
5. вимкнути привід електричної головки автозчеплення.

#### *Монтаж – сторона автозчіпки*

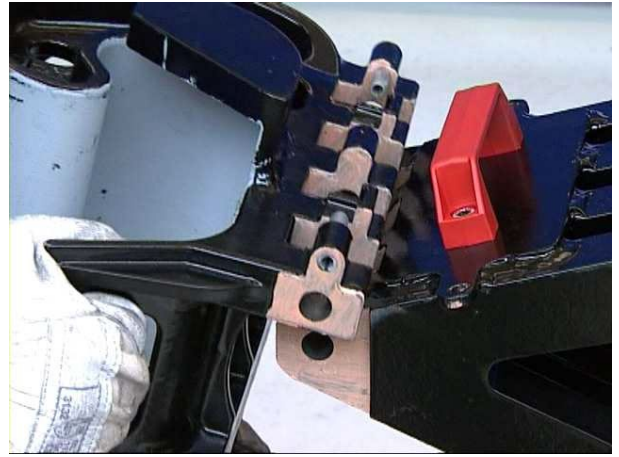
1. поставити модуль з обома гачками на верхній край передньої панелі зчіпки Scharfenberg;
2. нахилити модуль прибіл. на 30 ° і натиснути на неї в напрямку проти зчіпки;
3. замки зчіпки зашолкуються зі звуком. (рис.56 (а, б));
4. переконайтеся, що замок зчіпки модуля надійно заблокований;
5. передні панелі зчіпки Scharfenberg і модуля щільно притиснуті один до одного;
6. зчіпна ланка зчіпки Scharfenberg безпечно з'єднана з гачками пластини модуля;
7. переконайтеся, що відбулось зачеплення зчіпки Scharfenberg, як описано у відповідних інструкціях;
8. Змастити головку зчіпки 1 (модуль типу 10) на контактних поверхнях модуля СА-3 мастилом ISOFLEX TOPAS NCA 52;
9. З'єднати обидва модуля в шарнірному з'єднанні і швах. (рис. 56 (в,г));

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		60

10. Переконатися, що половина адаптера зчипки типу 10 надійно прикріплена до половини адаптер зчипки САЗ.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 56 – Монтаж адаптера на стороні автозчипки

***Монтаж – сторона міжвагонної зчипки***

1. підтримати половину міжвагонної зчипки і втулку зчипки модуля муфти і вирівняний один з одним;
2. вставити гвинти з шестигранною головкою в отвори верхньої муфти;
3. змастити різьбу гвинтів із шестигранною головкою спеціальним мастилом, як описано в інструкції по експлуатації міжвагонної зчипки;
4. помістити верхню муфту на втулку, відрегулювати муфту по горизонталі і злегка постукати молотком, щоб забезпечити належну фіксацію;

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

61

5. закріпити шестигранні гайки з пружинними шайбами і вирівняти нижню муфту так, щоб вона була паралельна верхній муфті;

6. заблокувати гвинти з шестигранною головкою від повороту і затягнути шестигранні гайки хрест-навхрест, при умові, що муфти залишаються паралельними один одному. Рекомендований крутний момент повинен відповідати інструкції з експлуатації міжвагонної зчіпки.

Якщо одну або декілька шестигранних гайок потрібно повернути більш ніж на 3 градуси, щоб отримати рекомендований крутний момент, необхідно переконатись, що муфти паралельні один одному.

7. змастити втулку зчіпки модуля типу Muff на контактних поверхнях модуля СА3 мастилом ISOFLEX TOPAS NCA 52;

8. з'єднати обидва модуля в шарнірних з'єднаннях і вирівняти шви;

9. переконатися, що половина адаптера зчіпки модуля типу Muff надійно прикріплена до половини адаптер зчіпки СА-3 типу.

### ***Процес зчеплення***

1. зупинити поїзда для зчеплення на відстані приблизно 1 метра один від одного і злегка привести в дію гальма;

2. повільно наблизити поїзда один до одного (мінімум 0,6 км/год.);

3. зчіпки зчіплюються без ручної допомоги.

### ***Процес розчеплення***

Розчеплення:

1. вимкнути подачу стисненого повітря і випустити повітря з труб зчіпки;

2. послабити фітинги повітропроводів і зняти шланги;

3. розчепити адаптер зчіпки згідно з інструкцією.

Зняття модулів:

1. зняти шплінти;

2. зняти штифти з шарнірних з'єднань;

3. роз'єднати модулі.

Зняття адаптера зчіпки:

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		62

1. При використанні головки зчіпки 1 (тип 10):

- роз'єднати Scharfenberg зчеплення вручну, як описано у відповідній інструкції з експлуатації;

- трохи підняти адаптер зчіпки і вийняти його.

2. При використанні головки зчіпки 3 (зчіпна втулка типу Muff):

- підтримати модуль, при необхідності;

- зняти шестигранні гайки і шайби;

- вийняти гвинти з шестигранною головкою з обох муфт.

- ослабити муфти, постукавши по ним м'яким молотком;

- вийняти модуль;

- зняти гвинтові з'єднання.

### **Висновки до розділу 3**

– запропоновано на швидкісному рухомому складі для з'єднання між собою зчіпок різного типу або зчіпок з різною висотою використовувати модульні перехідні адаптери;

– розглянуто особливості будови та експлуатації модульних перехідних зчіпок.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		63

## **РОЗДІЛ ІV. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗЗАЗОРОНОГО ЗЧІПНОГО ПРИСТРОЮ НА ШВИДКІСНОМУ РУХОМОМУ СКЛАДІ ПОСТІЙНОГО ФОРМУВАННЯ**

### **4.1 Дослідження динамічних показників пасажирських вагонів, які обладнані беззазорними зчіпними пристроями**

В даний час переважна більшість вітчизняних пасажирських вагонів обладнуються автозчіпним пристроєм СА-3 з резинOMETALІЧНИМ ПОГЛИНАЮЧИМ апаратом Р-5П. До недоліків використання такого зчіпного пристрою на пасажирських вагонах можна віднести:

- підвищений знос, який пов'язаний зі збільшеним статичним прогином ресорного підвішування пасажирських вагонів в порівнянні з вантажними;
- висока маса;
- високий рівень шуму, що створюється пристроєм під час руху вагона в складі поїзда;
- необхідність застосування буферних пристроїв для ліквідації зазорів і забезпечення пружного натягу елементів автозчіпного пристрою;
- незабезпечення необхідної жорсткості поїзда при аварійних поздовжніх зіткненнях на високих швидкостях.

Подібними недоліками не володіють беззазорні зчіпні пристрої, що забезпечують відсутність зазорів в зчепленні поїзда по всій довжині, що істотно знижується рівень повздовжніх сил і покращує динамічні характеристики вагона, в тому числі і стійкість складу в аварійних ситуаціях.

У роботі [9] авторами була проведена оцінка динамічних характеристик пасажирського вагона, обладнаного беззазорним зчіпним пристроєм, що експлуатується в складі поїзда постійного формування.

Аналіз динамічних характеристик виконувався на основі математичного моделювання руху зчепу вагонів і локомотива при реальних нерівностях

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		64

рейкової колії з урахуванням прямих, кривих ділянок колії, стрілочних переводів зі швидкостями аж до конструкційної.

Формування і розрахунок динамічної моделі проводився в середовищі програмного комплексу моделювання динаміки систем та тіл «Універсальний механізм» [10].

Динамічна модель зчепу (рис. 57) являє собою сукупність підсистем:

- підсистема «динамічна модель локомотива», поз. 1 (рис. 57);
- підсистема «динамічна модель» пасажирського вагона, поз. 2-4;
- підсистема «автозчіпного пристрою СА-3»;
- підсистема «зчіпний пристрій БСУ-3».



Рисунок 57 – Динамічна модель зчепу

1 - локомотив ЧС-7; 2 - пасажирський вагон, обладнаний автозчіпкою СА-3 і зчіпним пристроєм БСУ-3; 3 - пасажирські вагони обладнані зчіпним пристроєм БСУ-3; 4 - досліджуваний вагон

Динамічна модель локомотива являє собою сукупність двох аналогічних секцій, з'єднаних між собою зчіпним пристроєм. Кузов секції локомотива моделюється абсолютно твердим тілом з реальними інерційними характеристиками, сполученим з підсистемами «візки», що представляють собою системи абсолютно твердих тіл, пов'язаних шарнірами, пружно диссипативними і контактними силовими елементами.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		65

Підсистема «пасажирський вагон» аналогічно моделі секції локомотива включає кузов вагона у вигляді абсолютно твердого тіла з реальними інерційними характеристиками, пов'язаного також з моделями візків.

Динамічна модель автозчіпного пристрою СА-3 являє собою систему абсолютно твердих тіл, пов'язаних обертовими шарнірами і контактними елементами. Поглинаючий апарат представлений у вигляді абсолютно твердого тіла, що моделює корпус, який контактує з заднім упором і спеціального біполярного силового елемента, що моделює його пружно-дисипативні властивості.

Обмеження кута повороту корпусу автозчіпки навколо шарніра, що моделює клин, здійснюється введенням в поперечному щодо осі вагона напрямку силових контактних елементів між твердими тілами, що моделюють автозчіпку і передні упори рами вагона.

