

ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

УДК 625.173-752.3

О. С. ЧЕРНИШОВА<sup>1\*</sup>, М. І. УМАНОВ<sup>2</sup>, В. В. КОВАЛЬОВ<sup>1</sup>, Ю. С. МАРКОВ<sup>1</sup>, О. В. ГУБАР<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Каф. «Проектування і будівництво доріг», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпропетровськ, Україна, тел./факс + 38 (056) 373 15 48, ел. пошта okschernysh@mail.ru

<sup>2</sup>Каф. «Колія та колійне господарство», Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпропетровськ, Україна, тел./факс + 38 (056) 373 15 42, ел. пошта gubarav@mail.ru

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ У ПІСЛЯРЕМОНТНИЙ ПЕРІОД НА ЗАЛІЗНИЦЯХ УКРАЇНИ

**Мета.** Проаналізувати сили взаємодії колії та рухомого складу при застосуванні динамічних стабілізаторів, а також визначити ділянки, на яких стабілізація колії доцільна не лише за технічними показниками, але й за економічними. **Методика.** Для досягнення мети дослідження використано методи аналізу матеріальних потоків, характерні для місць, що потребують застосування динамічних стабілізаторів на коліях залізничного транспорту. **Результати.** Дослідження щодо економічної ефективності використання динамічних стабілізаторів, які виконувалися вченими останнім часом, не поширюються на порівняння вартості робіт зі стабілізації колії та втрат залізниці за період дії обкатки. Під час обкатки поїзди рухаються з обмеженою швидкістю, що викликає відповідні фінансові втрати. Обмеження швидкості призводить не лише до зростання часу руху, але й у деяких випадках до підвищеного споживання паливно-енергетичних ресурсів. А на ділянках гальмування та розгону безпосередньо перед та за ділянками обмеження спостерігається більш інтенсивне розладнання колії та зростання витрат на її поточне утримання. Розроблено методику оцінки економічної ефективності застосування динамічних стабілізаторів після виконання ремонтів колії для ділянок залізниць України з різними умовами експлуатації. Ця методика містить розрахунок втрат залізниці, що зумовлені додатковим часом руху, підвищеним споживанням паливно-енергетичних ресурсів та витратами на поточне утримання. **Наукова новизна.** Розроблено методику оцінки економічної ефективності застосування динамічних стабілізаторів у післяремонтний термін. Запропонований підхід дозволяє отримувати раціональне рішення з урахуванням особливостей ділянок, на яких виконано ремонти колії. **Практична значимість.** Отримані результати дозволяють раціонально призначати роботи з динамічної стабілізації колії з урахуванням експлуатаційних характеристик ділянок залізниць та економічної доцільності виконання запланованих робіт.

*Ключові слова:* динамічна стабілізація колії; сили взаємодії; експлуатаційні витрати; економічний ефект

### Вступ

На залізницях України після виконання модернізації або капітального ремонту колії призначають так звану обкатку колії з метою ущільнення щебеневого шару, зменшення сил взаємодії рухомого складу та колії, забезпечення рівномірної осадки колії та її стійкості. У цей час рух поїздів відбувається з обмеженими швидкостями, що впливає на експлуатаційні витрати залізниць. Згідно з «Інструкцією з улаштування та утримання колії залізниць України» ЦП-0269 [3] обкатка вважається завершеною після пропуску по ділянці 350 тис. т вантажу.

Дослідження, що проводилися вітчизняними та закордонними вченими, доводять, що застосування динамічних стабілізаторів у процесі ремонту колії дозволяє уникнути необхідності

призначення обкатки. З 2008 р. до «Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України» ЦП-0113 [6] було включено доповнення, яке зобов'язує після глибокого очищення щебеню виконувати суцільну після осадкову виправку та стабілізацію колії після пропуску 1,0...1,5 млн т бруто вантажу. Отже, вивчення й розробка технологій застосування динамічних стабілізаторів є важливим завданням колійного господарства, актуальним у сучасних умовах розвитку залізничного транспорту.

### Мета

Метою цього дослідження є аналіз зменшення сил взаємодії колії та рухомого складу під час застосування динамічних стабілізаторів,

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

а також визначення ділянок, на яких стабілізація колії доцільна не лише за технічними, а й за економічними показниками.

### Методика

Проблема ефективності застосування динамічних стабілізаторів широко висвітлюється в сучасній науковій літературі багатьох країн, у тому числі України, Росії та Німеччини. Зокрема, дослідження ефективності застосування динамічних стабілізаторів з технічної точки зору викладено в працях [1, 5, 12–15]. Низку досліджень із зазначеного питання виконано вченими кафедри «Колія та колійне господарство» ДПТУ [8–10].

