

Г. П. КОВАЛЕНКО^{1*}, А. М. НЕТЕСА^{2*}, С. О. ЯКОВЛЕВ^{3*}

^{1*} Кафедра військової підготовки спеціалістів Державної спеціальної служби транспорту Українського державного університету науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, 49010, м. Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 382-96-32, ел. пошта grkov2014@gmail.com

^{2*} Кафедра «Будівельне виробництво та геодезія», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, 49010, м. Дніпро, Україна, тел. +38 (063) 769-25-51, ел. пошта adreyunetesa@meta.ua, ORCID 0000-0002-3364-3446

^{3*} Кафедра «Будівельне виробництво та геодезія», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, 49010, м. Дніпро, Україна, ел. пошта weis23649@gmail.com, ORCID 0000-0002-6431-4303

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ І ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ КРІПЛЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА ЗАЛІЗНИЧНІЙ ПЛАТФОРМІ

Мета. Метою роботи є дослідження засобів підвищення надійності кріплення спеціальної будівельної техніки на залізничній платформі. У статті здійснено загальний аналіз засобів і шляхи підвищення надійності кріплення спеціальної будівельної техніки на залізничній платформі під час транспортування залізничним транспортом, яка встановлена горизонтально на залізничній платформі. Наведені характеристики способів кріплення машин, особливості застосування пристосувань для кріплення, тому що силовий спосіб закріплення техніки ґрунтується на збільшенні сили тертя, що виникає між вантажем та платформою, та проаналізовані їхні недоліки. **Методика.** Дослідження виконано на основі аналізу літературних джерел, досвіду використання засобів кріплення спеціальної будівельної техніки, та розроблення пропозицій по використанню можливих засобів кріплення техніки на рухомому складі, проведена оцінка перспективності їх застосування. **Результати.** У процесі виконання досліджень встановлено, що комплекти універсальних багатообороніх кріплень надійне і міцне кріплення спеціальної техніки до спеціально визначених для цього вузлів і деталей на залізничній платформі, що не допустить під час транспортування коливання і поступальні переміщення (розхитування), а також перекидання машини. **Наукова новизна.** Наукова новизна роботи полягає у тому, що вперше, на основі вибраних концепцій сформована система вибору надійного кріплення спеціальної будівельної техніки. **Практична значимість.** Розв'язано актуальну проблему щодо підвищення рівня надійності та міцності кріплення спеціальної колісної та гусеничної техніки на залізничній платформі.

Ключові слова: кріплення спеціального аварійно-рятувального обладнання, висування особового складу.

Вступ

Стан сучасної економіки України вимагає від усіх керівників підрозділів підвищити якість планувальних та організаційних рішень з метою швидкого та якісного виконання поставлених завдань з найменшими витратами коштів та матеріальних засобів, розробляти нові способи та методи вирішення поставлених завдань.

У будівництві спеціальна колісна і гусенична техніка залишаються основним засобом, який забезпечує оперативну і тактичну рухомість будівельних організацій і є головним складовим елементом та базою під монтаж спеціальної техніки, який визначає готовність будівельних організацій. Вона широко застосовується у будівництві штучних споруд і будинків у будь-яку пору року та в будь-яку погоду.

Постановка проблеми

В надскладний час агресії з боку російської федерації, першим та найважливішим

завданням для залізничного транспорту України – є забезпечення логістики перевезення військової та будівельної техніки, а також внутрішнє її переміщення. На транспорт держави лягає збільшений в 2-5 разів вантажопотік.

В умовах збільшення кількості, розкиданості та зростання інтенсивності будівництва об'єктів, виникає гостра потреба у швидкому перевезенні спеціальної колісної та гусеничної техніки залізницею. Це вимагає від будівельних організацій постійної готовності до перевезень, професійної підготовки механіків-водіїв, а також засобів і матеріалів для розміщення і закріплення техніки.

Збереження комплектності, справності і високого рівня готовності спеціальної колісної та гусеничної техніки під час транспортування залізницею є обов'язковою вимогою до відповідального перевізника, що підтверджено нормативними актами.