Габаритні розміри і розташування елементів автозчіпного пристрою на вагоні визначалися відповідно до ГОСТ 3475-81. Взаємодія корпусів автозчіпних пристроїв вагонів з урахуванням всіх зазорів, описується введенням спеціальних контактних елементів, які повторюють контури зачеплення. Подібна схема динамічної моделі автозчіпного пристрою дозволяє адекватно описати роботу реального пристрою, зокрема, забезпечення роботи поглинаючого апарату тільки на стиснення.

Динамічна модель беззазорного зчіпного пристрою аналогічно автозчіпному пристрою СА-3 являє собою систему абсолютно твердих тіл, з'єднаних обертовими шарнірами і контактними елементами. Поглинаючий апарат і обмеження повороту корпусу зчіпного пристрою змодельовані за методикою, описаною вище. Додатково за допомогою спеціальних пружних і контактних силових елементів моделювалась взаємодія хвостовика зчіпного пристрою з підпружиненою центральною балкою з храповим механізмом.

Розроблена модель беззазорного зчіпного пристрою описує його роботу тільки в зчепленому стані і не розглядає сам процес зчеплення.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		66

У роботі [9] розглядалися три варіанти зчепу вагона: зчеп повністю обладнаний автозчіпними пристроями СА-3, зчеп в якому локомотив і перша зчіпка першого вагона обладнані пристроєм СА-3, а решта беззazorними пристроями, зчеп аналогічний попередньому, але при відсутності буферних пристроїв в зачепленнях, обладнаних беззazorними пристроями.

Під час руху зчепу тягове зусилля моделювався за допомогою спеціальних сил відповідно з тяговими характеристиками локомотива, представленими в [11]. Сили опору руху локомотива і вагонів враховувались відповідно до рекомендацій, наведених в [11, 12].

На першому етапі дослідження було проведено оцінку можливості передачі вертикальних і горизонтальних поперечних переміщень (викликаних рухом по нерівностях колії) між вагонами через беззazorний зчіпний пристрій. Для цього розглядався наїзд зчепу з трьох пасажирських вагонів (без локомотива) на візках, з'єднаних між собою беззazorним зчіпним пристроєм, що рухається в режимі тяги на одиничну горизонтальну і вертикальну нерівності.

В якості одиничної вертикальної та горизонтальної нерівностей приймалась максимально допустима. Швидкість проходження нерівності приймалась рівною 15 км/год.

Для врахування можливого негативного впливу на динаміку вагонів різниці висот двох сусідніх вагонів зчепу в досліджуваній динамічній моделі для середнього вагона був штучно знижений рівень осі рами вагона і осі зчіпного пристрою.

Результати проведеного моделювання наїзду описаного зчепу на одиничну нерівність представлені у вигляді графіків часових залежностей вертикальних (рис. 58) і горизонтальних поперечних (рис. 59) прискорень кузовів вагонів в п'ятникових зонах.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		67

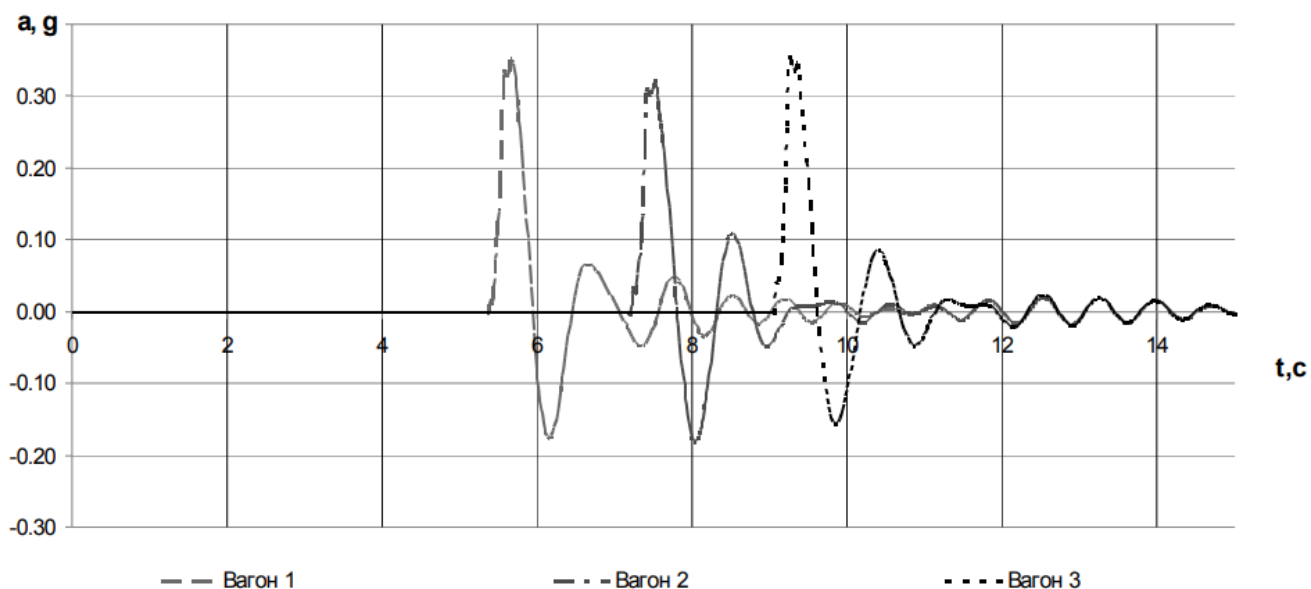


Рисунок 58 – Вертикальні прискорення кузовів в першій по ходу руху п'ятниковій зоні

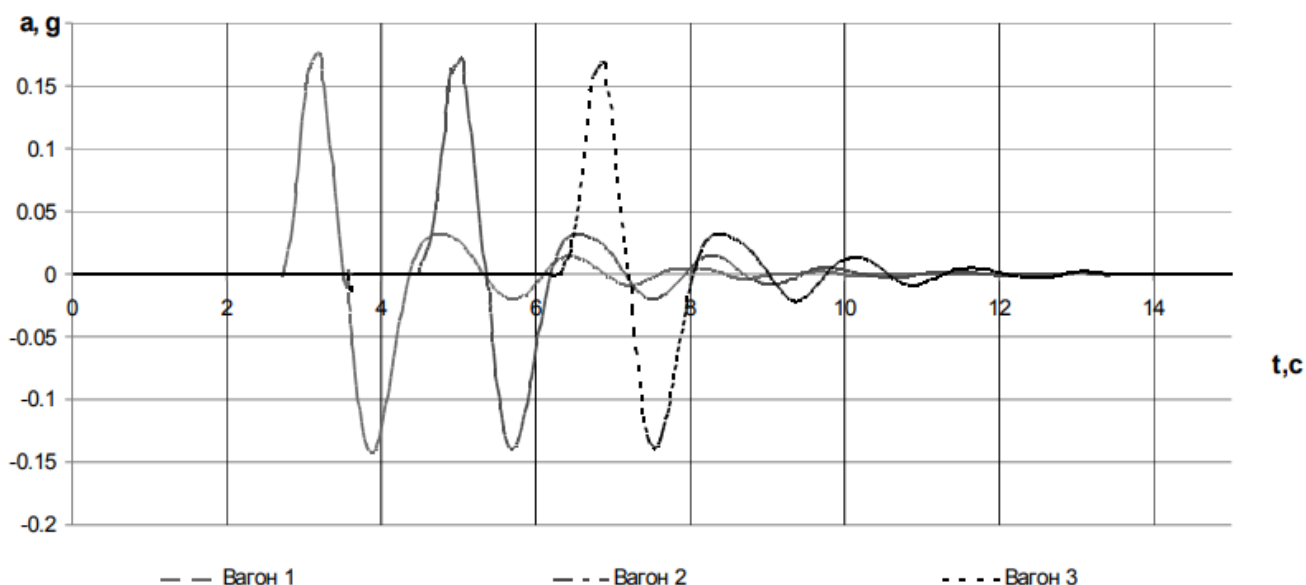


Рисунок 59 – Горизонтальні прискорення кузовів в першій по ходу руху п'ятниковій зоні

Аналіз наведених графіків показує, що при почерговому наїзді вагонів зчепу на одиничну вертикальну і горизонтальну нерівність при відсутності моменту опору в шарнірі зчіпного пристрою динамічні зусилля не передаються від одного вагона на інший. Оскільки швидкість проходження нерівності значно

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

нижча критичної для використовуваних візків, на графіках спостерігається досить швидке гасіння коливань.

В якості критеріїв оцінки динамічних показників вагона розглядалися вертикальні і горизонтальні прискорення кузова і рами візка вагона, сили взаємодії гребеня колеса з рейками, рамні сили, коефіцієнти плавності ходу, потужності сил тертя в контакті колеса і рейки і зусилля взаємодії вагонів в зчепі, кутові переміщення кузова в плані.

Також розглядався рух зчепів по реальним нерівностям рейкової колії в прямих і кривих ділянках і по стрілочних переводах зі швидкостями в діапазоні 20 - 200 км/год., а також проходження кривих малого радіуса з допустимими швидкостями, а також аварійне зіткнення зчепу з перешкодою.