У цей час на залізницях України використовують різні за конструкцією динамічні стабілізатори колії: DGS (виробництва австрійської компанії «Plasser & Theurer»), ДСП (виробництва «Калугаремпутьмаш», Росія), а з 2012 р. застосовують стабілізатор DGS 62 N вітчизняного виробництва (рис. 1).

Динамічний стабілізатор колії DGS 62 N виготовляють на Дніпропетровському заводі «Трансмаш» за підтримки австрійської фірми «Plasser & Theurer». Це самохідна колійна машина важкого типу, що застосовується для прискореної й контрольованої стабілізації колії без порушення профілю, плану та рівня під час усіх видів ремонту колії і будівництва нових залізничних колій, що відповідають вимогам Правил приймання робіт після виконання модернізації і ремонтів колії та її облаштувань [7], як самостійно, так і в комплексі з виправно-підбивальними-рихтувальними машинами. За допомогою двох стабілізуючих пристроїв, один з яких створює горизонтальне коливання поперек осі колії, другий – вертикальне навантаження, створюється ефект динамічної стабілізації, який передається на баластну призму й ущільнює її. Стабілізуючі пристрої за допомогою рейкових та затискальних роликів і автоматики витримують поперечний рівень при вібрації, ущільнюють баластну призму. Слід зазначити,



Рис. 1. Динамічний стабілізатор колії DGS 62 N виробництва Дніпропетровського заводу «Трансмаш»

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

що різні типи динамічних стабілізаторів передають на колію вібрацію різної частоти, зокрема DGS – 35 Гц, ДСП – 45 Гц.

Своєю дією динамічний стабілізатор частково замінює експлуатаційні навантаження, забезпечує стійкість колії, а також відновлює опір поперечному зсуву, що має велике значення для безпеки руху поїздів. Коливання, що створюються стабілізатором, сприяють підвищенню однорідності баласту, рівномірній осадці колії і, як наслідок, впливають на зменшення витрат на поточне утримання колії та на подовження міжремонтних термінів.

У процесі експериментів та теоретичних досліджень у поодиноких кривих (з радіусами від 500 до 2 000 м), а також на прямих ділянках колії досліджувалися зміни коефіцієнтів вертикальної динаміки (у буксовому та в централь-

ному ступені) та стійкості проти вкочування колеса на рейку. При цьому розглядалися три варіанти: ділянка після виправки колії та пропуску динамічного стабілізатора один раз; ділянка після двох виправок та двох стабілізацій; і ділянка після пропуску 1 млн т вантажу, виправки та третьої стабілізації. За результатами досліджень зроблено висновки, що застосування динамічної стабілізації зменшує сили взаємодії колії та рухомого складу і, як наслідок, – знос колії та дозволяє збільшувати міжремонтні інтервали. Також було встановлено допустимі швидкості руху поїздів залежно від плану колії, щільності баласту та допустимих величин нерівностей. Результати для ділянок з різними величинами нерівностей у плані наведено в табл. 1.

Таблиця 1

## Допустимі швидкості руху поїздів після застосування динамічних стабілізаторів колії

Радіус кривої, м	Величина нерівності в плані, мм	Після однієї стабілізації колії			Після двох стабілізацій колії			Після трьох стабілізацій колії		
		Діапазон непогашеного прискорення, м/с <sup>2</sup>		Допустима швидкість, км/год	Діапазон непогашеного прискорення, м/с <sup>2</sup>		Допустима швидкість, км/год	Діапазон непогашеного прискорення, м/с <sup>2</sup>		Допустима швидкість, км/год
		min	max		min	max		min	max	
Пряма	5	–	–	160	–	–	160	–	–	160
	10	–	–	160	–	–	160	–	–	160
	16,5	–	–	100	–	–	120	–	–	–
2 000	5	0,05	0,43	160	0,05	0,43	160	0,07	0,78	160
2 000	10	0,28	0,48	130	0,20	0,57	140	0,57	0,68	150
1 500	5	0,38	0,57	160	0,38	0,57	160	0,40	0,70	160
1 500	10	0,34	0,52	100	0,35	0,55	120	0,46	0,68	140
1 000	5	0,30	0,50	110	0,20	0,56	120	0,38	0,60	130
1 000	8	0,26	0,44	90	0,40	0,58	100	0,56	0,77	120
1 000	10	0,36	0,56	85	0,42	0,62	90	0,39	0,70	95
800	5	0,05	0,54	85	0,37	0,51	95	0,57	0,75	120
800	8	0,37	0,61	80	0,48	0,56	85	0,43	0,63	100
800	10	0,10	0,40	65	0,43	0,61	80	0,39	0,70	85
600	5	0,28	0,45	70	0,37	0,60	80	0,60	0,78	95
600	8	0,37	0,61	65	0,30	0,58	70	0,61	0,79	85
600	10	0,28	0,46	60	0,30	0,54	65	0,30	0,63	70
500	5	0,37	0,55	60	0,30	0,55	70	0,60	0,78	90

