

**Шапошник Владислав Юрійович<sup>1</sup>, Шикунів Олександр Анатолійович<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup> Доцент, кафедра «Вагони та вагонне господарство», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, вул. Лазаряна, м. Дніпро, 49010, Україна. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4701-6491>

<sup>2</sup> Доцент, кафедра «Вагони та вагонне господарство», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, вул. Лазаряна, м. Дніпро, 49010, Україна. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8256-2634>

\*Автор, відповідальний за листування: [tri\\_s@ua.fm](mailto:tri_s@ua.fm)

## ПРОБЛЕМА ОБРИВІВ АВТОЗЧЕПІВ

*Проблема обривів автозчепів залишається актуальною для залізничного транспорту. В роботі приведені ряд дефектів, що виявлено в обірваних автозчепках. Проведений аналіз міцності автозчепу свідчить про наявність запасу міцності, але виявлені в обірваних автозчепках дефекти перевищують цей запас. Аналіз нормативної документації та методів контролю автозчепів свідчить, що методи руйнівного та неруйнівного контролю, що використовуються при виготовленні та ремонті автозчепів на можуть в повному обсязі охопити дефекти, які можуть виникати при їх виготовленні. Тому найважливішим кроком у вирішенні цієї проблеми повинно стати підвищення якості контролю корпусу автозчепу. Запропоновано використання акустичного контролю, а саме тіньового або дзеркально-тіньового методу для контролю хвостовика автозчепу в місці отвору під клин тягового хомута. Робота методів ґрунтується на зменшенні амплітуди сигналу при проходженні через несплошність металу, що дозволяє виявляти наявність внутрішніх дефектів. Ці методи дозволяють виявляти значні внутрішні ливарні дефекти типу несплошність металу, що зменшить ймовірність обриву автозчепів через наявність цього типу дефекту. На відміну від наявних методів контролю внутрішніх ливарних дефектів, запропоновані методи є неруйнівними та можуть бути застосованими до всіх автозчепів після незначної підготовки поверхні для контролю.*

**Ключові слова:** автозчеп, обрив, неруйнівний контроль, ультразвуковий контроль, тіньовий метод, міцність, безпека.

**Вступ.** Обов'язком всіх працівників залізничного транспорту є постійне підвищення рівня безпеки руху, як одного з найбільш важливих якісних показників роботи залізничного транспорту, постійна робота щодо попередження і усунення причин, які призводять до порушень безпеки руху поїздів. Для виконання зазначених вимог повинен підвищуватися контроль за утриманням у справному стані рухомого складу та об'єктів інфраструктури, за якістю ремонту та технічного обслуговування, впроваджуватися нова та вдосконалюється існуюча техніка, передові методи праці, засоби діагностики [1-6].

**Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми.** За інтенсивністю відчепів в поточний ремонт на ударно-тягове обладнання може припадати до 8 % від всіх несправностей, особливо у поїздах підвищеної ваги і довжини, у зимову пору року при температурі мінус 40-50 °С коли міцність металу автозчепу на розрив знижується майже в 2 рази, складному профілю колії та помилками машиніста при управлінні

поїздом, при різниці висот осей між суміжними автозчепами більше 100 мм напруження в тілі автозчепу при однакових прокольних силах більше в 3-4 рази у порівнянні з співвісним розташуванням та ін. [7, 8, 9].

Ударно-тягові прилади призначаються для з'єднання одиниць рухомого складу між собою, передачі зусиль, пом'якшення дії цих зусиль на рухомий склад, а також для утримання зчеплених вагонів на певній відстані один від одного. Одним з найбільш навантажених та таким, що працює в найбільш тяжких умовах елементом ударно-тягового пристрою є корпус автозчепу. Корпус автозчепу СА-3, рис.1, виконаний у вигляді порожнистого сталевого виливку з низьколегованих сталей 20ГЛ, 20ФЛ, головна частина якого плавно переходить в подовжений хвостовик [10].

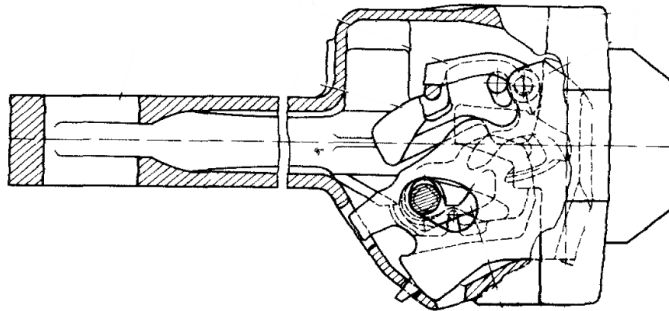


Рис. 1. Переріз корпусу автозчепу СА-3 з механізмом

Основним видом порушення безпеки руху поїздів по несправності автозчепного обладнання є обриви автозчепів, через тріщини в корпусі автозчепу. Також відомі випадки сходу вагонів через наїзд на обірваний корпус автозчепу. Близько 15-20 % тріщин приходяться на перемичку і стінки клинового отвору, 11% - на тіло хвостової частини, решта - це тріщини в тілі головки автозчепу. Огляд корпусів автозчепів з тріщинами і зламами хвостової частини показав, що 60 % корпусів автозчепів, крім того, мали дефекти технологічного походження (товщина стінок менше встановленої, дефекти литва) [7, 8].