Аналіз отриманих результатів дозволив зробити наступні висновки:

- динамічні характеристики вагонів, які обладнані безззорним зчіпним пристроєм, як з буферними пристроями так і без них знаходяться в допустимих нормативною документацією межах;

- застосування безззорного зчіпного пристрою в порівнянні з автозчіпним пристроєм СА-3 дозволяє покращити динамічні параметри вагона;

- відмова від буферних пристроїв незначно впливає на динамічні параметри вагона на прямій ділянці колії, але призводить до збільшення інтенсивності коливань виляння кузова вагона і часу їх гасіння при виході з кривих ділянок колії і після проходження стрілочного переводу;

- при аварійних зіткненнях застосування безззорного зчіпного пристрою дозволяє підвищити стійкість складу від сходу з рейок.

#### **4.2 Експериментальний аналіз використання безззорного зчіпного пристрою на пасажирському рухомому складі**

У роботі [13] наведено результати дослідження впливу типу автозчіпного пристрою на комфортність пасажирських перевезень.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		69

До сучасного пасажирського вагону пред'являються високі вимоги по забезпеченню в ньому комфортних умов проїзду. Одними з показників комфорту є шум, вібрація, плавність ходу. Чи не останню роль в оцінці показників комфортності відіграє використання того чи іншого виду автозчіпного пристрою.

Конструкція автозчіпного пристрою постійно вдосконалюється, широко використовуються більш міцні матеріали. Робоче навантаження сучасного автозчіпного пристрою збільшено в 3 рази в порівнянні з першим варіантом, також збільшена енергоємність поглинаючого апарату і міцність деталей автозчіпного пристрою, що передають навантаження на раму вагона.

Однак використання типового автозчіпного пристрою СА-3 на пасажирських вагонах крім своїх основних недоліків (інтенсивний знос автозчіпки по контуру зачеплення, можливість саморозчеплення при мимовільному відключенні запобіжника) має значні недоліки через відмінності в умовах експлуатації і меншу жорсткість ресорного комплексу візків пасажирських вагонів. Це викликає великі відносні вертикальні і горизонтальні поздовжні переміщення, а також високий рівень шуму під час руху поїзда через постійні удари автозчіпки у жорстку центруючу балку. Всі ці недоліки призводять до зниження показників комфортності пасажирських перевезень.

У зв'язку з цим в процесі створення високошвидкісних поїздів було розроблено принципово новий беззазорний автозчіпний пристрій. Він забезпечує повну автоматичну вибірку зазорів в контурі зачеплення, не має зазорів в шарнірному вузлі і забезпечує ряд переваг в порівнянні з типовим автозчіпним пристроєм СА-3: покращує поздовжню динаміку поїзда, не вимагає застосування буферів для вибірки поздовжніх зазорів, значно скорочує габарити і масу пристрою.

Відмінною особливістю беззазорного автозчіпного пристрою є те, що з'єднання хвостовика автозчіпки з тяговим хомутом здійснюється типовим клином, що виконує тільки фіксуючі функції, а поворот зчіпки в горизонтальній

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		70

і вертикальній площині забезпечується спеціальним шарніром у вигляді кульової опори. Така конструкція шарніра визначається в першу чергу тим, що сферичний підшипник не забезпечує необхідних кутів повороту зчипки у вертикальній площині. Це пояснюється значним збільшенням цих кутів, що виникають при відносних вертикальних коливаннях суміжних вагонів, внаслідок зменшення довжини зчипки, вимірюваної від осі шарніра. Заміна СА-3 в пасажирських поїздах на безззорний автозчипний пристрій повинна привести до значного покращення комфорту пасажирських перевезень.

У зв'язку з цим ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» в рамках Державної програми «Розвитку рейкового рухомого складу соціального призначення для залізничного транспорту та міського господарства» запропонував використовувати в швидкісних пасажирських поїздах підвищеної комфортності міжвагонний безззорний зчипний пристрій. Для практичного дослідження покращення показників комфортності були проведені ходові випробування.

Метою проведення порівняльних випробувань було визначення можливості покращення комфорту пасажирів за рахунок установки міжвагонного безззорного зчипного пристрою.

Випробування проводилися на купейному пасажирському вагоні в наступному порядку:

- вагон, обладнаний жорсткої автозчипкою з буферними пристроями;
- вагон, обладнаний жорсткою автозчипкою без буферних пристроїв;
- вагон, обладнаний автозчипкою СА-3.

Дослідний склад був сформований з 3 пасажирських вагонів. Схема складу поїзда з вагонами, обладнаними автозчипними пристроями СА-3 і жорсткими безззорними автозчипними пристроями, наведена на (рис. 60-61).

Порівняльні випробування були проведені на ділянці ст. Київ-Пасажирський – Мар'янівка Південно-Західної залізниці, які включали в себе прямолінійні і криволінійні ділянки колії, в діапазоні швидкостей від 40 до 160 км/год з інтервалом 15 км/год.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		71

Локомотив

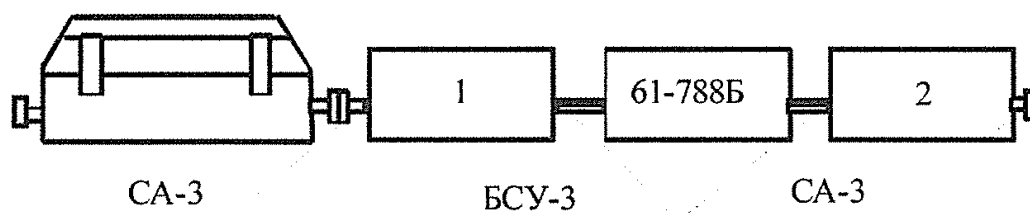


Рисунок 60 – Схема складу поїзда з вагонами, обладнаними автозчіпними пристроями СА-3 і жорсткими безззорними автозчіпними пристроями

Локомотив

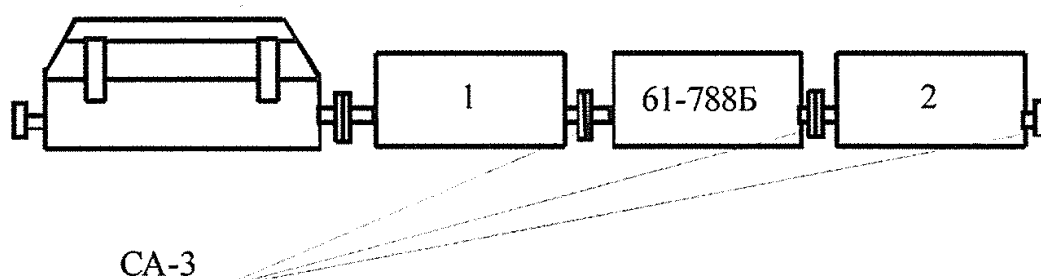


Рисунок 61 – Схема складу поїзда з вагонами, обладнаними автозчіпними пристроями СА-3

За даними, отриманими в ході проведення випробувань, визначалися вертикальні і горизонтальні прискорення, показники вібрації і плавність руху в вертикальному і горизонтальному напрямку. Реєстрація процесів проводилася віброперетворювачами, які були розташовані в салоні вагона.

За результатами порівняльних випробувань було встановлено, що вплив типу автозчіпного пристрою на прискорення кузова виявився несуттєвим. Значно більший вплив автозчіпного пристрою було виявлено у показниках вібрації на 8 і 10 Гц. Так, на 8 Гц показники вібрації були рівні 0,03; 0,03 і 0,08 м/с<sup>2</sup> для відповідних варіантів обладнання вагонів автозчіпними пристроями, які були описані вище. На рівні 10 Гц ці значення були рівні 0,02; 0,02 і 0,04 м/с<sup>2</sup> відповідно. За розрахунками показника плавності руху вагона максимальні значення були отримані в діапазоні швидкостей руху від 145 км/год

до 160 км/год і мали такі значення: 2,14; 1,88 і 2,15 для відповідних варіантів обладнання вагонів автозчіпними пристроями.

З вище перерахованого можна зробити висновок, що безззорний зчіпний пристрій відповідає умовам експлуатації і забезпечує ліквідацію зносів і саморозчеплення, зниження маси (один вагонокомплект на 750 кг) і рівня шуму під час руху поїзда. Обладнання пасажирських вагонів вітчизняного виробництва жорсткими безззорними зчіпними пристроями без використання буферних пристроїв значно покращує показники плавності ходу вагона (приблизно на 12%), що безсумнівно призводить до покращення комфортності пасажирських перевезень. На показники поздовжніх прискорень кузова вагона, а також показники вібрації на пасажирських сидіннях вплив типу використовуваного автозчіпного пристрою не є значним.

Однак варто зазначити, що випробування проводилися в зчепі з трьох пасажирських вагонів, а автозчіпні пристрої змінювалися лише на вагоні, що розташований посередині. Більш помітна перевага використання безззорних автозчіпних пристроїв буде проявлятися в складах з великою кількістю вагонів, обладнаних цими пристроями. Для отримання більш точних числових значень показників комфортності пасажирських перевезень з використанням безззорних зчіпних пристроїв необхідно проведення порівняльних випробувань пасажирського складу з 7-10 вагонів. У такому складі можливо виявлення і інших переваг, наприклад таких, як показники динаміки вагонів.