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

З табл. 1 видно, що при динамічній стабілізації на ділянці з кривою радіусом 1 500 м та більше при невеликій величині нерівності (до 5 мм), а також на прямих ділянках кількість динамічних стабілізацій не впливає на рівень допустимої швидкості. У цьому випадку після однієї стабілізації дозволяється відкривати перегін зі швидкістю пасажирських поїздів 160 км/год. Що стосується ділянок з кривими меншого радіусу, то в цьому випадку кожна наступна стабілізація дозволяє збільшувати допустимий рівень швидкості на ділянці після виконання ремонту на 10...30 %. Так, на ділянці з кривою радіусом 600 м при нерівності величиною 5 мм проведення однієї динамічної стабілізації дозволяє встановлювати допустиму швидкість руху поїздів 70 км/год, двох стабілізацій – 80 км/год, а трьох – 95 км/год (див. табл. 1). Це дає можливість уникнути додаткових витрат, що зумовлені зростанням часу руху на ділянках, де призначається обкатка колії.

Виконані дослідження [8, 10] дозволили розробити рекомендації щодо встановлення допустимих швидкостей руху пасажирських поїздів на відремонтованих ділянках, які наведено у табл. 2 залежно від параметрів плану лінії та кількості виконаних стабілізацій колії.

Дослідження щодо економічної ефективності застосування динамічних стабілізаторів, які виконувалися вченими останнім часом, не поширюються на порівняння вартості робіт зі стабілізації колії та втрат залізниці за період дії обкатки. Оскільки під час обкатки поїзди рухаються з обмеженою швидкістю, то це викликає відповідні фінансові втрати. Обмеження швидкості призводить не лише до зростання часу руху, але й у деяких випадках до підвищеного споживання паливно-енергетичних ресурсів. А на ділянках гальмування та розгону безпосередньо перед та за ділянками обмеження спостерігається більш інтенсивне розладнання колії та зростання витрат на її поточне утримання. Більш детальна інформація із зазначеного питання наведена в працях [2, 4, 11].

Авторами запропонована методика оцінки економічної ефективності застосування динамічних стабілізаторів після виконання ремонтів колії для ділянок залізниць України з різними умовами експлуатації. Ця методика містить розрахунок втрат залізниці, що зумовлені: додатковим часом руху, підвищеним споживанням паливно-енергетичних ресурсів та витратами на поточне утримання. З метою встановлення аналітичної залежності для визначення останньої складової методики авторами було

Таблиця 2

**Допустима швидкість руху пасажирських поїздів при застосуванні динамічних стабілізаторів під час виконання ремонтів колії**

План колії (радіус кривої, м)	Допустима швидкість руху пасажирських поїздів на різних етапах робіт, км/год		
	Після однієї стабілізації колії	Після двох стабілізацій колії	Після пропуску 1 млн т вантажу, виправки та третьої стабілізації
Пряма	100	120	Встановлена
2 000	100	120	Встановлена
1 500	100	120	Встановлена
1 000	100	120	Встановлена
800	85	95	Встановлена
600	70	80	Встановлена
500	60	70	Встановлена

Дані табл. 2 свідчать про те, що виконання третьої виправки та динамічної стабілізації після пропуску 1 млн т вантажу дозволяє відкривати перегін зі встановленим рівнем швидкості.

проаналізовано статистичні дані по Придніпровській та Львівській залізницях. Було опрацьовано інформацію про витрати на поточне утримання колії для кілометрів, на яких поїзди

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

рухаються у режимі гальмування або розгону. При цьому враховувалися параметри поздовжнього профілю та плану лінії, а також вантажо-напруженість ділянок залізниці.

Призначення обкатки колії передбачає після відкриття відремонтованої ділянки пропуск перших двох поїздів з допустимим рівнем швидкості 25 км/год, інших поїздів до кінця дня – 60 км/год, а надалі – 100 км/год. Після однієї динамічної стабілізації колії дозволяється пропуск поїздів з допустимим рівнем швидкості руху поїздів 100 км/год, після двох стабілізацій – 120 км/год. Виходячи з цього й виконувалися подальші дослідження за методикою, що розроблена у [2]. Вихідні дані до розрахунку прийнято такі: електрична та тепловозна тяга; маси вантажних поїздів коливалися від 3 000 до 5 000 т; маса пасажирського поїзда прийнята рівною 1 000 т; ухили поздовжнього профілю розглядалися в діапазоні 0...8 ‰; інтенсивність руху – 5...50 поїздів/добу.

У першу чергу додаткові витрати залізниці від дії обкатки колії залежать від терміну дії обкатки, який, у свою чергу, залежить від інтенсивності руху та маси поїздів (рис. 2).