**Мета і завдання дослідження.** Дослідження сучасного стану контролю корпусу автозчепу та визначення можливості підвищення якості контролю цього вузла.

**Матеріали та методи дослідження.** До основних несправностей корпусу автозчепу СА-3 відносяться (рис.2) [8, 11]:

- тріщини 1 в кутах, утворених ударною стінкою зіву і бічною стінкою великого зуба, а також між цією стінкою і тяговою стороною великого зуба;
- зноси 2 тягових і ударних поверхонь великого і малого зубів;
- знос поверхні 3 упору голови автозчепу.
- тріщини 4 в місці переходу голови до хвостовика;
- зім'яття 5 стінки отвору для клина тягового хомута;
- тріщини 6 в стінці отвору для клина тягового хомута;
- знос 7 упорної поверхні хвостовика;
- зноси 8 поверхонь корпусу в місці дотику з поверхнями отвору ударної розетки;
- тріщини в кутах прорізів для замка і замкотримача;

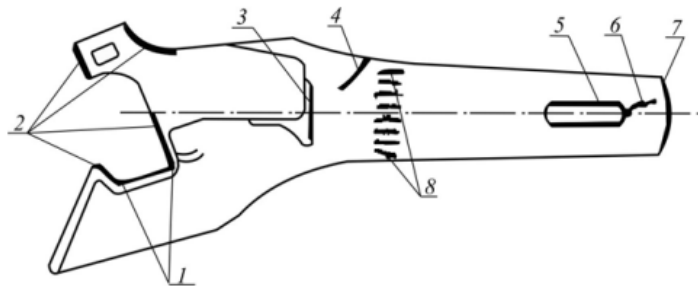


Рис. 2. Місця пошкоджень і зносів корпусу автозчепу

На рис. 3 приведені фото обривів корпусу автозчепу СА-3. У місці розриву по отвору для клина тягового хомута наявні значні за розмірами внутрішні дефекти металу. Згідно з ДСТУ ГОСТ 32885 [12] у цьому місці метал повинен мати повну заливку.



Рис. 3. Обрив корпусу автозчепу СА-3 по отвору для клина тягового хомута

Протягом року вагон приблизно 30 раз навантажується силами розтягування та стиснення які досягають 250-300 тс і навіть перевищувати ці значення сил [7, 13-15]. Проведемо розрахунок корпусу автозчепу на міцності саме в перетині його отвору під клин (рис.4, переріз VI) [16-19].

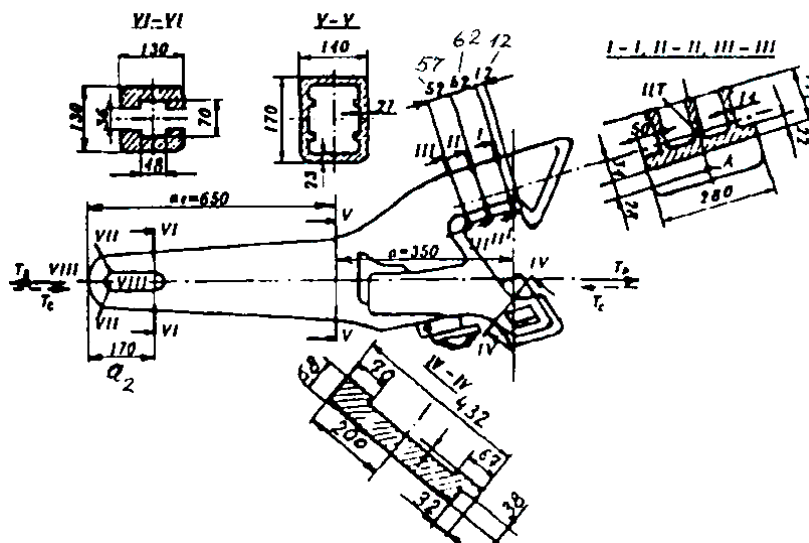


Рис. 4. Розрахункова схема корпусу автозчепу

Напружений стан хвостовика корпусу автозчепу оцінюється при дії поздовжньої сили розтягування  $T_p = 2,5$  МН та стиснення  $T_c = -3,5$  МН при ексцентриситеті цих сил  $e = 50$  мм. Напруження в перерізі VI визначають за формулою:

$$\sigma_{P(C)} = \pm\sigma_M \pm \sigma_N \leq [\pm\sigma_T]. \quad (1)$$

Отримані напруження не повинні перевищувати допустимі для сталі марки 20Г1ФЛ з границею текучості  $[\sigma_T] = 400$  МПа. Напруження які виникають у розрахунковому перерізі визначаємо за формулами:

$$\sigma_M = \frac{T_{P(C)} e_{VI}}{W}, \quad (2)$$

$$\sigma_N = \frac{T_{P(C)}}{F}, \quad (3)$$

де  $W$ ,  $F$  – момент опору та площа поперечного перерізу відповідно,  $W_{VI} = 260$  см<sup>3</sup>,  $F = 105,88$  см<sup>2</sup>.