#### **4.3 Дослідження впливу буферних пристроїв вагонів поїздів постійного формування на динамічні характеристики**

Для оцінки впливу буферних пристроїв на динамічні параметри вагона у роботі [14] було проведено моделювання руху двох варіантів зчепів вагонів, обладнаних безззорними зчіпними пристроями разом з буферними пристроями та без них.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		73

Розглядався рух зчепу з п'яти вагонів по нерівностям колії на прямій та кривій ділянці колії, в швидкісному інтервалі 40-160 км/год і по стрілочному переводу 1/11 зі швидкістю 5-50 км/год.

Даний аналіз результатів моделювання наведений у (табл. 2) у вигляді максимальних величин динамічних параметрів у розглянутому діапазоні швидкостей. В якості прикладів на (рис. 62 – 67) представлені графіки залежностей динамічних характеристик від швидкості руху.

Аналіз даних, наведених у (табл. 5), показав, що відмова від буферних пристроїв на вагонах призводить до погіршення динамічних показників в горизонтальній площині, і практично не впливає на динамічні показники у вертикальній площині, що узгоджується з результатами досліджень [15, 16 – 21].

З графіків спостерігається, що відсутність буферних пристроїв на вагоні негативно впливає на горизонтальні прискорення кузова у кривих ділянках колії та на стрілочному переводі; рамну силу в кривій ділянці колії; показники плавності ходу в горизонтальній площині в кривій ділянці колії; силу притиснення колеса до головки рейки та як наслідок на коефіцієнт безпеки [22].

Таблиця 5 – Результати динамічних характеристик вагонів, обладнаних буферними пристроями та без них

№	Параметр		З буферними пристроями	Без буферних пристроїв
1	Вертикальні прискорення кузова, м/с <sup>2</sup>	пряма	1,37	1,37
		крива	1,40	1,40
		стрілочний перевід	0,23	0,23
2	Горизонтальні прискорення кузова, м/с <sup>2</sup>	пряма	0,81	0,81
		крива	0,86	0,90
		стрілочний перевід	0,41	0,43

3	Показник плавності ходу у вертикальній площині	пряма	2,89	2,89
		крива	3,25	3,24
4	Показник плавності ходу у горизонтальній площині	пряма	2,89	2,90
		крива	3,25	3,34
5	Рамні сили, кН	пряма	2,89	2,90
		крива	3,25	3,34
6	Сили притиснення гребеня колеса до рейки, кН	пряма	23,62	23,74
		крива	24,82	27,17
7	Потужність сил тертя по кругу кочення колеса, (Н·м)/с	пряма	3046	3046
		крива	6513	6519
8	Потужність сил тертя по гребеню колеса, (Н·м)/с	пряма	12838	12928
		крива	24360	26880
9	Коефіцієнт запасу стійкості проти сходу колеса з рейки $\lambda$	крива	3,58	3,08
10	Коефіцієнт запасу стійкості проти сходу колеса з рейки по критерію М. Надаля	крива	0,78	0,89
10	Коефіцієнт запасу стійкості проти сходу колеса з рейки по критерію Вайштока	крива	0,68	0,78

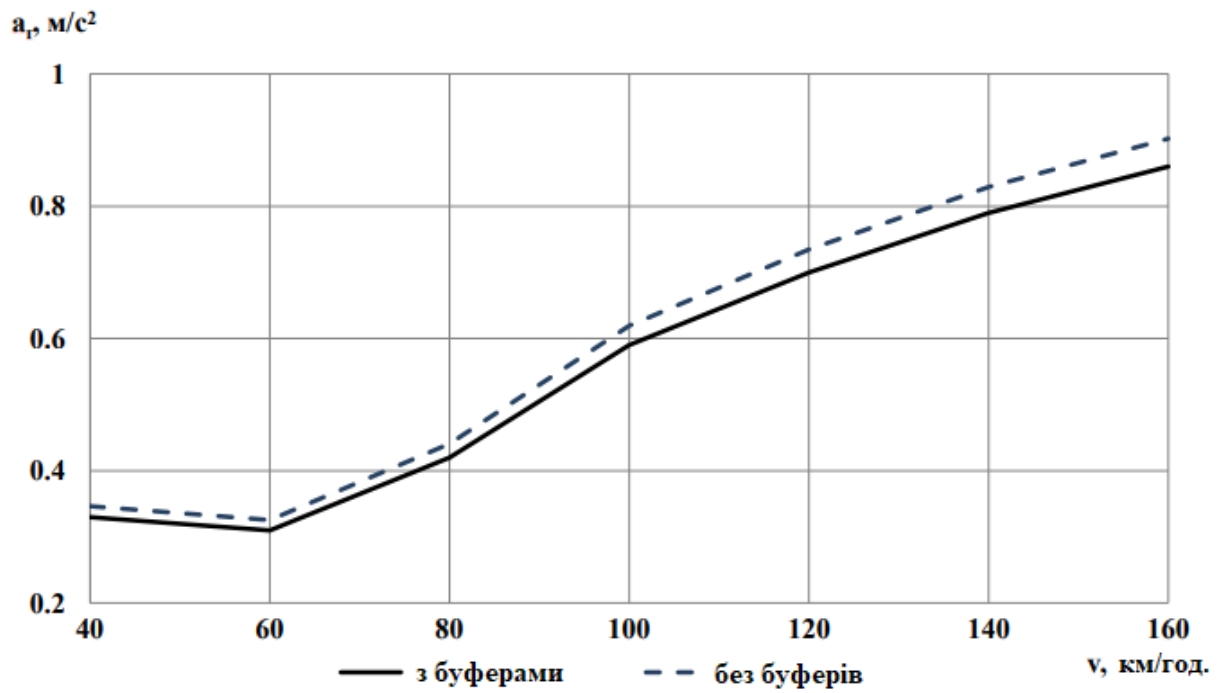


Рисунок 62 – Залежність горизонтальних прискорень кузова від швидкості руху вагона в кривій ділянці колії

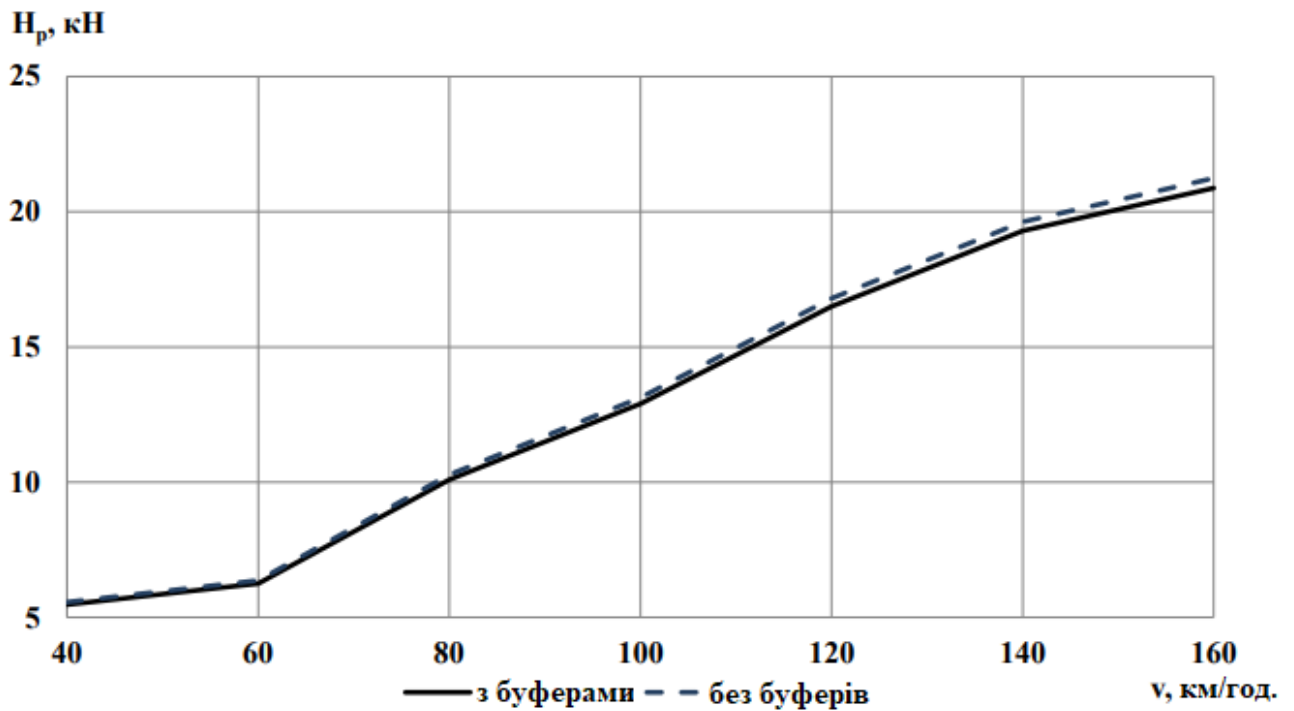


Рисунок 63 – Залежність рамної сили від швидкості руху вагона в кривій ділянці колії