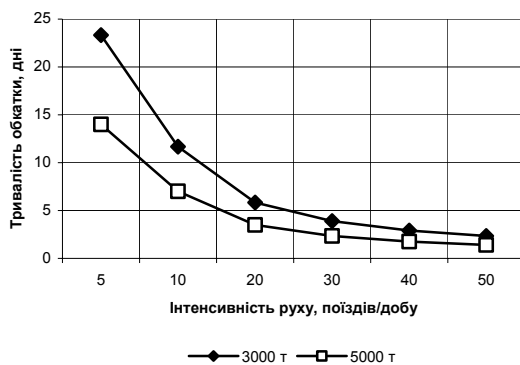


Рис. 2. Залежність терміну дії обкатки від інтенсивності руху та маси вантажного поїзда

З графіка видно (див. рис. 2), що чим більша маса поїзда та інтенсивніший рух на ділянці, тим менший термін обкатки й більші експлуатаційні витрати.

Як було зазначено вище, на додаткові витрати залізниці впливають зміни часу руху, витрат на поточне утримання та споживання паливно-енергетичних ресурсів при введенні обкатки колії. На витрати, пов'язані зі споживанням паливно-енергетичних ресурсів, впливає

значення механічної роботи локомотива, що визначалося за допомогою тягових розрахунків, а на витрати з поточного утримання – робота сил гальмування, яка також визначалася тяговими розрахунками, нарівні з часом руху. Зміни часу руху для вантажних поїздів масою 3 000 т з локомотивами серії ВЛ8 при електричній тязі та 2ТЕ116 при тепловозній зображено на рис. 3.

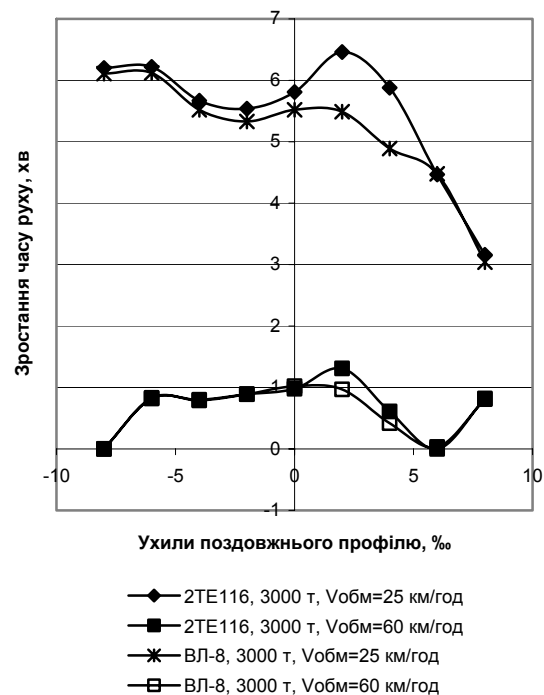


Рис. 3. Зростання часу руху при обкатці колії

З графіка (див. рис. 3) видно, що найбільш інтенсивно зростає час руху на некрутих підйомах і спусках та за меншого рівня допустимої швидкості.

На рис. 4 зображено залежність зростання механічної роботи локомотива при введенні обкатки колії. На зазначеному графіку спостерігається аналогічна до попереднього тенденція змін. Також спостерігається суттєвий вплив маси поїзда. Наприклад, під час проходження поїзда масою 5 000 т зі швидкістю 25 км/год механічна робота локомотива буде більшою майже на 30 %, ніж при проході поїзда масою 3 000 т. Але при ухилі поздовжнього профілю більшому за 5 ‰ різниця майже відсутня.

Залежність зміни роботи сил гальмування від ухилів поздовжнього профілю, мас поїздів та рівня допустимої швидкості наведена на рис. 5.

