



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**



**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**



**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ  
III-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«ТРАНСПОРТ: НАУКА ТА ПРАКТИКА»**

**16 травня 2024 р.**



**Україна, Київ – Одеса**

УДК 629.45

**Герліці Ю., Dr. Ing., професор<sup>1</sup>, Ловська А. О., д.т.н., професор<sup>2</sup>,  
Діжо Я., PhD, доцент<sup>1</sup>, Рибін А. В., к.т.н., доцент<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Жилінський університет в Жиліні, Словаччина

<sup>2</sup>Український державний університет залізничного транспорту, Україна

## **ОСОБЛИВОСТІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПОПЕРЕЧНОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ КУЗОВА НАПІВВАГОНА ЗІ СТІНАМИ ІЗ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ**

***Анотація.** Для зменшення навантаженості кузова напіввагона в експлуатації запропоновано впровадження у якості обшивки бокових стін сендвіч-панелей. Для обґрунтування такого рішення проведено дослідження поперечної навантаженості кузова напіввагона. Встановлено, що максимальне прискорення кузова напіввагона на 4,3% нижче за те, що діє на типову конструкцію.*

### **Проблематика.**

Залізничний транспорт є однією із основних галузей, яка забезпечує ефективність функціонування транспортної інфраструктури. При цьому визначальну роль у роботі залізничного транспорту відіграє рухомий склад.

Дослідження технічного стану кузовів напіввагонів в експлуатації показало, що одним з найбільш пошкоджуваних вузлів є обшивка бокових стін. Причиною пошкоджень обшивки можуть бути вантажно-розвантажувальні операції, а також податливість вантажів, що перевозяться у кузові. Наявність власного ступеня вільності вантажу може бути обумовлена як ненадійним закріпленням в кузові, так і особливостями самого вантажу. Така обставина викликає не тільки необхідність здійснення позапланових видів ремонту вагонів, а і загрожує безпеці руху вагона у складі залізничного поїзда. У зв'язку з цим, важливим є розробка та впровадження рішень, спрямованих на зменшення навантаженості кузовів напіввагонів при експлуатаційних режимах.

**Основні матеріали дослідження.**

Для зменшення навантаженості обшивки кузова напіввагона, а відповідно і пошкоджень, пропонується виготовлення її секційною. При цьому кожна секція утворюється сендвіч-панелями. Конструкція панелі являє собою два металевих листи між якими знаходиться енергопоглинальний матеріал (рис. 1).

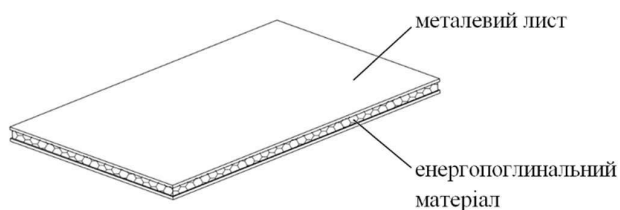


Рисунок 1. Сендвіч-панель

З метою визначення динамічного навантаження, яке діє на кузов напіввагона з урахуванням використання у якості обшивки бокових стін сендвіч-панелей проведено комп'ютерне моделювання. До уваги прийнято коливання бокової хитавиці вагона, оскільки при цьому має місце найбільша навантаженість бокових стін.

Дослідження проведено на прикладі напіввагона моделі 12-757. Підлогу даної моделі напіввагона утворюють кришки розвантажувальних люків. У зв'язку з тим, що вони мають шарнірне з'єднання з кузовом при побудові просторової моделі вони не приймалися до уваги.

Просторову модель кузова напіввагона побудовано в SolidWorks (рис. 2). Розрахунок на міцність проведено за методом скінчених елементів в SolidWorks Simulation. Для моделювання енергопоглинального матеріалу в сендвіч-панелях застосовано зв'язок "пружина-демпфер". Розрахунок реалізовано при жорсткості енергопоглинального матеріалу в сендвіч-панелі 2,5 кН/м та коефіцієнті в'язкого опору близько 3,0 кН · с/м. Дані параметри визначено шляхом математичного моделювання динамічної навантаженості кузова

напіввагона. Обпирання кузова на візки моделювалося постановкою жорстких зв'язків на п'ятниках та ковзунах.