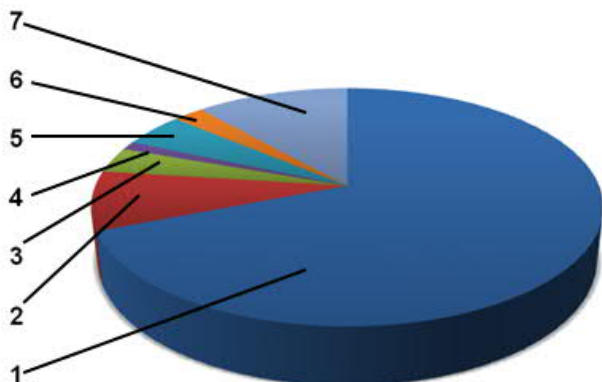
Кріплення вантажу – це процедура, яка направлена для забезпечення цілості збереження і

нерухомого стану об'єкту перевезення. Кріплення об'єкту здійснюється із застосуванням різних методів, засобів і способів. У багатьох країнах існують спеціальні нормативні документи, що регламентують процедуру кріплення вантажів. Так у Євросоюзі діють Стандарти ЕХ12195 «Запобіжні пристрої для вантажів на дорожніх автомобілях. Безпека» (ЕК12195-1. ЕМ12195-2. ЕМ12195-3. ЕІ12195-4) та Директива про безпеку на залізницях від 29 квітня 2004 року. Існування даних правил підкреслює особливий пріоритет та важливість чинника кріплення вантажу.

Отже, проблема щодо підвищення рівня надійності та міцності кріплення спеціальної колісної та гусеничної техніки на залізничній платформі є актуальною.

Основна частина

На підставі проведеного аналізу вітчизняними спеціалістами щодо збереження вантажу під час транспортування наведена діаграма переліку чинників та їхній відсоток, які впливають на збереження вантажу під час транспортування (рис. 1).



1. Кріплення.....	68 %
2. Упаковка і маркування.....	9 %
3. Спосіб завантаження.....	2 %
4. Спосіб розвантаження.....	1 %
5. Дії особового складу у процесі перевезення.....	5 %
6. Технічні несправності.....	2 %
7. Зовнішнє середовище.....	13 %

Рис. 1. Діаграма чинників, які впливають на збереження вантажу під час транспортування

Однією з головних вимог щодо успішного транспортування залізницею спеціальної колісної та гусеничної техніки, яка встановлена горизонтально на залізничній платформі, є надійність і міцність її кріплення, збереження технічного стану машин і готовності до використання за призначенням після її розвантаження.

У теперішній час для кріплення техніки на залізничних платформах застосовують такі засоби: розтяжки, обв'язки, стяжки, ув'язки, дерев'яні бруски, стойки, щити, упорні башмаки, «шпори», ложементи тощо. Засоби кріплення можуть бути одноразового і багаторазового використання (багатооборотні).

Дротяна розтяжка повинна складатися з одного відрізка дроту, який пов'язують між місцями кріплення. Нитки дроту в розтяжці повинні бути скручені між собою, кінці заплетені. Повторне використання дроту в розтяжках не допускається. Дріт для закріплення техніки застосовується м'який, термічно-оброблений (відпалений на відкритому вогні), круглий, діаметром не менше ніж 4 мм без тріщин, перекручень і інших дефектів.

Табельна розтяжка, яка складається з жорсткої петлі, яка закріплюється за буксирні гаки на буфері машини; гвинтової стяжки з важелем, яка служить для повного натягу всієї розтяжки; ланцюга, який закріплюється до стандартного елемента кріплення на залізничній платформі; замка, який за допомогою кільця фіксує ланцюг на потрібній довжині. Приклад ефективності використання пристрою багаторазового пристосування для кріплення спеціальної техніки на залізничній платформі: так норма часу на кріплення вантажівки на шасі КРАЗ-6322 за допомогою в'язального дроту із встановленням дерев'яних упорних брусків складає 180 хвилин, а за допомогою ланцюгового кріплення з використанням натяжної струбцини – всього 65–70 хвилин.

Таким чином, ефективність кріплення спеціальної техніки з використанням натяжного пристрою (талрепа) становить більше у 2,57–2,77 разів, ніж класична дротова розтяжка, що є дуже важливим чинником для швидкого завантаження-розвантаження машин під час перевезення будівельної техніки залізницею.

На залізничних платформах у складі ешелонів, кріплення горизонтально встановленої спеціальної техніки (автосамоскиди, колісні навантажувачі, причепи, напівпричепи, машини і агрегати змонтовані на автомобільних та гусеничному шасі, тощо), які мають висоту центра мас над підлогою платформи не більше ніж 1,7 м, може здійснюватися одним із наведених способів, характеристика яких представлена у табл. 1.

Описані пристосування для закріплення спеціальної (колісної та гусеничної) будівельної техніки мають значні недоліки.