$$e_{VI} = \frac{e}{2} \frac{a_2}{a + a_1}, \quad (4)$$

де  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a$  – відстані до розрахункового перерізу VI,  $a_1 = 650$  мм,  $a_2 = 170$  мм,  $a = 350$  мм.

Підставивши данні отримаємо:

$$\sigma_p = 4,09 + 23,61 = 27,70 \text{ кН/см}^2 = 276,98 \text{ МН/м}^2 \leq [400 \text{ МПа}]$$

$$\sigma_c = -5,72 + (-33,06) = -38,78 \text{ кН/см}^2 = -387,77 \text{ МН/м}^2 \leq [400 \text{ МПа}]$$

Умова міцності корпусу автозчепу у перерізі отвору під клин виконується в обох варіантах прикладання навантажень (розтягання та стиснення). Однак, запас по міцності складає лише 3 % при дії стискаючої сили та 31% при дії сили розтягання. При наявності у відливці внутрішніх дефектів, що зменшують площу перерізу запас міцності буде зменшуватися. При наявності дефектів площею 3,8 см<sup>2</sup> та 36,28 см<sup>2</sup> більше відповідно для стискання та розтягання умова міцності корпусу автозчепу у перерізі отвору під клин не виконується.

Аналіз обривів автозчепів показав, що площа старої тріщини в перемичці і стінках отвору під клин нерідко становить 50-80% площі перетину. Зазначимо, що міцність автозчеплення наближається до міцності хребтових балок, особливо у 4-вісних цистерн [7]. Вирішувати проблему обривів автозчепів збільшенням їх міцності недоцільно, саме тому необхідно підвищувати якість контролю корпусу автозчепу, з метою виявлення недопустимих дефектів.

При виготовленні, прийманні продукції та проведенні планових видів ремонту обов'язково проводиться неруйнівний контроль (НК) деталей автозчепного пристрою. НК корпусу автозчепу може проводитися наступними методами [20-24]:

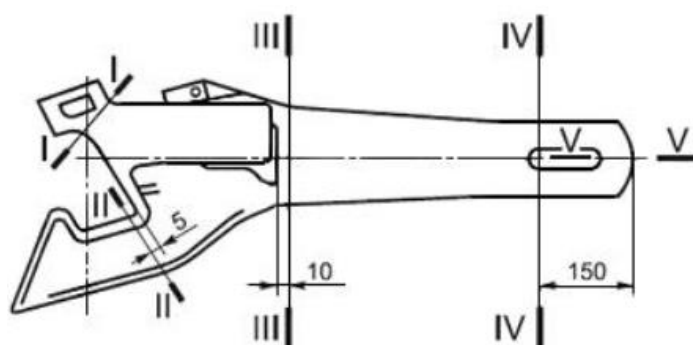
І. Магнітопорошковим методом неруйнівного контролю який базується на притяганні магнітних часток магнітним полем розсіювання, що виникає над дефектом при намагнічуванні деталі.

II. Вихрострумовим методом неруйнівного контролю який ґрунтується на аналізі взаємодії зовнішнього електромагнітного поля з електромагнітним полем вихрових струмів, що наводяться в об'єкті контролю зовнішнім полем.

III. Ферозондовим методом неруйнівного контролю який ґрунтується на виявленні ферозондовим перетворювачем магнітного поля розсіювання дефекту в попередньо намагнічених деталях і перетворенні його в електричний сигнал.

Розглянуті методи контролю дозволяють контролювати всю поверхню деталі або окремі її ділянки і виявляти поверхневі і підповерхневі дефектів типу тріщин різноманітного походження, флокенів, закатів, надривів, волосовин, розшарувань та ін.

