

study of this problem were investigated, and the level of its research was highlighted. The important problems of the process of creation and development of the market of energy-saving real estate in the state are outlined and its regional features are investigated. Guided by the considerable experience of European countries, the modern features and regularities of development of energy saving housing construction are analyzed. The various financial mechanisms for providing energy-saving housing construction, as well as the modernization of an existing housing stock in Europe

are clearly identified. The main ways of directing the influence of the state policy of Ukraine, which would promote introduction of energy saving measures and technologies in the process of housing construction, are determined.

Keywords: energy-efficient real estate, energy efficiency, energy saving, energy efficiency programs, increase of energy efficiency in Ukraine, real estate volumes.

УДК 625.46:625.142

Плугін Д.А., Плугін А.А., Борзяк О.С., Палант О.В., Савченко О.М.

*Український державний університет залізничного транспорту
(пл. Фейєрбаха, 7, Харків, 61050, Україна; e-mail: <plugin_aa@kart.edu.ua)*

ЗАХИСТ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІД ЕЛЕКТРИЧНИХ І ВІБРАЦІЙНИХ ВПЛИВІВ НАЗЕМНОГО РЕЙКОВОГО ТРАНСПОРТУ

Для зниження електричних і вібраційних впливів на конструкції будівель і споруд в місті Харкові застосовують конструкції трамвайних колій з рейками ізольованими від підрейкової основи поліуретановим композитом (система ERS). Для зниження вібраційних коливань в системі ERS і зниження витрати поліуретанового композиту розроблені спеціальні бетонні прирейкові вкладиші. Проведено дослідження електричного опору між трамвайними рейками і оточуючими конструкціями, а також вібрації на оточуючих конструкціях. Встановлено, що вібраційний вплив колії ERS значно нижче, а електричний опір – в чотири рази вище, ніж у традиційної колії.

Ключові слова: трамвайна колія, струми витоку, вібрація, шум.

Вступ. На електрифікованих ділянках залізниць, в метрополітенах, трамвайних коліях електрокорозією від дії струмів витоку та блукаючих струмів дуже інтенсивно пошкоджуються конструкції мостів, тунелів, підрейкових основ, інші конструкції елементів верхньої будови колії [1-4]. Під час руху поїздів, трамваїв, виникають значна вібрація та шум які, як відомо, несприятливо впливають на людину, довкілля, будівельні конструкції та споруди [5-6].

Електрокорозія, вібрація та шум в значній мірі обумовлені недосконалістю традиційної конструкції верхньої будови колії, яка складається із рейок та підрейкової основи (шпал, плит і т.п.). Такі конструкції, як правило, жорсткі, добре передають вібрацію та створюють шум та швидко втрачають електроізоляційні властивості.

На сьогодні дуже актуально стоїть завдання щодо зниження у населених пунктах струмів витоку, шуму та вібрації. Тому тема роботи, спрямована на аналіз віброізоляційних та електроізоляційних властивостей сучасних конструкцій підрейкових основ та розробку конструктивно-технологічного рішення безбаластного трамвайного полотна з високими показниками віброізоляційних та електроізоляційних властивостей є актуальною.

Мета і завдання – розробка конструктивно-технологічного рішення безбаластного конструкції трамвайної колії з підвищеними показниками віброізоляційних та електроізоляційних властивостей та дослідження електричного опору між трамвайними рейками та оточуючими конструкціями, а також вібрації на оточуючих конструкціях.

Результати дослідження

Розробка конструкції прирейкових вкладишів. Для зниження електричних і вібраційних впливів в місті Харкові почали застосовувати конструкції трамвайних колій з рейками, що ізолювані від підрейкової основи поліуретановим композитом, а саме систему ізолюваної рейки (ERS).

Система ізолюваної рейки (система ERS) – це система кріплення рейок, яка забезпечує пружний перерозподіл навантаження, створюваного рейковими транспортними засобами, а також гасіння коливань і шуму, викликаних їхнім рухом. Рейки кріпляться в рейкових каналах бетонної плити основи за допомогою заливальної маси з поліуретанової смоли. Висока адгезія поліуретанової смоли до бетону й сталі дозволяє відмовитися від безпосереднього прикріплення рейок до плити або сталевих конструкцій.

Система ERS застосовується з усіма профілями рейок, при тиску на вісь до 180 кН. Дана система застосовується для відособлених і спільних із проїзною частиною трамвайних колій, у безбаластних конструкціях з бетонною основою, на міжстанційних коліях, а також на інженерних спорудах.