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

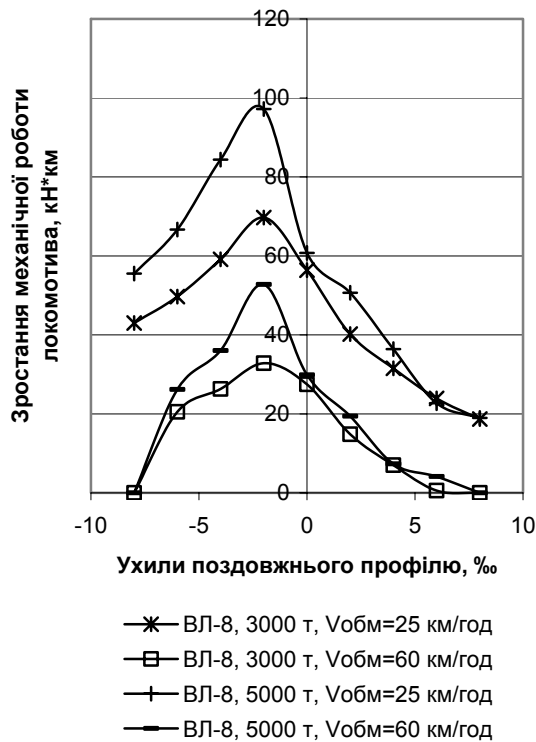


Рис. 4. Зростання механічної роботи локомотива при обкатці колії

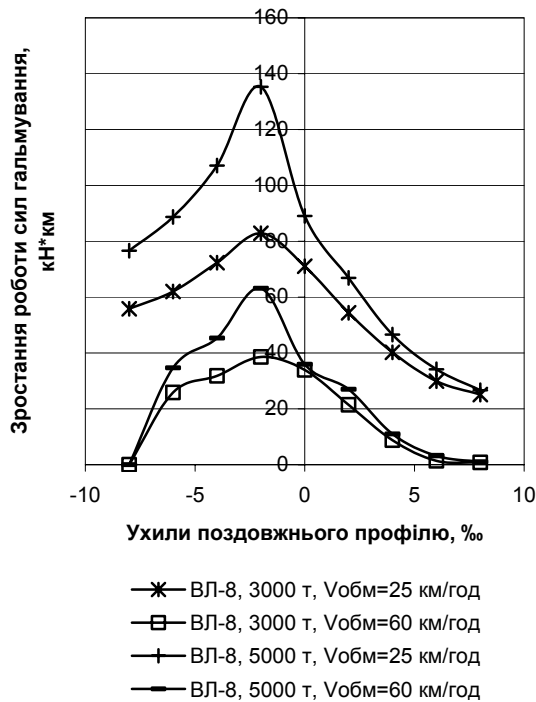


Рис. 5. Зростання сил гальмування при обкатці колії

На рис. 6 суцільною жирною лінією зображено витрати на динамічну стабілізацію колії відремонтованої ділянки, іншими лініями – додаткові витрати залізниці від дії обкатки за різної інтенсивності руху поїздів.

З попередніх графіків видно, що найбільші втрати залізниці будуть на ділянках з некрутими підйомами та спусками та інтенсивністю руху не менше 20 поїздів/добу. Так, на ділянці, якою проходить близько 50 поїздів за добу, втрати від дії обкатки колії у 2...3 рази перевищують вартість динамічної стабілізації, яка дозволяє після відкриття перегону реалізувати швидкості 100 км/год.

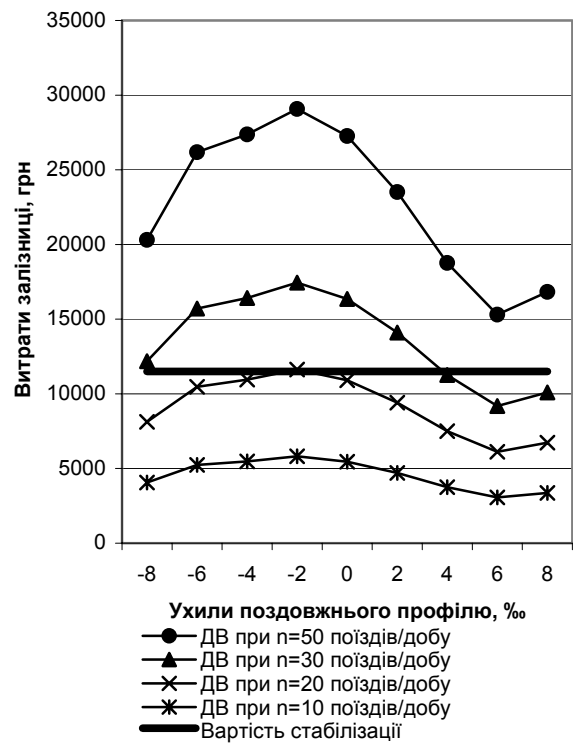


Рис. 6. Додаткові витрати залізниці від обкатки колії

Отримані результати доцільно застосовувати під час планування ремонтів залізничних колій на ділянках з різними умовами експлуатації та призначати динамічну стабілізацію, виходячи не лише з технічних, а й з економічних показників.

## Результати

Дослідження щодо економічної ефективності застосування динамічних стабілізаторів, які виконувалися вченими останнім часом, не по-

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

ширюються на порівняння вартості робіт зі стабілізації колії та втрат залізниці за період дії обкатки. Під час обкатки поїзди рухаються з обмеженою швидкістю, що викликає відповідні фінансові втрати. Обмеження швидкості призводить не лише до зростання часу руху, а в деяких випадках і до підвищеного споживання паливно-енергетичних ресурсів. А на ділянках гальмування та розгону безпосередньо перед та за ділянками обмеження спостерігається більш інтенсивне розладнання колії та зростання витрат на її поточне утримання. Розроблено методику щодо оцінки економічної ефективності застосування динамічних стабілізаторів після виконання ремонтів колії для ділянок залізниць України з різними умовами експлуатації. Ця методика містить розрахунок втрат залізниці, що зумовлені: додатковим часом руху, підвищеним споживанням паливно-енергетичних ресурсів та витратами на поточне утримання.