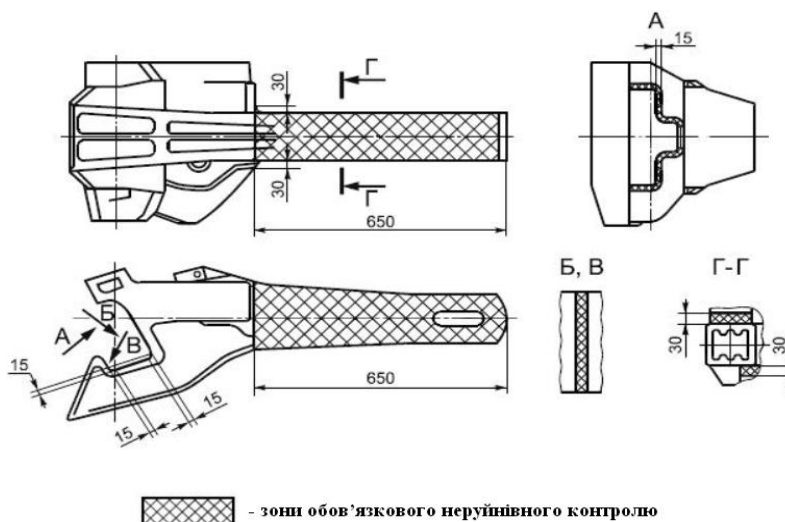
При виготовленні автозчепів не рідше одного разу в місяць при періодичних випробуваннях контролюють наявність та розмір внутрішніх дефектів при розрізанні корпусу автозчепу по перетинах в місцях, зазначених на рис.5 [25].



*Рис. 5. Місця розрізання корпусу автозчепу для контролю внутрішніх дефектів*

При проведенні НК корпусу автозчепу не виключені такі помилки як пропуск та виявлення хибних дефектів. Ці помилки можуть бути викликані як низькою кваліфікацією дефектоскопіста так і низькою інших факторів пов'язаних із шорсткістю поверхні деталі, локальними змінами електромагнітних властивостей металу, зміною кривизни контрольованої поверхні та інш.

Зони проведення неруйнівного контролю згідно з [25] подані на рис.6



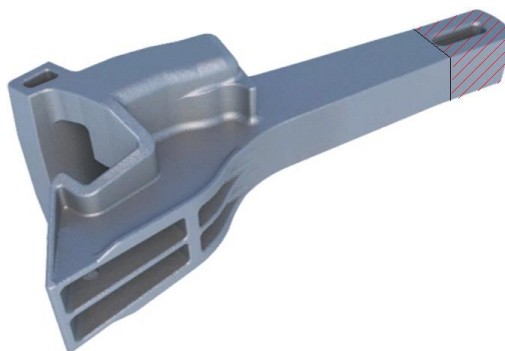
*Рис. 6. Зони обов'язкового неруйнівного контролю корпусу автозчепу СА-3*

Згідно з вимогами [25] неруйнівний контроль корпусу автозчепу повинен проводитися будь-якими методами, що забезпечують необхідну точність, тобто конкретні методи та методики контролю цим нормативним документом не оговорені.

Огляд методів контролю передбачених [25] та відповідними інструкціями Укрзалізниці [20, 23] показав, що методи неруйнівного контролю здатні виявляти лише поверхневі та підповерхневі дефекти корпусу автозчепу, а руйнівний метод контролю не може гарантувати, що внутрішні дефекти, особливо в зоні отвору під клин тягового хомута, відсутні в інших автозчехах, або не розміщуються в зоні хвостовика автозчепу де не передбачено обов'язкове розрізання.

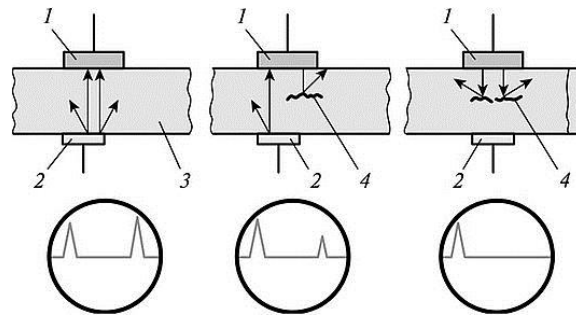
Як бачимо з рис.3 дефекти литва розміщується вглибині металу, а можливими методами НК які спроможні виявити такі дефекти з достатньою точністю є акустичний або радіаційний методи [26-28]. Серед цих методів найбільше розповсюдження при проведенні НК деталей залізничного транспорту отримав акустичний метод контролю, а саме ультразвуковий метод контролю, який наразі успішно застосовується при контролі осей, коліс, упорного кільця буксового підшипника, товщинометрії та контролі зварних швів. Широке різноманіття акустичних методів контролю дозволяє обрати оптимальний метод контролю для кожної деталі.

Зони ультразвукового контролю корпусу автозчепу в місці отвору під клин показана на рис. 7. Контролюється область на відстані 187 мм від торця хвостовика.