Для збільшення ваги рейок (зниження вібраційних коливань і шуму) і зниження витрати поліуретанового композиту розроблені спеціальні прирейкові вкладиші, які виготовлені з дрібнозернистого важкого бетону класу за міцністю на стиск не нижче С 16/20 та водопоглиненням за масою не більш 12%. (рис. 1).

Вкладиші встановлюють з обох боків шийки рейки, конструкція їх є універсальною, що дає можливість їх застосовувати як на прямих і криволінійних ділянках трамвайних колій, так і для жолобчатих трамвайних рейок різних виробників.

Монтаж вкладишів здійснюють шляхом їх приклеюванням до шийки та підшви рейки, відповідно до робочого проекту, будь-яким водостійким полімерним клейовим складом, що здатен забезпечити незмінність проектного положення вкладишів на час заповнення рейкового жолобу в

залізобетонній основі полімерним заповнювачем та його полімеризації.

Експериментальні дослідження електричного опору між трамвайними рейками і оточуючими конструкціями, а також вібрації на оточуючих конструкціях. Електричний опір в ланцюзі рейка – плита виміряне за схемою, наведеною на рис. 2 через кожні 10 м по всій довжині дослідної ділянки. Для вимірювань електричного опору застосовано цифровий мультиметр Sanwa PC510 з діапазоном вимірювань від 5 Ом до 50 МОм. Для контакту мультиметру з бетоном застосовано мідно-сульфатний електрод рис. 3. За остаточний результат прийнято мінімальну визначену величину електричного опору.

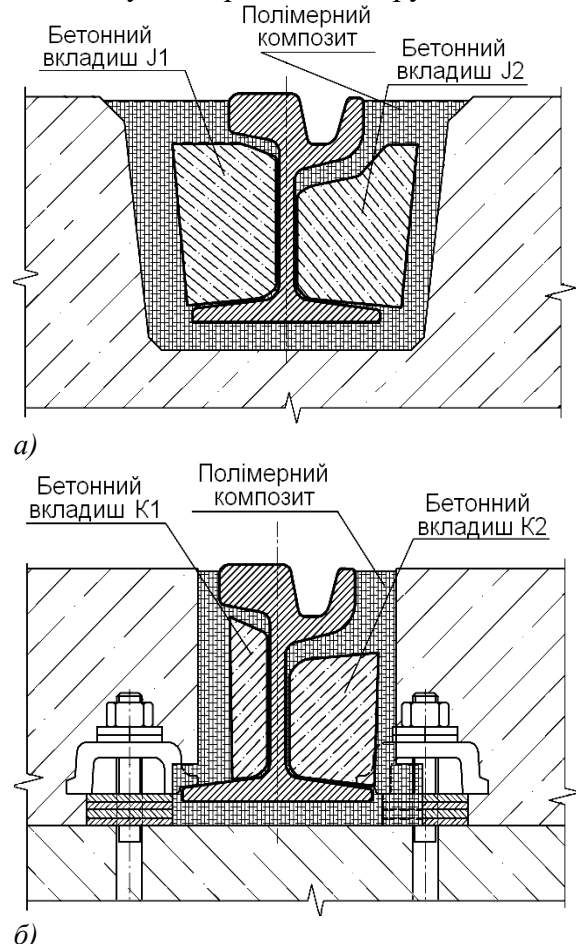


Рис. 1. Схема укладання вкладишів в колію: а – вкладиш в колії при збірній залізобетонній основі; б – вкладиш в колії при монолітній залізобетонній основі

Показники вібрації на поверхні залізобетонної основи виміряні за схемою, наведеною на рис. 4.

Для вимірювань вібрації застосовано віброаналізатор «Вибран-2.0», що має наступні характеристики:

- вимірювані параметри вібросигналів – віброшвидкість, вібропереміщення;
- діапазон частот – 0,5 – 1000 Гц;
- діапазон вимірювання віброшвидкості – 0,1 – 300 мм/с.

Вимірювання виконано під час проходження рухомого складу. За остаточні результати прийнято середнє значення з визначених величин віброшвидкості та вібропереміщення.