Недоліком дротяної розтяжки є:

– багато часу витрачається на організацію забезпечення кріпильними матеріалами;

**Характеристика способів кріплення спеціальної техніки
під час транспортування залізничним транспортом**

Способи	Особливості застосування	Реалізація кріплення	Недоліки
Типовими дерев'яними упорними брусками та дротяними розтяжками	Застосовують під час перевезення техніки масою до 40 тон в наявності надійно діючої гальмової системи, а також масою до 7 тон для техніки без гальм.	Дротяні розтяжки – це пучок ниток в'язального дроту діаметром 6,0 мм в 4, 6 або 8 ниток, туго натягнутий між в'язальним пристроєм платформи і машиною у поєднанні з дерев'яними упорними, боковими і направляючими брусками (упорами), які закріплюються на настилі платформи скобами або цвяхами.	Багато часу і зусиль витрачається на підготовку матеріалів кріплення: відпалювання дроту на відкритому вогні, вирівнювання, розрубання і в'язання дроту у розтяжку, встановлення брусків та закріплення скобами або цвяхами.
Типовими дерев'яними упорними та боковими брусками	Застосовується під час перевезення техніки масою до 12 тон у разі наявності надійної діючої гальмівної системи, крім причепів, напівпричепів, автопоїздів.	Дерев'яні упорні, направляючі та бокові бруски кріпляться цвяхами діаметром 5-7 мм, довжиною 150-170 мм і будівельними скобами 250-300 мм з діаметром стрижня 10-15 мм.	Багато часу витрачається на організацію забезпечення кріпильними матеріалами (упорні, бокові і направляючі бруски, розподільні підкладки, цвяхи і будівельні скоби, в'язальний дріт, стійки і дерев'яні вкладки).
Універсальні кріплення багаторазового використання.	Застосовують два виду кріплення: для кріплення машин масою до 15 тон; для кріплення машин масою від 15,1 до 26,0 т. Машини масою до 40 т кріпляться двома комплектами кріплення (для машин масою від 15,1 до 26,0 т). Комплект складається з 4-х повздовжніх і 4-х поперечних упорів. У неробочому положенні вони складається у два пакети.	Універсальні кріплення багаторазового використання представляють собою упори, які складаються і мають штирі, які в них вільно пересуваються і забиваються у підлогу платформи та фіксуються спеціальними пристроями (фіксаторами).	Значне пошкодження дерев'яної підлоги платформи. Не забезпечує надійне кріплення машини у випадку навіть незначного пошкодження дерев'яної підлоги платформи (руйнування дощок, пошкодження кріплення самих дощок тощо).

– багато часу і зусиль витрачається на підготовку матеріалів кріплення: відпалювання дроту на відкритому вогні;

– вирівнювання, розрубання і в'язання дроту у розтяжку;

– встановлення брусків та закріплення скобами або цвяхами.

Недоліком табельної розтяжки є:

– мале плече важеля гвинтової стяжки і, як наслідок, недостатнє натягування кріплення, що у подальшому викликає розхитування закріпленої техніки;

– ймовірний раптовий обрив і швидке зношування ланок ланцюга, що вимагає постійного і ретельного контролю за станом ланцюга;

– ланцюг має велику масу порівняно із сталевим канатом (тросом);

– велика собівартість пристрою, яка пов'язана з виготовленням ланцюга.

До недоліків пристрою багаторазового пристосування для кріплення спеціальної (колісної

та гусеничної) будівельної техніки на залізничній платформі, яка встановлена горизонтально відносяться:

– фіксована довжина пристосування, не пристосований до зміни довжини кріплення залежно від масо-габаритних розмірів машини що обмежує його широке використання;

– ланцюг потребує постійного контролю за технічним станом;

– зварювальний ланцюг має велику масу у порівнянні з тросом, ймовірний раптовий обрив і швидке зношування ланок ланцюга, що вимагає постійного і ретельного контролю за станом ланцюга;

– карабін не забезпечує надійне зчеплення до стандартного елемента кріплення на залізничній платформі;

– велика собівартість пристрою, яка пов'язана з виготовленням ланцюга і карабінів.

– пристрій не має здатності надійно закріпитися за встановлене місце кріплення платформи;

– самостійне розкручування натяжних гвинтів талрепа під час транспортування, яке викликає послаблення натягу тросів кріплення і зменшує надійність безпечного транспортування будівельної техніки залізницею.