*Рис. 7. Зони ультразвукового контролю корпусу автозчепу*

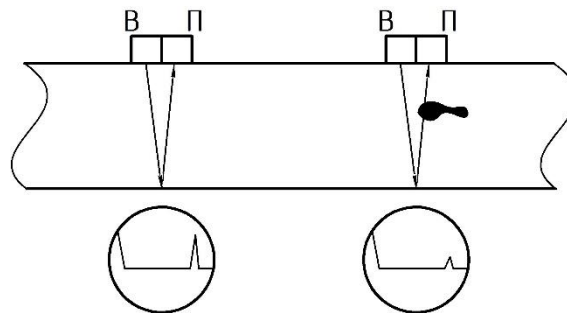
Для ультразвукового контролю зазначеної зони пропонується застосовувати тінювий або дзеркально-тінювий метод. Тінювий метод відноситься до методів проходження та заснований на посиленні у виріб який контролюється пружних коливань і реєстрації їх інтенсивності після проходження звукової хвилі через виріб. Найчастіше випромінювач і приймач розташовуються по різні боки об'єкта контролю. При динамічному скануванні вони повинні рухатися синхронно. Переваги цього методу полягають в меншій залежності від орієнтації дефекту, ніж в методі відображення. До недоліків даного методу відносять необхідність двостороннього доступу до деталі, необхідність синхронного переміщення випромінювача і приймача, неможливість визначити координати дефекту. Даним методом добре виявляються внутрішні дефекти металу розміром від 8 мм. Схема контролю тінювим методом показана на рис.8.



**Рис. 8. Схема контролю тіньовим методом прямим перетворювачем та зображення сигналів на екрані дефектоскопа:**

1 – випромінювач, 2 – приймач; 3- дефект; 4 – об’єкт контролю

При дзеркально-тіньовому методі ознакою виявлення дефекту служить ослаблення амплітуди сигналу, відбитого від протилежної поверхні (її зазвичай називають донної поверхнею) виробу. Додатковою перевагою цього методу в порівнянні з тіньовим є односторонній доступ (рис.9) – випромінювач (В) та приймач (П) знаходяться з одного боку деталі та можуть бути об’єднані в один корпус.



**Рис. 9. Схема контролю дзеркально-тіньовим методом та зображення сигналів на екрані дефектоскопа**

Запропоновані методи контролю доцільно впроваджувати при виготовленні корпусів автозчепів та при приймальному контролі автозчепів Укрзалізницею. Подальші дослідження цього питання повинні бути направлені на розробку відповідних методик проведення ультразвукового неруйнівного контролю та оцінки результатів цього контролю, а також проведення експериментальних досліджень з метою визначення ефективності запропонованих рішень.

**Висновки.** Проблема обривів автозчепів залишається актуальною для залізничного транспорту. Як показав аналіз літератури вирішувати цю проблему збільшенням міцності корпусу автозчепу недоцільно. Тому найважливішим кроком у вирішенні цієї проблеми повинно стати підвищення якості контролю корпусу автозчепу. Аналіз методів контролю, особливо зони отвору під клин тягового хомута показав, що можливість виявлення внутрішніх дефектів металу (пори, раковини) вкрай мала, та можлива лише при проведенні руйнівного контролю. Авторами запропоновано використання акустичного контролю, а саме тіньового та дзеркально-тіньового методу. Поставлено питання необхідності розробки відповідних методик проведення ультразвукового неруйнівного контролю, а