#### Наукова новизна та практична значимість

Розроблено методику оцінки економічної ефективності застосування динамічних стабілізаторів у післяремонтний термін. Запропонований підхід дозволяє отримувати раціональне рішення з урахуванням особливостей ділянок, на яких виконано ремонти колії.

Отримані результати дозволяють раціонально призначати роботи з динамічної стабілізації колії з урахуванням експлуатаційних характеристик ділянок залізниць та економічної доцільності виконання запланованих робіт.

#### Висновки

За результатами виконаного дослідження встановлено:

1. Застосування динамічних стабілізаторів дозволяє зменшувати сили взаємодії колії та рухомого складу, підвищувати стійкість колії та збільшувати міжремонтні інтервали до 30 %.

2. З економічної точки зору динамічна стабілізація найбільш ефективна на ділянках з інтенсивністю руху понад 20 поїздів/добу. Також суттєво впливають параметри поздовжнього профілю ділянки, що ремонтується. Найбільший економічний ефект зафіксований на некрутих підйомах та спусках (до 5 %), зі збільшенням ухилу ефект знижується.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атаманюк, А. В. Обеспечение стабильности железнодорожного пути путевыми машинами после глубокой очистки балластного слоя / А. В. Атаманюк, Б. В. Волковойнов, М. В. Попович // Трансп. Российской Федерации. – 2008. – № 6. – С. 48–51.
2. Громова, Т. И. Окупаемость ремонтов пути / Т. И. Громова, В. О. Певзнер // Путь и путевое хоз-во. – 2000. – № 10. – С. 30–31.
3. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України : ЦП–0269 : від 22.12.2010, № 427–Ц. – К., 2011. – 450 с.
4. Курган, М. Б. Прогнозування втрат залізниць від дії обмежень швидкості руху поїздів / М. Б. Курган, О. С. Чернишова // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2012. – Вип. 40. – С. 98–100.
5. Личтбергер, Б. Результаты применения динамического стабилизатора пути / Б. Личтбергер // Железные дороги мира. – 2002. – № 6. – С. 14–18.
6. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України : ЦП–0113 : затв. наказом Укрзалізниці від 10.08.2004 р. № 630–ЦЗ. – К., 2004. – 32 с.
7. Правила приймання робіт після виконання модернізації і ремонтів колії та її облаштувань. № 737–ЦЗ. – К. : Укрзалізниця, 2006. – 53 с.
8. Рекомендации по технологии выполнения ремонта пути на длительно закрытом перегоне и по установлению скоростей движения поездов после завершения этих работ / М. И. Уманов, В. В. Цыганенко, А. Г. Рейдемейстер, Н. В. Халипова // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2007. – Вип. 17. – С. 116–122.
9. Рибкін, В. В. Моделирование руху частинок балластного шару залізничної колії за дії вібраційного навантаження на рейки / В. В. Рибкін, М. П. Сисін, О. С. Набоченко // Фізико-мех. моделювання та інформ. технології. – Л., 2009. – Вип. 10. – С. 113–122.
10. Скорости движения поездов после ремонта пути / М. И. Уманов, В. В. Цыганенко, А. Г. Рейдемейстер, Н. В. Халипова // Путь и путевое хоз-во. – 2008. – № 6. – С. 14–15.
11. Чернишова, О. С. Підвищення ефективності заходів зі зменшення обмежень швидкості руху поїздів, зумовлених станом залізничної колії : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.06 / Чернишова Оксана Сергіївна ; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2010. – 23 с.

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

12. Bode, C. Three-dimensional time domain analysis of moving loads on railway tracks on layered soils / C. Bode, R. Hirschauer, S. A. Savidis. – Rotterdam : Balkema, 2000. – P. 3–12.
13. Knothe, K. Receptance behaviour of railway track and subgrade / K. Knothe, Y. Wu // Archive of applied mechanics. – 1998. – Vol. 68, № 7–8. – P. 457–470.
14. Lichtberger, B. Handbuch Gleis: Unterbau, Oberbau, Instandhaltung, Wirtschaftlichkeit / B. Lichtberger. – Hamburg : Tetzlaff Verlag, 2003. – 318 p.
15. Popp, K. System Dynamics and Long-Term Behaviour of Railway Vehicles, Track and Subgrade / K. Popp, W. Schiehlen. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2003. – 284 p.