Послаблення натягу тросів кріплення приводить до збільшення амплітуди розхитування зразка та виникнення різних за величиною і напрямком інерційних сил, які негативно впливають на технічний стан сталеві зварної рами, прискорюють руйнування робочих поверхонь дерев'яно-металевого покриття підлоги та днища, а також підшипників колісних пар ходової частини платформи.

Вище наведений в таблиці аналіз матеріалу і пристосувань для закріплення спеціальної техніки встановленої горизонтально на залізничній платформі, свідчить про суттєві недоліки як самих способів кріплення так і їхніх матеріалів, підвищеної витрати часу на організацію, підготовку кріпильних матеріалів та виконання монтажних-демонтажних робіт під час завантаження-розвантаження машин, а також неможливість забезпечення швидкого розвантаження і застосування машин у випадку різкої зміни виробничої обстановки і вимушеної зупинки руху потягу.

Очевидно, що транспортування спеціальної техніки залізницею з використанням сучасних засобів, які забезпечують надійне і міцне

кріплення машин на залізничних платформах є досить ефективним, тому що це забезпечує готовність будівельних організацій, економію моторесурсів машин, відносно високу швидкість пересування незалежно від кліматичних умов, стану погоди, часу доби і пори року.

На сьогодні найважливішим і актуальним завданням щодо здійснення перевезення залізницею є необхідність підвищення надійності і міцності кріплення спеціальної техніки на залізничній платформі, яка встановлена горизонтально, зменшення часу і фізичних зусиль екіпажів машин на підготовку кріпильних матеріалів і виконання монтажних-демонтажних робіт під час завантаження-розвантаження, збереження технічного стану машин і залізничної платформи, а також їхньої готовності до використання за призначенням після розвантаження із залізничного рухомого складу.

Транспортування машин залізничним транспортом вимагає від будівельних організацій постійної готовності до перевезення техніки, навченості персоналу, що обслуговує дану техніку, та керівників підрозділів, які здатні у короткі строки організувати та здійснити перевезення у взаємодії з працівниками залізниці.

Розміщення та кріплення вантажів на відкритому рухомому складі повинно здійснюватися у відповідності до Технічних умов (рис. 2).



Рис. 2. Загальний вигляд кріплення на рухомому складі гусеничної та колісної техніки

Отже, для підвищення рівня надійності кріплення спеціальної техніки на залізничній платформі доцільно враховувати діючі на машину та платформу у процесі перевезення різні за величиною і напрямленням інерційні сили. Поздовжні горизонтальні інерційні сили виникають у результаті зіткнення вагонів при русі поїзда, під час маневрів і у процесі гальмування. Максимальне значення набуває поздовжня інерційна сила, яка залежить від маси вантажу і швидкості руху вагона в момент зіткнення. Перешкоджає зміщенню вантажу сила тертя. Поперечні горизонтальні інерційні сили виникають у результаті

дії центробіжної сили під час руху поїзда з максимально допустимими швидкостями у момент входження на криві та перехідні ділянки колії. Максимальне значення набуває поперечна інерційна сила, яка залежить від маси вантажу та місця розміщення його центру маси відносно вагона.

Вертикальні інерційні сили викликані прискореннями при вертикальних коливаннях платформи, яка рухається, а також силами тиску вітру, тертя та маси вантажу. Всі ці сили викликають зміщення та перекидання вантажу як в поздовжньому, так і в поперечному напрямках.

Значення інерційної сили визначається за формулою

$$F_{\text{ін}} = A \cdot M \cdot g, \text{ Н} \quad (1)$$

де A – відносна величина інерційної сили, яка залежить від типу кріплення і визначається за відстанню від центру маси машини до вертикальної площини, яка проходить через поперечну вісь платформи і розміщенням центру маси машини у вертикальній площині, яка проходить відповідно через середину платформи;

M – маса вантажу, кг;

g – прискорення вільного тяжіння, м/с^2 .

Використання табельної розтяжки (рис. 3) дозволяє за необхідності швидко змінити і

зафіксувати потрібну довжину троса, який менш трудомісткий у виготовленні, має меншу масу, високу питому несучу здатність і гнучкість, довговічність і зручність у роботі, у порівнянні з ланцюгами, працює практично безшумно, згладжує динамічні навантаження, має більшу надійність, оскільки його руйнування відбувається поступово, по мірі обриву дротиків у пучку, що дозволяє вести контроль за станом троса і вираковувати його задовго до обриву. Крім того, собівартість виготовлення троса у 8-10 разів нижче за собівартість ланцюгів, що в цілому зменшить собівартість виготовлення табельної тросової розтяжки.