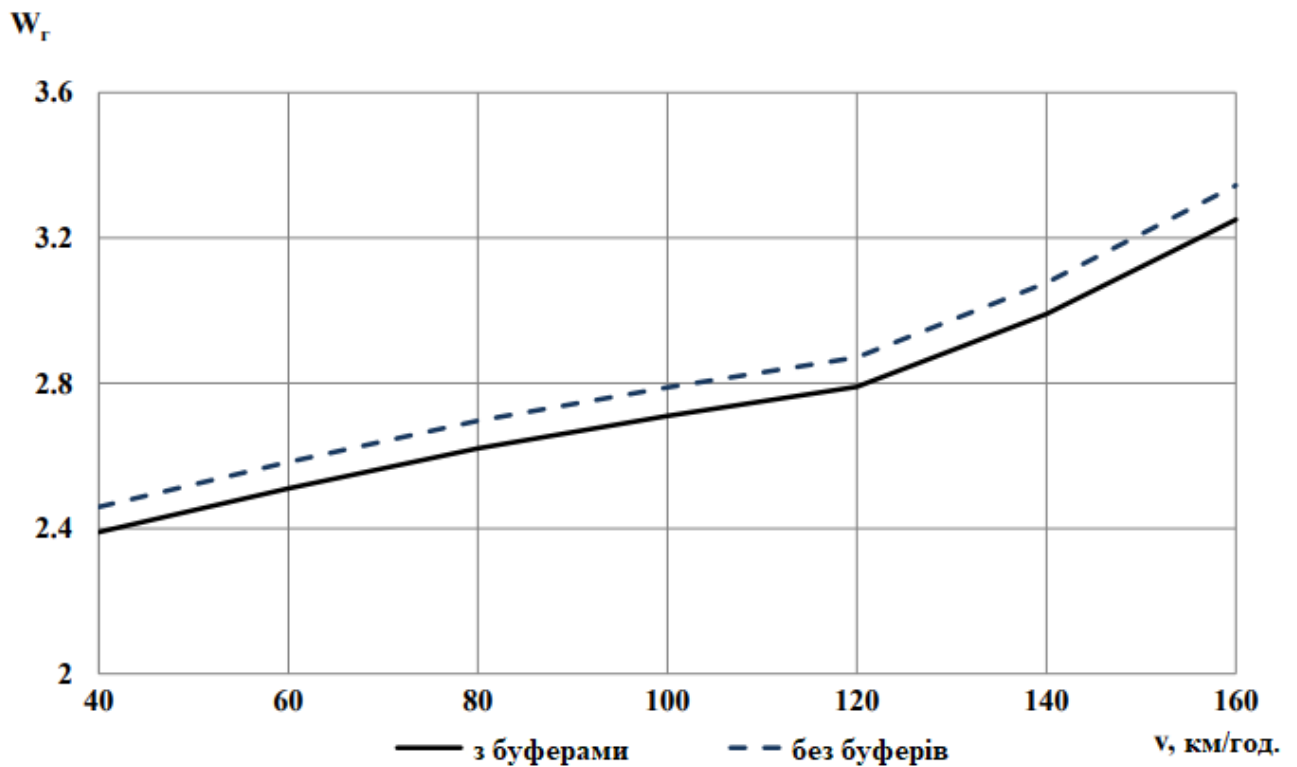


Рисунок 64 – Залежність показника плавності ходу у горизонтальній площині від швидкості руху вагона до кривій ділянці колії

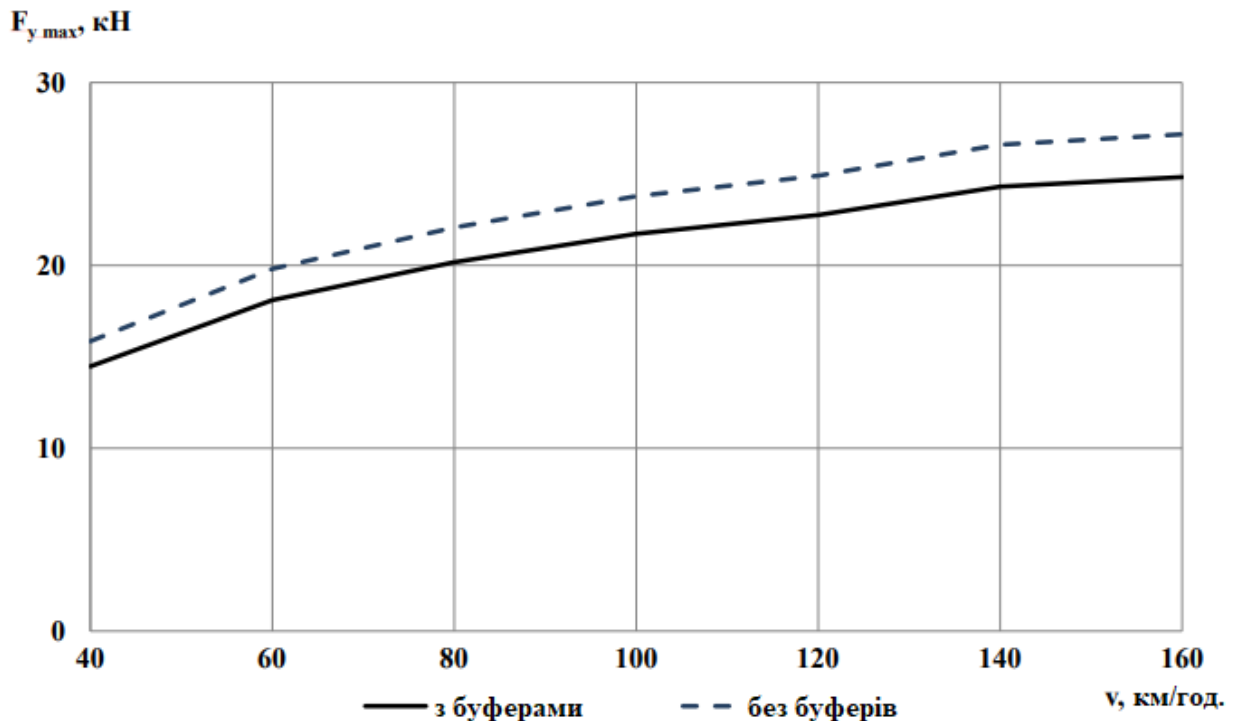


Рисунок 65 – Залежність максимальних сил віджимання рейки в горизонтальній площині від швидкості руху вагона в кривій ділянці колії