О. С. ЧЕРНЫШОВА<sup>1\*</sup>, М. И. УМАНОВ<sup>2</sup>, В. В. КОВАЛЕВ<sup>1</sup>, Ю. С. МАРКОВ<sup>1</sup>, А. В. ГУБАРЬ<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Каф. «Проектирование и строительство дорог», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Днепропетровск, Украина, тел./факс +38 (056) 373 15 48, эл. почта okschernysh@mail.ru

<sup>2</sup>Каф. «Путь и путевое хозяйство», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, 49010, Днепропетровск, Украина, тел./факс +38 (056) 373 15 42, эл. почта gubarav@mail.ru

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СТАБИЛИЗАТОРОВ В ПОСЛЕРЕМОНТНЫЙ ПЕРИОД НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ УКРАИНЫ

**Цель.** Проанализировать силы взаимодействия пути и подвижного состава при применении динамических стабилизаторов, а также определить участки, на которых стабилизация пути целесообразна не только по техническим показателям, но и по экономическим. **Методика.** Для достижения цели исследования использованы методы анализа материальных потоков, характерные для мест, которые нуждаются в применении динамических стабилизаторов на колеях железнодорожного транспорта. **Результаты.** Исследования относительно экономической эффективности применения динамических стабилизаторов, которые проводились учеными в последние годы, не распространяются на сравнение стоимости работ по стабилизации пути и потерь железной дороги за период действия обкатки. Во время обкатки поезда движутся с ограниченной скоростью, что вызывает соответствующие финансовые потери. Ограничение скорости приводит не только к увеличению времени движения, но и в некоторых случаях к повышенному потреблению топливно-энергетических ресурсов. А на участках торможения и разгона непосредственно перед и за участками ограничения наблюдается более интенсивная разладка пути и рост расходов на его текущее содержание. Разработана методика относительно оценки экономической эффективности применения динамических стабилизаторов после выполнения ремонтов пути для участков железных дорог Украины с разными условиями эксплуатации. Данная методика включает в себя расчет потерь железной дороги, которые обусловлены дополнительным временем движения, повышенным потреблением топливно-энергетических ресурсов и расходами на текущее содержание. **Научная новизна.** Разработана методика по оценке экономической эффективности применения динамических стабилизаторов в послеремонтный период. Предложенный подход позволит принимать рациональные решения с учетом особенностей участков, на которых были проведены ремонтные работы. **Практическая значимость.** Полученные результаты позволят рационально назначать работы по динамической выправке пути с учетом эксплуатационных характеристик участков железных дорог и экономической целесообразности выполнения запланированных работ.

**Ключевые слова:** динамическая стабилизация пути; силы взаимодействия; эксплуатационные затраты; экономический эффект



O. S. CHERNYSHOVA<sup>1\*</sup>, M. I. UMANOV<sup>2</sup>, V. V. KOVALEV<sup>1</sup>, Y. S. MARKOV<sup>1</sup>,  
O. V. GUBAR<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Dep. «Planning and Construction of Roads», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan Str., 2, 49010, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel./fax +38 (056) 373 15 48, e-mail okschernysh@mail.ru

<sup>2</sup>Dep. «Wagon and Wagon Facilities», Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan Str., 2, 49010, Dnipropetrovsk, Ukraine, tel./fax + 38 (056) 373 15 42, e-mail gubarav@mail.ru

## USE EFFICIENCY OF DYNAMIC STABILIZER IN THE POST-REPAIR PERIOD OF RAILWAYS IN UKRAINE

**Purpose.** To analyze the interaction forces of the track and rolling stock at application of dynamic stabilizers, as well as the determination of the area, on which the track stabilization is necessary not only according to the technical indices but also according to the economic ones. **Methodology.** To achieve the research purpose the methods of analysis of material flows, peculiar to the places that need applications of dynamic stabilizers on railway transport tracks are used. **Findings.** Researches of relatively economic efficiency of dynamic stabilizers application, which were conducted by scientists during the last years, do not spread to comparison of cost of works on the track stabilizing and losses of railway for period of running. During the running period the trains move with a limited speed that causes corresponding financial losses. Speed limitation result in the both the motion time increase and in some occasions in the heavy consumption of fuel and energy resources. The more intensive track discord and expenses increase for its maintenance are observed in the sections of braking and acceleration immediately in front of and after the areas of limitation. The methodology relative to the estimation of economic efficiency of dynamic stabilizers application after completion of track repairs for the areas of Ukrainian railways with different operational conditions was developed. This methodology includes the losses calculation of railroad, which are predefined by extra motion time, heavy consumption of fuel and energy resources and charges for current maintenance. **Originality.** The methodology of cost effectiveness evaluating of the dynamic stabilizers application in the post-repair period was developed. Such an approach would allow one to take the rational decisions taking into account the features of the track sections, which were reconstructed. **Practical value.** The obtained results will rationally assign the works on the dynamic track alignment accounting the operational characteristics of the railway sections and the economic feasibility of the planned works completion.