Рис. 3. Універсальні багатооборотні кріплення

Висновки

Таким чином, комплекти універсальних багатооборотних кріплень надійне і міцне кріплення спеціальної колісної техніки до спеціально визначених для цього вузлів і деталей на залізничній платформі, що не допустить під час транспортування коливання і поступальні переміщення (розхитування), а також перекидання машини. Табельна розтяжка багаторазового використання надасть можливість:

- надійно і швидко закріпити будівельну колісну техніку на залізничній платформі;
- швидко за необхідності змінити і зафіксувати потрібну довжину розтяжки, що надасть можливість використання її для кріплення будь-якого зразка техніки;

- вести контроль за технічним станом розтяжка багаторазового використання;
- зменшити масу і собівартість виготовлення розтяжки;
- запобігти самостійному розкручуванню гвинтів, розхитуванню зразка будівельної техніки, виникненню різних за величиною і напрямком інерційних сил, які негативно впливають на технічний стан сталевий зварної рами платформи і прискорює руйнування робочих поверхонь дерев'яно-металевого покриття підлоги, а також підшипників колісних пар ходової частини платформи.

На жаль, на сьогодні українській промисловості, очевидно, випуск даної продукції є нерентабельним.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Технічні умови розміщення та кріплення вантажів. Додаток 3 до Угоди про міжнародне залізничне вантажне сполучення (УМВС). Станом на 1 липня 2021 року.

2. Мироненко В.К., Габа В.В., Мацюк В.І., Петренко Л.М. Залізничні вантажні перевезення: Навчальний посібник. Київ: ДЕТУТ, 2015. С. 78-90.

3. Михайлов В. В., Дорошенко П. А., Куанишев К. І. Перевезення автомобільної техніки залізницею. Молодий вчений. 2011. №4. Т.1. З. 45-46.

4. Мельник О.М. Problems statement and prospects for the development of oversized cargoes transportation in Ukraine (Стан проблеми та перспективи розвитку перевезень негабаритних вантажів в Україні) /О.М. Мельник // Судноводіння НУОМА. – 2019. – 29. – С.142-153. DOI:10.31653/2306-5761.29.219.142-153.

5. Мельник О.М. Problems statement and prospects for the development of oversized cargoes

transportation in Ukraine (Стан проблеми та перспективи розвитку перевезень негабаритних вантажів в Україні) / О.М. Мельник // Судноводіння НУОМА. – 2019. – 29. – С.142-153. DOI:10.31653/2306-5761.29.219.142-153.

6. Ачкасова Л.М. Обґрунтування факторів ефективності перевезення вантажів / Л.М. Ачкасова // Економіка транспортного комплексу. – Вип. 25. 2015. С.145–153.

7. Підвищення рівня надійності кріплення військової колісної техніки на залізничній платформі / В. В. Костюк [та ін.] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер. : Транспортне машинобудування = Bulletin of the National Technical University «KhPI». Ser. : Transport Engineering Industry : зб. наук. пр. – Харків : НТУ «ХПІ», 2018. – № 29 (1305). – С. 56-61.

Надійшла в редколегію 19.11.2022.

Прийнята до друку 23.11.2022.

H. KOVALENKO, A. NETESA, S. YAKOVLIEV

ANALYSIS OF THE BENEFITS AND WAYS TO IMPROVE THE RELIABILITY FASTENING OF SPECIAL EMERGENCY EQUIPMENT ON THE TRANSSHIPMENT PLATFORM

Goal. The purpose of the work is to study the means of increasing the reliability of fixing special construction equipment on the railway platform. **Method.** The study was carried out on the basis of the analysis of literary sources, the experience of using special construction equipment fasteners, and the development of proposals for the use of possible equipment fasteners on rolling stock, and an assessment of the prospects for their application was made. **The results.** In the process of conducting research, it was established that sets of universal multi-defense fasteners are a reliable and strong attachment of special equipment to specially designated nodes and parts on the railway platform, which will prevent oscillations and translational movements (shaking) during transportation, as well as overturning of the machine. **Scientific novelty.** The scientific novelty of the work lies in the fact that for the first time, based on the selected concepts, a system for choosing reliable fastening of special construction equipment has been formed. **Practical significance.** The urgent problem of increasing the level of reliability and strength of fastening special wheeled and tracked machinery on the railway platform has been solved.

Keywords: attachment of special emergency rescue equipment, deployment of personnel.