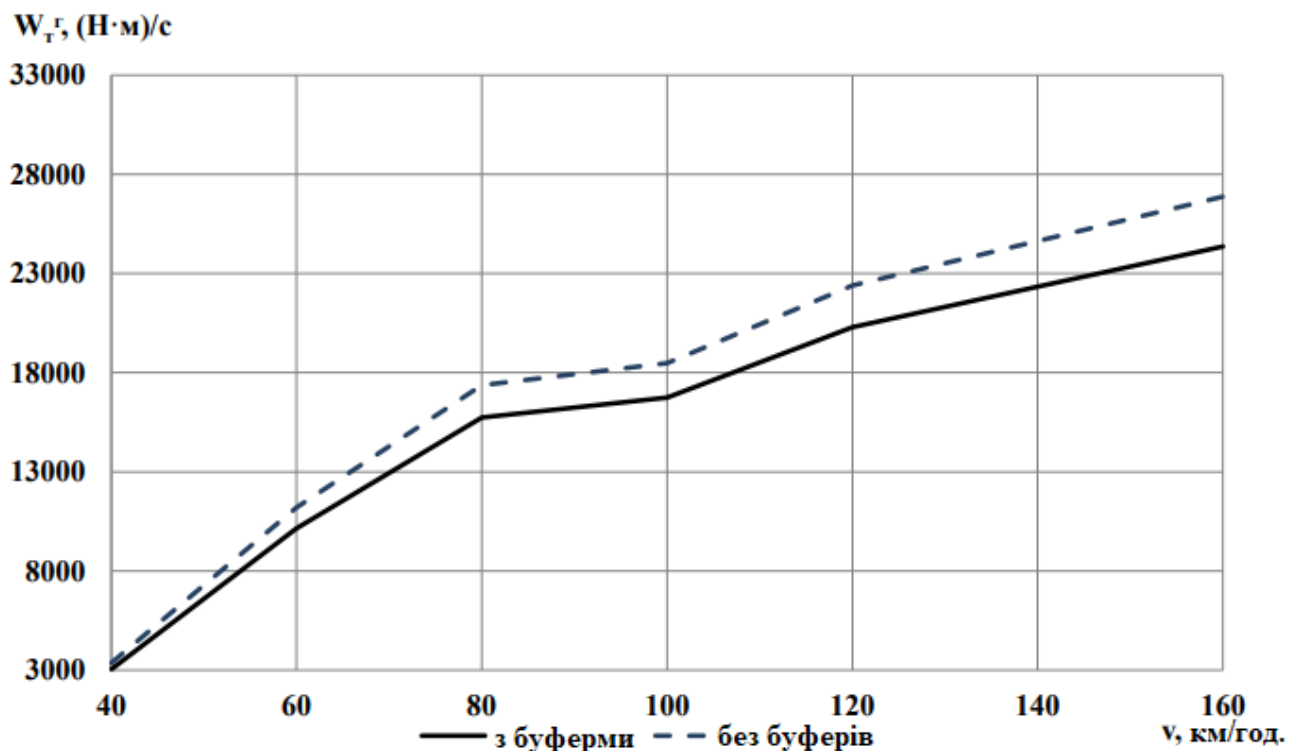
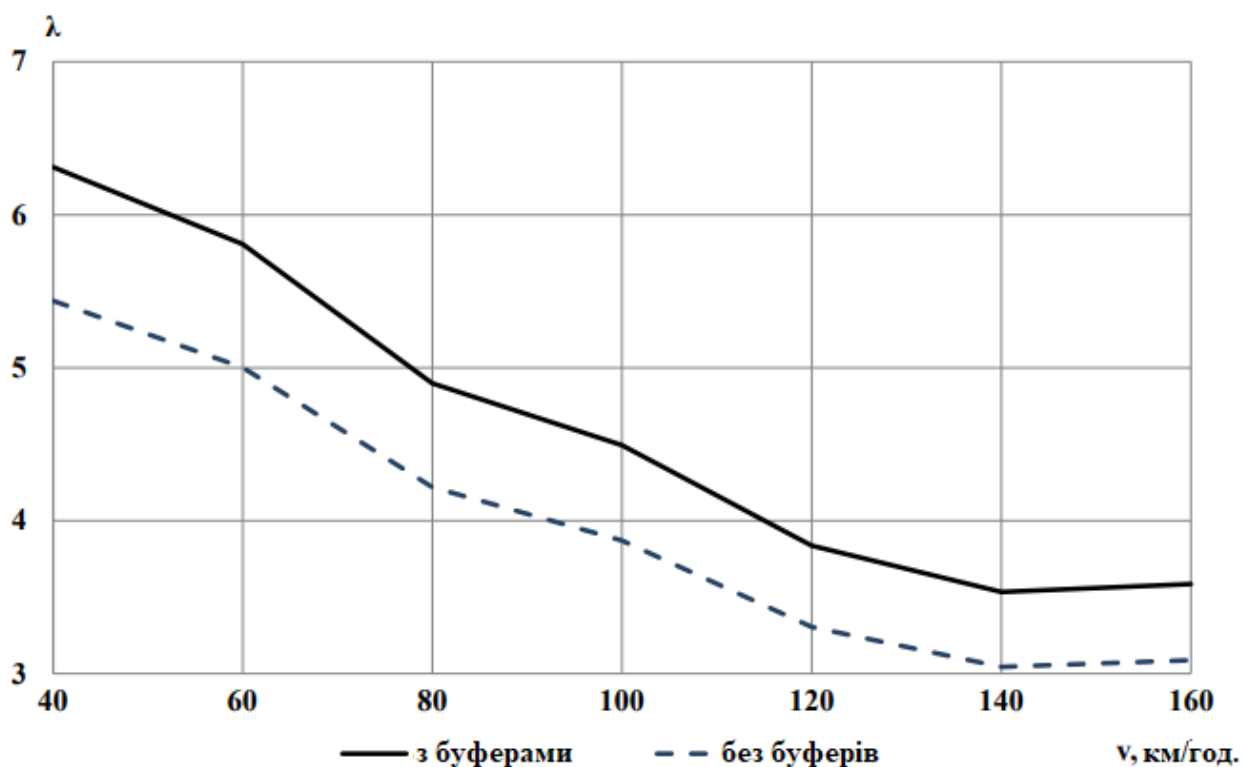


Рисунок 66 – Залежність потужності сил тертя в контактї колесо-рейка по гребеню колеса від швидкості руху вагона до кривій ділянці колії



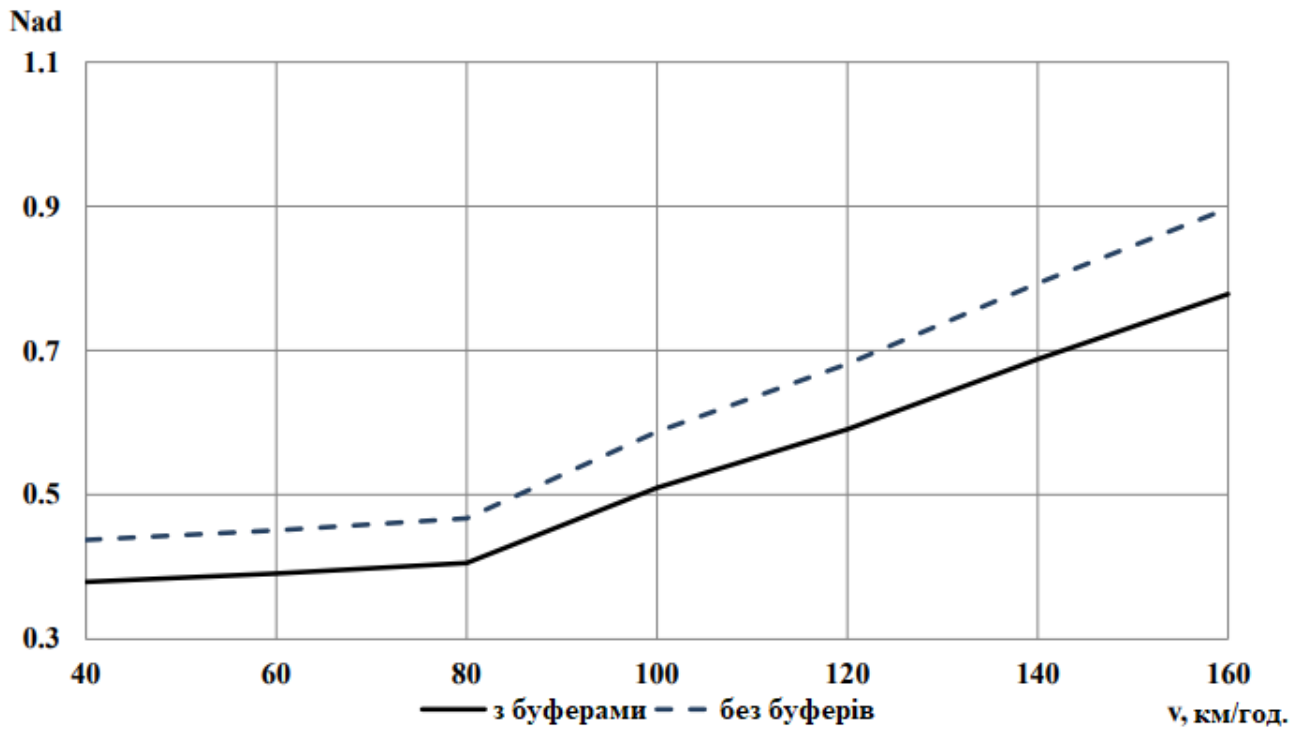
а) по вітчизняним Нормам

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

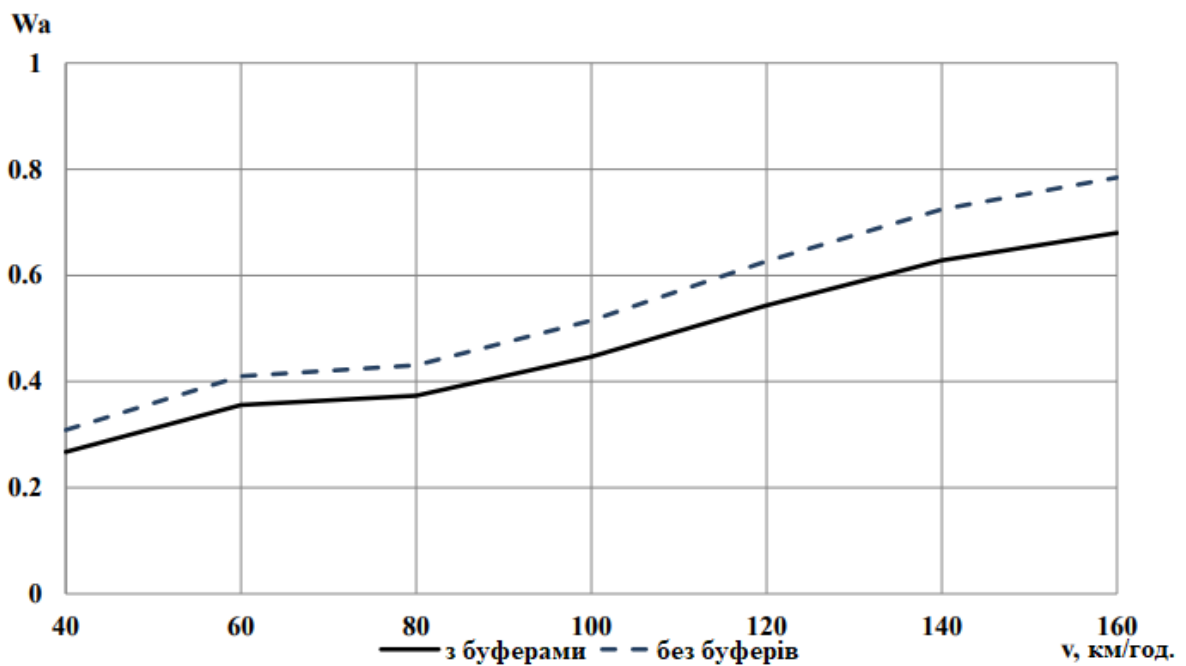
0032.206516.MP.2021.001

Арк.