*Keywords:* dynamic track stabilization; the interaction forces; operating costs; the economic effect

### REFERENCES

1. Atamanyuk A.V., Volkovoyov B.V., Popovich M.V. Obespecheniye stabilnosti zheleznodorozhnogo puti putevymi mashinami posle glubokoy ochildki ballastnogo sloya [Ensuring the stability of the railway track machines after deep cleaning of ballast]. *Transport Rossiyskoy Federatsii – Russian Federation Transport*, 2008, no. 6, pp. 48-51.
2. Gromova T.I., Pevzner V.O. Okupayemost remontov puti [Payback road repairs]. *Put i putevoye khozyaystvo – Road and track facilities*, 2000, no.10, pp. 30-31.
3. *Instruktsiia z ulashtuvannia ta utrymannia kolii zaliznyts Ukrainy* [Operation and maintenance of track railways of Ukraine]. Kyiv, 2011. 450 p.
4. Kurgan M.B., Chernyshova O.S. Prohnozuvannia vtrat zaliznyts vid dii obmezhen shvydkosti rukhu poizdiv [Forecasting of losses to the railways from the restrictions in train speed]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2012, issue 40, pp. 98-100.
5. Lichtberger B. Rezultaty primeneniya dinamicheskogo stabilizatora puti [The results of the application of the dynamic stabilizer path]. *Zheleznyye dorogi mira – Railways of the world*, 2002, no. 6, pp. 14-18.
6. *Polozhennia pro provedennia planovo-zapobizhnykh remontno-koliinykh robit na zaliznytsiakh Ukrainy* [Regulations on planned preventive repairs and track works on the railways of Ukraine]. Kyiv, 2004. 32 p.
7. *Pravyla pryimannia robit pislia vykonannia modernizatsii i remontiv kolii ta yii oblashtuvan* [Acceptance of work after the upgrade and repair track and its equipment]. Kyiv, Ukrzaliznitsya Publ., 2006. 53 p.
8. Umanov M.I., Tsyganenko V.V., Reydemeyster A.G., Khalipova N.V. Rekomendatsii po tekhnologii vypolneniya remonta puti na dlitelno zakrytom peregone i po ustanovleniyu skorostey dvizheniya poyezdov posle zaversheniya etikh robit [Recommendations for technology repairs the way to a long-closed railway haul

## ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ

- and setting train speeds after the completion of this work]. *Visnyk Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazaryana* [Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan], 2007, issue 17, pp. 116-122.
9. Rybkin V.V., Sisin M.P., Nabochenko O.S. Modeliuvannya rukhu chastynok balastnoho шару zaliznychnoi kolii za dii vibratsiinoho navantazhennia na reiky [Modeling of particle motion railway track ballast layer under the action of vibration load on the rails]. *Fizyko-mekhanichne modeliuvannya ta informatsiini tekhnolohii* [Physics and mechanical modeling and information technologies], 2009, issue 10, pp.113-122.
  10. Umanov M.I., Tsyganenko V.V., Reydemeyster A.G., Khalipova N.V. Skorosti dvizheniya poyezdov posle remonta puti [Train speeds after the repair paths]. *Put i putevoye khozyaystvo – Road and track facilities*, 2008, no. 6, pp. 14-15.
  11. Chernyshova O.S. *Pidvyshchennia efektyvnosti zakhodiv zi zmeshennia obmezhen shvydkosti rukhu poizdiv, zumovlenykh stanom zaliznychnoi kolii*. Avtoreferat Diss. [The increase of the measures efficiency on the reduction of train speed limits determined by the railway track condition. Author's abstract]. Dnipropetrovsk, 2010. 23 p.
  12. Bode C., Hirschauer R., Savidis S.A. Three-dimensional time domain analysis of moving loads on railway tracks on layered soils. Rotterdam, Balkema Publ., 2000, pp. 3-12.
  13. Knothe K., Wu Y. Receptance behaviour of railway track and subgrade. *Archive of applied mechanics*, 1998, vol. 68, no. 7-8, pp. 457-470.
  14. Lichtberger B. *Handbuch Gleis: Unterbau, Oberbau, Instandhaltung, Wirtschaftlichkeit*. Hamburg, Tetzlaff Verlag Publ., 2003. 318 p.
  15. Popp K., Schiehlen W. *System Dynamics and Long-Term Behavior of Railway Vehicles, Track and Subgrade*. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag Publ., 2003. 284 p.

*Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Д. В. Лаухнім (Україна); д.т.н., проф. В. Д. Петренко (Україна)*

Надійшла до редколегії 21.05.2013

Прийнята до друку 07.08.2013