також проведення експериментальних досліджень. Запропоновані методи контролю пропонуються до впровадження на етапі виробництва та приймання продукції.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Huang H.Z., Yuan X., Yao X.S. Fuzzy fault tree analysis of railway traffic safety // Conference on traffic and transportation studies, American society of civil engineers, 2000. P. 107–112
2. Reidemeister A. et al. Improvement of the open wagon for cargoes which imply loading with a “hat” // 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 985 012034. P. 1-7. Doi: 10.1088/1757-899X/985/1/012034
3. Shvets A. O., Bolotov O. O. Influence of loads from the axis of a gondola car on its dynamic indicators and railroad tracks. // Наука та прогрес транспорту. 2019. № 1 (79). P. 151–166. doi: 10.15802/stp2019/158127
4. Reidemeister O. G., Shykunov O. A. Sensitivity of stresses to the forces acting on the cast parts of freight-car bogie // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. 2018. № 4 (76). doi: 10.15802/stp2018/141186
5. Reidemeister O. H., Kalashnyk V. O., Shykunov O. A. (2016). Modernization as a way to improve the use of universal cars. // Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport, 2016. №2(62), P. 148–156. <https://doi.org/10.15802/stp2016/67334>
6. Мурадян Л.А., Шапошник В. Ю., Винстрот Бернд Уве, Муковоз С.П. Испытания перспективных тормозных колодок на железных дорогах Украины // Локомотив інформ. 2015. №7-8 (109-110). С. 20-22
7. Козубенко В. Г. Безопасное управление поездом: вопросы и ответы : учебное пособие. Москва : Маршрут. 2005. 320 с.
8. Гурский Е. П. Оценка технического состояния автосцепного устройства в эксплуатации. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. Гомель : БелГУТ, 2009. 28 с.
9. Мурадян Л. А., Шапошник В. Ю., Подосенов Д. О. Повышение надежности грузовых вагонов с применением новых технологий изготовления и восстановления рабочих поверхностей // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. 2016. № 11. С. 49–54. Doi: 10.15802/ecstr2016/91337.
10. Belyaev V. I. Standards and new design of absorbing devices for automatic SA-3 couplers // Rail Technology Review. 2013. Vol. 53, №. 3–4. P. 43–46.
11. Mousavi Zadeh N., Dehghani K., Pournavari M. Failure analysis of automatic coupler SA-3 in railway carriages // Engineering failure analysis. 2007. №14. P. 903–912.
12. ДСТУ ГОСТ 32885:2016 (ГОСТ 32885-2014, IDT) Автозчеплення моделі СА-3. Конструкція та розміри. Київ : ДП«УкрНДНЦ».
13. Урсуляк Л. В., Сапарова Л. С., Швець А. А. Оценка наибольших продольных сил в поезде при его движении по перелому продольного профиля // Проблемы та перспективи розвитку залізничного транспорту: матеріали 78 Міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпро, 17-18 травня 2018 р): Дніпро : Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту, 2018. С. 86–87.
14. Недужа Л. О., Швець А. А. Теоретичні та експериментальні дослідження міцнісних якостей хребтової балки вантажного вагона. // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2012. №1(73), С. 131–147. Doi: 10.15802/stp2018/123457
15. Daunys M., Putnaitė D., Bazaras Ž. Principles for modelling technological processes investigation into the strength and durability of automatic coupler SA-3 in railway carriages. // Transport. 2009. №24(2). P. 83–92. Doi:10.3846/1648-4142.2009.24.83-92
16. Расчет вагонов на прочность : учебное пособие для вузов / под ред. Л. А. Шадура. - 2-е изд., испр. и доп. Москва : Машиностроение. 1971. 432 с.
17. Daunys M., Putnaitė D. Determination of lifetime for railway carriages automatic coupler SA-3. // Mechanika. - Kaunas: Technologija. 2005. №.2(52). P. 5-10
18. Anghel C., Dumitru I., Faur N., Branzei N., Bogdan R., The analysis of a damaged component from the connection system of the wagons. // Engineering Failure Analysis. 2013. №29. P. 93- 107.
19. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). Київ : ДП«УкрНДНЦ».
20. Криворудченко В. Ф., Ахмеджанов Р. А. Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава железнодорожного транспорта : учеб. пособие для вузов. Москва : Маршрут. 2005. 436 с.
21. Jemec V., Grum J. Latest methods of non-destructive testing of railway vehicles. // The 8th international conference of the Slovenian society for non-destructive testing. 2005. P. 69-79.
22. Hoddinot D. S. Railway axle failure investigations and fatigue crack growth monitoring of an axle. // Proc. Instn Mech. Engrs, Part F: J. Rail and Rapid Transit. 2004. P. 283–292.
23. СТІП 0.8-2016 (Проект) Вагони вантажні. Неруйнівний контроль деталей і складових частин під час ремонту. Правила організації та проведення. АТ «Укрзалізниця».
24. СТІП 04-018:2019 «Комплект документів на технологічний процес вхідного контролю відповідальних деталей та вузлів вантажних вагонів». Наказ АТ «Укрзалізниця» від 09.08.2019 №524

25. ДСТУ ГОСТ 22703:2018 (ГОСТ 22703–2012, IDT) Деталі литі зчпних та автозчпних пристроїв залізничного рухомого складу. Загальні технічні умови. Київ : ДП«УкрНДНЦ».
26. Неразрушающий контроль и диагностика : Справочник / ред. В. В. Клюев. Москва : Машиностроение. 2003. 656 с.
27. Palanisamy S., Nagarajah R., Iovenitti P. Ultrasonic inspection of rough surface aluminium die castings. // *Insight - Non-Destructive Testing and Condition Monitoring*. 2007. №49. P. 160-164. Doi: <https://doi.org/10.1784/insi.2007.49.3.160>
28. Wilczek A., Długosz P., Hebda M. Porosity Characterization of Aluminium Castings by Using Particular Non-destructive Techniques. // *Journal of Nondestructive Evaluation*. 2015. №34. P. 26. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10921-015-0302-z>