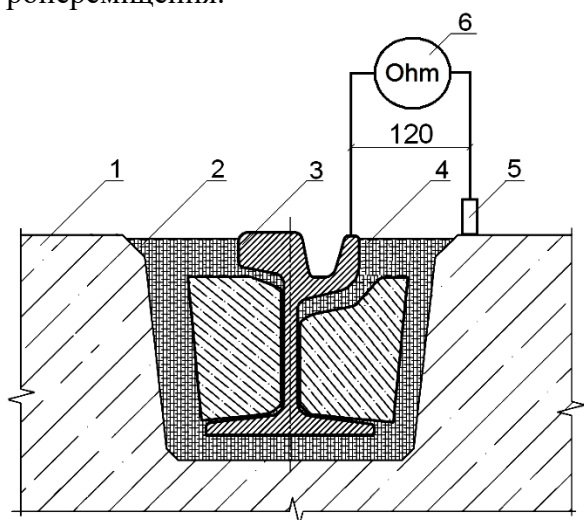


Рис. 2. Схема вимірювання опору в ланцюзі рейка – бетон: 1 – залізобетонна підрейкова основа; 2 – полімерний заповнювач; 3 – рейка; 4 – прирейковий вкладиш; 5 – мідно-сульфатний електрод (рис. 2); 6 – вимірювальний прилад

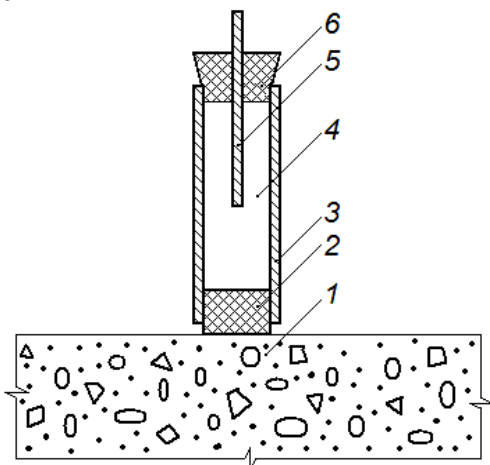


Рис. 3. Мідно-сульфатний електрод для контакту з бетоном: 1 – залізобетонна підрейкова основа; 2 – пориста гума; 3 – діелектричний корпус; 4 – насичений розчин мідного купоросу $CuSO_4 \times 5H_2O$; 5 – мідний стеержень; 6 – гумова пробка

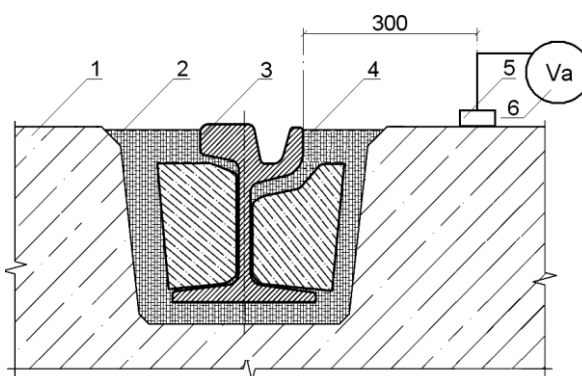


Рис. 4. Схема вимірювання вібрації: 1 – залізобетонна підрейкова основа; 2 – полімерний заповнювач; 3 – рейка; 4 – прирейковий вкладиш; 5 – вібродатчик; 6 – віброаналізатор

Приклад отриманих віброграм та частотних спектрів вібрації наведено на рис. 5.

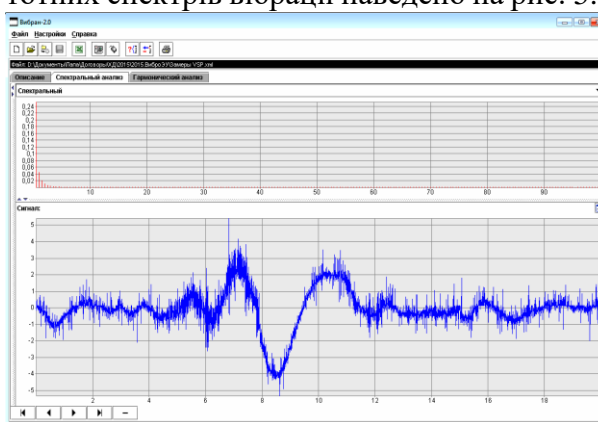


Рис. 5. Віброграма та частотний спектр вібрації плити № 7 при русі трамваю по перехрестю в бік вул. Клочківській. Середньоквадратичне значення віброшвидкості $V_{msv} = 0,705$ мм/с, вібропереміщення $S = 0,259$ мм

Усереднені результати порівняльних експериментальних випробувань трамвайної колії влаштованої за традиційною технологією, баластна колія із залізобетонними шпалами, та колії за системою ізольованої рейки наведено в табл. 1.