Рисунок 2. Просторова модель кузова напіввагона зі стінами із сендвіч-панелей

Скінчено-елементна модель утворювалася ізопараметричними тетраедрами.

Результати проведених розрахунків показали, що максимальні прискорення в боковій стіні складають  $1,85 \text{ м/с}^2$ . Вони зосереджені в середній частині стіни, ближче до верхнього обв'язування. Таке розподілення полів прискорень пояснюється тим, що закріплення кузова відбувалося за п'ятники.

Важливо сказати, що з урахуванням запропонованого удосконалення, прискорення, яке діє на кузов напіввагона, на 4,3% нижче за те, що діє на типову конструкцію кузова.

### **Висновки**

Проведено комп'ютерне моделювання динамічної навантаженості кузова напіввагона з обшивкою бокових стін із сендвіч-панелей. Встановлено, що максимальне прискорення, яке діє на бокову стіну кузова напіввагона складає  $1,85 \text{ м/с}^2$  і зосереджено в її середній частині. Дане прискорення на 4,3% нижче за те, що діє на типову конструкцію напіввагона. Це доводить доцільність застосування сендвіч-панелей у якості обшивки стін кузова напіввагона.

Результати проведених досліджень сприятимуть створенню напрацювань щодо проектування сучасних конструкцій залізничних вагонів з покращеними техніко-економічними характеристиками та підвищенню ефективності використання залізничного транспорту.

<b>Градова Є.О. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ВИБІР БЕЗПЕЧНИХ ВАРІАНТІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ РФ .....</b>	<b>186</b>
<b>Герліці Ю., Ловська А. О., Діжо Я., Рибін А. В. ОСОБЛИВОСТІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПОПЕРЕЧНОЇ НАВАНТАЖЕНОСТІ КУЗОВА НАПІВВАГОНА ЗІ СТІНАМИ ІЗ СЕНДВІЧ-ПАНЕЛЕЙ .....</b>	<b>192</b>
<b>Ловська А. О., Діжо Я., Блатницький М. АНАЛІЗ ПОВЗДОВЖНЬОЇ ДИНАМІКИ ЗЙОМНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ДОВГОМІРНИХ ВАНТАЖІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАГОНОМ-ПЛАТФОРМОЮ .....</b>	<b>195</b>
<b>Равлюк В., Дерев'янчук Я. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГАЛЬМОВОЇ СИСТЕМИ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ .....</b>	<b>198</b>
<b>Ловська А.О., Діжо Я., Рибін А.В., Рукавішников П.В. ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ МІЦНОСТІ КУЗОВА НАПІВВАГОНА ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ В НЬОМУ КОНТЕЙНЕРІВ .....</b>	<b>203</b>
<b>Сиваківський С.В., Сапронова С.Ю., Воробйов О.В., Климаш А.О. ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІС ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ МІЖНАРОДНОГО І УКРАЇНСЬКОГО ДОСВІДУ .....</b>	<b>206</b>
<b>Дьомін Ю.В., Дьомін Р.Ю. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ХОДОВИХ ЧАСТИН ДЛЯ ШВИДКІСНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ КОМБІНОВАНОГО ТРАНСПОРТУ .....</b>	<b>210</b>
<b>Бережняк І.А., Дорошук В.О. ТРАНСПОРТНА БЕЗПЕКА В УКРАЇНІ.....</b>	<b>215</b>
<b>Бойко Г.О., Мірошникова М.В. ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СТАЛЕВИХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ.....</b>	<b>219</b>
<b>Маслієв В. Г., Дущенко В. В., Балєв В.М., Ванін В. А., Якунін О. О., Маслієв А.О. УДОСКОНАЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ .....</b>	<b>224</b>