## REFERENCES

1. Huang, H.Z., Yuan, X. & Yao, X.S. (2000) Fuzzy fault tree analysis of railway traffic safety. *Conference on traffic and transportation studies, American society of civil engineers*, 107–112. Doi: [https://doi.org/10.1061/40503\(277\)16](https://doi.org/10.1061/40503(277)16)
2. A. Reidemeister et al. (2020) Improvement of the open wagon for cargoes which imply loading with a “hat”. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 985 012034, 1-7. Doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/985/1/012034>
3. Shvets, A.O. & Bolotov, O.O. (2019) Influence of loads from the axis of a gondola car on its dynamic indicators and railroad tracks. *Наука та прогрес транспорту*, 1 (79). 151–166. Doi: <https://doi.org/10.15802/stp2019/158127>
4. Reidemeister, O.G. & Shykunov, O.A. (2018) Sensitivity of stresses to the forces acting on the cast parts of freight-car-bogie. *Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепрпетровского национального университета железнодорожного транспорта*, 4 (76), 125-133. Doi: <https://doi.org/10.15802/stp2018/141186>
5. Reidemeister, O.H., Kalashnyk, V.O. & Shykunov, O.A. (2016). Modernization as a way to improve the use of universal cars. *Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*, 2(62), 148–156. Doi: <https://doi.org/10.15802/stp2016/67334>
6. Muradian, L.A., Shaposhnyk, V.Y., Uve, Vynstrot Bernd & Mukovoz, S.P. (2015) Ispytaniya perspektivnykh tormoznykh kolodok na zheleznykh dorogakh Ukrainy [Tests of promising brake pads on the railways of Ukraine] *Locomotive Inform.* 7-8 (109-110), 20-22 [in Russian].
7. Kozubenko, V.G. (2005) Bezopasnoye upravleniye poyezdom: voprosy i otvety : uchebnoye posobiye [Safe train control: questions and answers: a study guide.]. *Moskva : Marshrut*, 320 [in Russian].
8. Gurskiy E.P. (2009) Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya avtostsepnogo ustroystva v ekspluatatsii [Assessment of the technical condition of the automatic coupler in operation]. *Gomel : BelGUT*, 28 [in Russian].
9. Muradian, L.A., Shaposhnyk, V.Y. & Podosonov D.O. (2016). Pidvyshchennia nadiinosti vantazhnykh vahoniv z vykorystanniam novykh tekhnolohii vyhotovlennia i vidnovlennia robochykh poverkhon [Improving the Reliability of Freight Wagons with the Use of New Manufacturing Technologies and Regeneration of Working Surfaces]. *Electromagnetic compatibility and safety on railway transport* 11, 49-54 [in Russian] Doi: <https://doi.org/10.15802/ecsrt2016/91337>
10. V. I. Belyaev (2013) Standards and new design of absorbing devices for automatic SA-3 couplers. *Rail Technology Review*, Vol. 53 (№3–4), 43–46.
11. Zadeh, N., Mousavi, K. & Dehghani, M. (2007) Pouranvari Failure analysis of automatic coupler SA-3 in railway carriages *Engineering failure analysis*, 14, 903–912.
12. Avtozcheplyennia modeli SA-3. Konstruktsiia ta rozmyri [Automatic coupler model SA-3 and its components. Design and dimensions]. (2016). *DSRU GOST 32885 (GOST 32885-2014, IDT) Kyiv : DP«UkrNDNTs»* [in Ukrainian]
13. Ursuliak, L.V., Saparova, L.S. & Shvets, A.A. (2018) Otsenka naibolshih prodolnyih sil v poezde pri ego dvizhenii po perelomu prodolnogo profilya [Estimation of the greatest longitudinal forces in the train when it moves along the fracture of the longitudinal profile]. *The problems and prospects of railway transport development: proceedings of the 78 International Scientific & Practical Conferenc* (pp. 86-87) Dnipro: *Dnipropetrovsk National University of Railway Transport* [in Russian]
14. Neduzha, L.O., & Shvets, A.O. (2021). Teoretychni ta eksperymentalni doslidzhennia mitsnisnykh yakosteï khrebtovoi balky vantazhnoho vahona [Theoretical and experimental research of strength properties of spine beam of freight cars]. *Science and Transport Progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*, 1(73), 131–147 [in Ukrainian] Doi: <https://doi.org/10.15802/stp2018/123457>
15. Daunys, M., Putnaitė, D., Bazaras, Ž. (2009) Principles for modelling technological processes investigation into the strength and durability of automatic coupler SA-3 in railway carriages. *Transport*, 24(2), 83–92. Doi:10.3846/1648-4142.2009.24.83-92
16. Raschet vagonov na prochnost : uchebnoye posobiye dlya vuzov [Calculation of carriages for strength:] (1971) / L. A. Shadura. - 2-e izd.. ispr. i dop. *Moskva : Mashinostroyeniye*, 432 [in Russian].
17. Daunys, M., Putnaitė, D. (2005) Determination of lifetime for railway carriages automatic coupler SA-3. *Mechanika.-Kaunas: Technologija*, 2(52), 5-10.
18. Anghel, C., Dumitru, I., Faur, N., Branzei, N., Bogdan, R. (2013) The analysis of a damaged component from the connection system of the wagons. *Engineering Failure Analysis*, 29, 93- 107.
19. ДСТУ 7598 (2014) Vahony vantazhni. Zahalni vymohy do rozrakhunkiv ta proektuvannia novykh i modernizovanykh vahoniv kolii 1520 mm (nesamokhidnykh) [Freight wagons. General requirements to calculation and designing of the new and modernized 1520 mm gauge wagons (non-self-propelled)]. *Kyiv : DP«UkrNDNTs»* [in Ukrainian]