78



б) по Надалю



в) по Вайнштоку

Рисунок 67 – Залежність коефіцієнта запасу стійкості проти сходу колеса з рейки від швидкості руху в кривій ділянці колії

Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

0032.206516.MP.2021.001

Арк.

79

#### Висновки до розділу 4

- динамічні характеристики вагонів, які обладнані безззорним зчіпним пристроєм, як з буферними пристроями так і без них знаходяться в допустимих нормативною документацією межах;
- застосування безззорного зчіпного пристрою в порівнянні з автозчіпним пристроєм СА-3 дозволяє покращити динамічні параметри вагона;
- при аварійних зіткненнях застосування безззорного зчіпного пристрою дозволяє підвищити стійкість складу від сходу з рейок;
- вплив типу автозчіпного пристрою на прискорення кузова є несуттєвим;
- максимальні значення показника плавності руху вагона в діапазоні швидкостей руху від 145 км/год до 160 км/год мають значення: 2,14; 1,88 і 2,15 для відповідних варіантів обладнання вагонів автозчіпними пристроями;
- відсутність буферних пристроїв на вагоні негативно впливає на горизонтальні прискорення кузова у кривих ділянках колії та на стрілочному переводі; рамну силу в кривій ділянці колії; показники плавності ходу в горизонтальній площині в кривій ділянці колії; силу притиснення колеса до головки рейки та як наслідок на коефіцієнт безпеки.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		80

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

- проаналізовано конструкцію буферних пристроїв та міжвагонних переходів, які використовуються на поїздах постійного формування для міжнародних перевезень;
- розглянуто особливості використання різних типів зчіпних пристроїв;
- показано основні технічні рішення по установці міжвагонних гасників коливань, які використовуються для забезпечення необхідних динамічних якостей рухомого складу;
- розглянуто два типи автозчіпних пристроїв, що використовуються на електропоїздах HRCS2 Hyundai Rotem, їх будову та роботу;
- наведено теоретично визначений діапазон збирання головки зчіпки типу 10 для ідеалізованих умов;
- наведено умови експлуатації автозчіпного пристрою в умовах автоматичної роботи та ручного розчеплення;
- запропоновано на швидкісному рухомому складі для з'єднання між собою зчіпок різного типу або зчіпок з різною висотою використовувати модульні перехідні адаптери;
- розглянуто особливості будови та експлуатації модульних перехідних зчіпок;
- динамічні характеристики вагонів, які обладнані безззорним зчіпним пристроєм, як з буферними пристроями так і без них знаходяться в допустимих нормативною документацією межах;
- застосування безззорного зчіпного пристрою в порівнянні з автозчіпним пристроєм СА-3 дозволяє покращити динамічні параметри вагона;
- при аварійних зіткненнях застосування безззорного зчіпного пристрою дозволяє підвищити стійкість складу від сходу з рейок;
- вплив типу автозчіпного пристрою на прискорення кузова є несуттєвим;

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		81

- максимальні значення показника плавності руху вагона в діапазоні швидкостей руху від 145 км/год до 160 км/год мають значення: 2,14; 1,88 і 2,15 для відповідних варіантів обладнання вагонів автозчіпними пристроями;
- відсутність буферних пристроїв на вагоні негативно впливає на горизонтальні прискорення кузова у кривих ділянках колії та на стрілочному переводі; рамну силу в кривій ділянці колії; показники плавності ходу в горизонтальній площині в кривій ділянці колії; силу притиснення колеса до головки рейки та як наслідок на коефіцієнт безпеки.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		82

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Коломийченко В.В. и др. Автосцепное устройство железнодорожного подвижного состава / В.В. Коломийченко, Н.А. Костина, В.Д. Прохоренков, В.И. Беляев. – М.: Транспорт, 1991. – 232 с.: ил.
2. Вагоны: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Л. А. Шадур, И. И. Челноков, Л. Н. Никольский, Е. Н. Никольский, В. Н. Котуранов, П. Г. Проскурнев, Г. А. Казанский, А. Л. Спиваковский, В. Ф. Девятков; Под ред. Л. А. Шадура. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 439 с.
3. Нестеров Е.В. А.с. на изобретение 1654076. Ограждение междвагонного перехода/ Нестеров Е.В.; заявитель и патентообладатель Центральное конструкторское бюро транспортного машиностроения. – № 4707865/11; заявл. 21.06.1989. – 4 с.: ил.
4. Hubner [сайт производителя] – Режим доступа: <http://www.hubnergrouр.com>.
5. ООО «Агрегат» [сайт производителя] – Режим доступа: <http://www.agregat73.ru>.
6. Конструирование и расчет вагонов: Учебник для ВУЗов ж.д. транспорта / Подред. В.В. Лукина. – М.: УМК МПС России, 2000. – 731с.
7. ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт транспортного машиностроения» [сайт производителя] – Режим доступа: <http://www.vniitransmash.ru>.
8. EN 15020:2006+A – Railway applications - Rescue coupler - Performance requirements, specific interface geometry and test methods
9. Кобищанов В.В., Антипин Д.Я. Исследование безопасности эксплуатации пассажирских вагонов, оборудованных беззазорным сцепным устройством, в поездах постоянного формирования. Вісник СНУ ім. В. Даля – № 4 (158) – Частина 2 – 2011.
10. «Универсальный механизм». Руководство пользователя , 2006.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		83

11. Гребенюк, П.Т. Тяговые расчеты: Справочник./ П.Т. Гребенюк, А.Н. Долганов, А.И. Скворцов. – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.
12. Вершинский, С.В. Динамика вагона/С.В. Вершинский, В.Н. Данилов, И.И. Челноков. – М.: Транспорт, 1972. – 353 с.
13. Скороход С.А., Столетов С.А., Босецкая Д.О., Гречкин А.А. Анализ применения автосцепного устройства БСУ-3 на пассажирском подвижном составе. Збірник наукових праць ДП «УкрНДІВ»: Збірник наукових праць «Рейковий рухомий склад», вип. №4-5, 2011. с. 48-52.
14. Чечулин Е. С. Обоснование рациональных параметров межвагонных связей пассажирских вагонов поездов постоянного формирования: диссертация ... к. т. н.: 05.22.07, «Брянский государственный технический университет», 2017. – 120 с.
15. Антипин Д.Я. Оценка влияния беззазорных сцепных устройств на безопасность пассажирских поездов. Труды 53-й научной конференции МФТИ «Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук». Часть III. Аэрофизика и космические исследования. Том 2. – М.: МФТИ, 2010. С. 25-26.
16. Чечулин, Е.С. Анализ влияния параметров межвагонного перехода на динамические характеристики отечественного пассажирского вагона/ Е.С. Чечулин// Будущее машиностроения России: сб. тр. Всерос. конф. молодых ученых и специалистов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – С. 272-273.
17. Чечулин, Е.С. Обоснование технических решений по снижению уровня колебаний влияния кузовов пассажирских вагонов/ Е.С. Чечулин// Современные проблемы машиноведения: тез. докл. IX Междунар. науч.-техн. конф. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2012. – С. 21-22.
18. Чечулин, Е.С. Исследование динамических параметров пассажирских вагонов оборудованных модернизированными межвагонными связями / Е.С. Чечулин// Новые материалы, оборудование и технологии в

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		84

промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых.  
– Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2012. – С. 57.

19.Чечулин, Е.С. Оценка безопасности пассажирских вагонов, оборудованных модернизированными межвагонными связями/ Е.С. Чечулин// XXIV Международная инновационно-ориентированная конференция молодых ученых и студентов «Актуальные проблемы машиноведения» (МИКМУС - 2012): Труды конференции. – М.: ИМАШ РАН, 2012. – С. 197-200.

20.Чечулин, Е.С. Исследование влияния параметров межвагонных связей на переходные процессы движения пассажирского подвижного состава/ Е.С. Чечулин// Будущее машиностроения России: сб. тр. Всерос. конф. молодых ученых и специалистов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – С. 282-283.

21.Чечулин, Е.С. Влияние конструкции межвагонных связей пассажирских вагонов на их динамические характеристики/ Е.С. Чечулин, Д.Я. Антипин, В.В. Кобищанов, Д.Ю. Расин// Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – №4. – С. 28-31.

22.Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М.: ГосНИИВ – ВНИИЖТ, 1983.-260 с.

					0032.206516.МР.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		85

## СПИСОК РИСУНКІВ

- Рисунок 1 – Пружня площадка з буферами важкого типу.
- Рисунок 2 – Амортизатор шпінтонного типу для полегшеного пружної площадки.
- Рисунок 3 – Пружна площадка з гумовим ущільненням.
- Рисунок 4 – Буфери.
- Рисунок 5 – Загальний вигляд пружного огороження з поворотними створками.
- Рисунок 6 – Міжвагонний перехід фірми Hubner для вагонів поїздів міжнародних сполучень.
- Рисунок 7 – Міжвагонний перехід фірми Hubner для вагонів поїздів постійного формування.
- Рисунок 8 – Загальний вигляд міжвагонного переходу.
- Рисунок 9 – Зчіпний пристрій СА-3 на пасажирському вагоні.
- Рисунок 10 – Конструктивне виконання БСУ-3.
- Рисунок 11 – Автозчіпка Джаннея.
- Рисунок 12 – Зчіпний пристрій Томлінсона.
- Рисунок 13 – Автозчіпний пристрій системи Шарфенберг.
- Рисунок 14 – Зчіпний пристрій швидкісного поїзда Сінкансен (Shinkansen).
- Рисунок 15 – Зчіпний пристрій з клиновим фіксатором.
- Рисунок 16 – Автоматичний зчіпний пристрій типу GF.
- Рисунок 17 – Зчіпний пристрій жорсткого типу електропоїзда ЕС2Г.
- Рисунок 18 – Види коливань.
- Рисунок 19 – Основні способи встановлення гасників коливань на вагоні.
- Рисунок 20 – Гасники коливань.
- Рисунок 21 – Поїзд HSR350X.
- Рисунок 22 – Установка гасників коливань в міжвагонному просторі.
- Рисунок 23 – Автоматична зчіпка (вигляд спереду).
- Рисунок 24 – Автоматична зчіпка (вигляд збоку).

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		86

- Рисунок 25 – Загальний вигляд автозчіпки.
- Рисунок 26 – Загальний вигляд жорсткої міжвагонної зчіпки.
- Рисунок 27 – Схема формування електропоїзда HRCS2 Hyundai Rotem.
- Рисунок 28 – Будова автозчіпки швидкісного електропоїзда HRCS2 Hyundai Rotem.
- Рисунок 29 – Загальна будова жорсткої міжвагонної зчіпки.
- Рисунок 30 – Головка зчіпки.
- Рисунок 31 – Графік діапазону збирання головки зчіпки типу 10.
- Рисунок 32 – Позиція готовності до зчеплення - спрощене креслення.
- Рисунок 33 – Вигляд автозчіпного пристрою у зчепленому стані.
- Рисунок 34 – Процес розчеплення автозчіпного пристрою.
- Рисунок 35 – Будова розчіпного пристрою.
- Рисунок 36 – Схема з'єднання повітропроводу для гальмівної магістралі.
- Рисунок 37 – З'єднання повітропровода ГМ (позиція «зчеплення завершено»).
- Рисунок 38 – З'єднання повітропровода ГМ (позиція «розчеплення»).
- Рисунок 39 – Підключення повітропроводу до головного резервуару.
- Рисунок 40 – Електропривід управління головкою.
- Рисунок 41 – Загальний вигляд хвостовика автозчіпки.
- Рисунок 42 – Загальний вигляд зчіпного приладу гумової прокладки.
- Рисунок 43 – Крива сила-зміщення зчіпного приладу гумової прокладки.
- Рисунок 44 – Позиція «Готовий до зчеплення».
- Рисунок 45 – Зчеплена позиція.
- Рисунок 46 – Розчеплене положення.
- Рисунок 47 – Положення приводу для ручного розчеплення електричних головок.
- Рисунок 48 – Схема ручного розчеплювання зчіпок.
- Рисунок 49 – Положення ручки розчіпного тросу.
- Рисунок 50 – Конструктивне виконання адаптера.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		87

- Рисунок 51 – Модуль типу Scharfenberg.
- Рисунок 52 – Модуль типу СА-3.
- Рисунок 53 – Місце зберігання адаптера.
- Рисунок 54 – Конструктивне виконання адаптера для жорсткої міжвагонної зчіпки.
- Рисунок 55 – Сторона з'єднання з жорсткою міжвагонною зчіпкою.
- Рисунок 56 – Монтаж адаптера на стороні автозчіпки.
- Рисунок 57 – Динамічна модель зчепу.
- Рисунок 58 – Вертикальні прискорення кузовів в першій по ходу руху п'ятниковій зоні.
- Рисунок 59 – Горизонтальні прискорення кузовів в першій по ходу руху п'ятниковій зоні.
- Рисунок 60 – Схема складу поїзда з вагонами, обладнаними автозчіпними пристроями СА-3 і жорсткими безззорними автозчіпними пристроями.
- Рисунок 61 – Схема складу поїзда з вагонами, обладнаними автозчіпними пристроями СА-3.
- Рисунок 62 – Залежність горизонтальних прискорень кузова від швидкості руху вагона в кривій ділянці колії.
- Рисунок 63 – Залежність рамної сили від швидкості руху вагона в кривій ділянці колії.
- Рисунок 64 – Залежність показника плавності ходу у горизонтальній площині від швидкості руху вагона до кривій ділянці колії.
- Рисунок 65 – Залежність максимальних сил віджимання рейки в горизонтальній площині від швидкості руху вагона в кривій ділянці колії.
- Рисунок 66 – Залежність потужності сил тертя в контакті колесо-рейка по гребеню колеса від швидкості руху вагона до кривій ділянці колії.
- Рисунок 67 – Залежність коефіцієнта запасу стійкості проти сходу колеса з рейки від швидкості руху в кривій ділянці колії.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		88

## СПИСОК ТАБЛИЦЬ

Таблиця 1 – Технічні характеристики безззорний зчіпних пристроїв.

Таблиця 2 – Види та методи неруйнівного контролю деталей вагонів.

Таблиця 3 – Переваги та недоліки видів контролю технічного стану автозчіпного пристрою.

Таблиця 4 – Класифікація поглинаючих апаратів.

Таблиця 5 – Результати динамічних характеристик вагонів, обладнаних буферними пристроями та без них.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		89

## АНОТАЦІЯ І КЛЮЧОВІ СЛОВА

Данилишин Б.І. Дипломна магістерська робота на тему: «Використання модульних перехідних зчепів на швидкісному рухомому складі України у міжнародному сполученні»: 91 с., 67 рис., 5 табл., 22 дж.

**ШВИДКІСНИЙ РУХОМИЙ СКЛАД, АВТОЗЧІПНИЙ ПРИСТРІЙ, ДИНАМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ПОГЛИНАННЯ ЕНЕРГІЇ, ТЕХНІЧНІ СПЕЦІФІКАЦІЇ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ**

Об'єкт дослідження – модульні перехідні зчепи для автоматичного зчеплення автозчіпок СА-3 із безззорними зчіпними пристроями.

Предмет дослідження – підходи щодо експлуатації модульних перехідних зчепів відповідно до технічних специфікацій інтеперабельності (ТСІ).

Мета роботи – визначення можливості використання модульних перехідних зчепів на швидкісному рухомому складі України у міжнародному сполученні.

Для досягнення поставленої мети в роботі виконано огляд конструкцій міжвагонних в'язків, включаючи буферні пристрої та міжвагонні переходи, розглянуто методи контролю та вимоги нормативних документів до автозчіпного обладнання, які використовуються в Україні та країнах ЄС, наведено систему зчеплення електропоїзда HRCS2 Hyundai Rotem, рекомендовано для зчеплення автозчіпки СА-3 з безззорним зчіпним пристроєм використовувати модульну перехідну зчіпку, досліджено ефективність використання безззорного зчіпного пристрою на швидкісному рухомому складі постійного формування, а саме динамічні показники пасажирських вагонів та вплив буферних пристроїв на ці показники.

Проведені дослідження дозволяють, використовуючи даний підхід, здійснювати експлуатацію швидкісних поїздів постійного формування у міжнародному сполученні відповідно до технічних специфікацій інтеперабельності.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		90

## ABSTRACT AND KEYWORDS

Danylyshyn Bohdan. Master's degree on «The use of modular transitional couplings on the high-speed rolling stock of Ukraine in international traffic»: 91 p., 67 figs., 5 tables, 22 sources.

SPEED TRAFFIC, AUTO CHAIN DEVICE, DYNAMIC INDICATORS, ENERGY ABSORPTION, INTEROPERABILITY TECHNICAL SPECIFICATIONS

The object of research is modular transitional couplings for automatic coupling of automatic couplers CA-3 with backlash-free couplings.

The subject of the research is approaches to the operation of modular transitional couplings in accordance with the technical specifications for interoperability (TSI).

The purpose of the work is determination of the possibility of using modular transitional couplings on high-speed rolling stock of Ukraine in international traffic.

To achieve this goal, the work reviewed the structures of inter-car connections, including buffer devices and inter-car passages, considered the control methods and regulatory requirements for automatic coupler equipment that are used in Ukraine and the EU countries, provided the clutch system of the HRCS2 Hyundai Rotem electric train, recommended for automatic coupler clutch CA-3 with a backlash-free coupling device to use a modular transitional coupling, the efficiency of the use of a backlash-free coupling device on high-speed rolling stock of constant molding was investigated, namely, the dynamic indicators of passenger cars and the effect of buffer devices on these indicators.

The studies carried out make it possible, using this approach, to operate high-speed trains of permanent formation in international traffic in accordance with the technical specifications of interoperability.

					0032.206516.MP.2021.001	Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		91