20. Krivorudchenko, V.F., Akhmedzhanov, R.A. (2005) *Sovremennyye metody tekhnicheskoy diagnostiki i nerazrushayushchego kontrolya detaley i uzlov podvizhnogo sostava zheleznodorozhnogo transporta* [Modern methods of technical diagnostics and non-destructive testing of parts and assemblies of railway rolling stock]. *Moskva : Marshrut*, 436 [in Russian].
21. Jemec, V., Grum, J. (2005) Latest methods of non-destructive testing of railway vehicles. *The 8th international conference of the Slovenian society for non-destructive testing*, 69-79.
22. Hoddinot, D. S. (2004) Railway axle failure investigations and fatigue crack growth monitoring of an axle. // *Proc. Instn Mech. Engrs, Part F: J. Rail and Rapid Transit*, 283–292.
23. (Proekt) Vahony vantazhni. Neruiniivnyi kontrol detalei i skladovykh chastyn pid chas remontu. Pravyla orhanizatsii ta provedennia. [(Project) Freight cars. Non-destructive testing of parts and components during repair. Rules of organization and conduct]. (2016). *STP 0.8. JSC «Ukrainian railways»* [in Ukrainian]
24. Komplekt dokumentiv na tekhnolohichni protses vkhidnoho kontroliu vidpovidalnykh detalei ta vuzliv vantazhnykh vahoniv [A set of documents on the technological process of input control of responsible parts and components of freight cars]. (2019). *STP 04-018. JSC «Ukrainian railways»* [in Ukrainian]
25. Detali lyti zchipnykh ta avtozchepnykh prystroiv zaliznychnoho rukhomoho skladu. Zahalni tekhnichni umovy [Molded parts of coupler and automatic coupler devices of railway rolling stock. General specifications]. (2018) *DSTU GOST 22703 (GOST 22703–2012, IDT) Kyiv : DP«UkrNDNTs»* [in Ukrainian]
26. Nerazrushayushchiy kontrol i diagnostika : Spravochnik [Non-destructive testing and diagnostics: Handbook] (2003) / red. V. V. Klyuyev. *Moskva : Mashinostroyeniye*, 656 [in Russian].
27. Palanisamy, S., Nagarajah, R. & Iovenitti, P. (2007). Ultrasonic inspection of rough surface aluminium die castings. *Insight - Non-Destructive Testing and Condition Monitoring*. 49. 160-164. Doi: <https://doi.org/10.1784/insi.2007.49.3.160>
28. Wilczek, A., Długosz, P. & Hebda, M. (2015). Porosity Characterization of Aluminium Castings by Using Particular Non-destructive Techniques. *Journal of Nondestructive Evaluation* 34, 26. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10921-015-0302-z>

**Vladyslav Shaposhnyk<sup>1</sup>, Oleksandr Shykunov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>. Associate Professor, Department «Cars and Cars Facilities», Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, 2, Lazaryan str., Dnipro, 49010, Ukraine

<sup>2</sup>. Associate Professor, Department «Cars and Cars Facilities», Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, 2, Lazaryan str., Dnipro, 49010, Ukraine

## THE PROBLEM OF BREAKS AUTOMATIC COUPLING

*The problem of breaks automatic coupling is becoming urgent for outbound transport. In the robot, a number of defects are shown, which were found in the damaged car parts. Carrying out an analysis of the equipment of the vehicle will indicate the presence of a stock of performance, and if there is a defect in the deteriorated parts of the vehicle, it will be overwhelmed by the stock. An analysis of the normative documentation and methods in the control of car breakdowns is necessary to provide information on the methods of ruinous and non-rudimentary control, so that it can be done when preparing and repairing car breakdowns. Tom found the crocodile in the first place in the world of problems and is to blame for the increase in the quality of control to the body of the vehicle. Proponent is the acoustical control, and the very thin or mirror-thin method for the control of the shank of the autozchep in the screw hole before the wedge of the traction clamp. The robots of the methods runtyyu on the change in the amplitude of the signal when passing through the discontinuity of the metal, which allows the appearance of internal defects. These methods allow the appearance of significant internal defects such as metal discontinuities, but also to reduce the speed of car breakdowns through the appearance of this type of defect. On the basis of the obvious methods for the control of internal defects, the methods are projected that are irregular and can be stagnated to all auto-breakdowns due to minor preparation of the surface for control.*

**Keywords:** automatic coupling, break, non-destructive diagnostics, ultrasonic control, shadow method, strength, reliability.