Наведені результати експериментальних досліджень свідчать про те, що електричний опір колії з ізольованими рейками в чотири рази вище, а вібраційний вплив близько 20 % нижчий, ніж у колії традиційної конструкції. Що в свою чергу дозволяє прогнозувати зменшення величини струмів витoku з рейкової колії, електрокорозійного пошкодження конструкцій колії та оточуючих конструкцій і зменшення акустичного та вібраційного навантаження на людину, довкілля, будівельні конструкції та споруди.

Таблиця 1 – Результати експлуатаційних випробувань прирейкових вкладишів

Найменування показника (параметру)	Фактичне значення параметру (показника) за результатами вимірювань	
	Традиційна колія	Колія за системою ізольованої рейки
Електричний опір в ланцюзі рейка – плита, МОм	1	3,9
Електричний опір в ланцюзі рейка – ґрунт, МОм	0,016	-
Показники вібрації: Віброшвидкість $V_{скз}$, мм/с	0,85	0,62
Вібропереміщення S , мм	0,27	0,22

Висновки. Для зменшення вібрації і шуму в конструкції трамвайних колій за системою ізольованої рейки (ERS) і зниження витрати поліуретанового композиту були розроблені спеціальні бетонні прирейкові вкладиші. Проведено дослідження електричного опору між трамвайними рейками і оточуючими конструкціями, а також вібрації на оточуючих конструкціях. Встановлено, що електричний опір колії з ізольованими рейками в 4 рази вище, а вібраційний вплив набагато нижче, ніж у традиційної колії.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Плуґин А.Н. Електрокоррозія залізобетонних мостов и других искусственных сооружений / [А.Н. Плуґин, А.А. Скорик, А.А. Плуґин и др.] // Залізничний транспорт України. – 2004. – № 1. – С. 11-13.
2. Шуба Т. Досвід застосування нових конструкцій безбаластного залізничного полотна у Польщі та оцінка перспектив їх застосування в Україні / [Т. Шуба, В. Чистяк, В. Перестюк та ін.] // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 122. – С. 201-221.
3. Plugin D.A. Electro-corrosion of constructions of bridges on electrified by a direct current sections of railways / [D.A. Plugin, A.N. Plugin, Al.A. Plugin, O.S. Borzyak] // Nauka i Studia. Techniczne nauki

budownictwo i architektura nowoczesne informacyjne technologie. – Przemysł, 2013. – № 30 (98). – S. 69 – 77.

4. Plugin D.A. Electro-corrosion of constructions of railway tunnels / [D.A. Plugin, A.N. Plugin, Al.A. Plugin, O.S. Borzyak] // Aplikovane vědecke novinky – 2013. – Praha, 2013. – P. 52 – 58.
5. Nelson J A prediction procedure for rail transportation groundborne noise and vibration [Електронний ресурс] / J Nelson, H. Saurenman // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1143 (1987), pp. 26 – 35. – Режим доступу: http://www.adc40.org/docs/paper_award/1988%20Paper%20Award.pdf. – Дата звернення 29.09.17.
6. Connolly D.P. Assessment of railway vibrations using an efficient scoping model [Електронний ресурс] / D.P. Connolly, G. Kouroussis, A. Giannopoulos, O. Verlinden, P.K. Woodward, M.C. Forde // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – Vol. 58, March 2014, P. 37 – 47. Режим доступу: http://ac.els-cdn.com/S0267726113002662/1-s2.0-S0267726113002662-main.pdf?_tid=13354d60-0d78-11e7-a6e6-0000aab0f02&acdnat=1490019682_03a2c89160e44e3dacde539b25373e1. – Дата звернення 29.09.17.

Плуґин Д.А., Плуґин А.А., Борзяк О.С., Палант Е.В., Савченко А.М. ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ВИБРАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НАЗЕМНОГО РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА. Для снижения электрических и вибрационных воздействий на конструкции зданий и сооружений в городе Харькове применяют конструкции трамвайных путей с рельсами изолированными от подрельсового основания полиуретановым композитом (система ERS). Для снижения вибрационных колебаний в системе ERS и снижения расхода полиуретанового композита разработаны специальные бетонные прирельсовые вкладыши. Проведены исследования электрического сопротивления между трамвайными рельсами и окружающими конструкциями, а также вибрации на окружающих конструкциях. Установлено, что вибрационное воздействие пути ERS значительно ниже, а электрическое сопротивление – в четыре раза выше, чем у традиционного пути.
Ключевые слова: трамвайный путь, токи утечки, вибрация, шум.

Plugin D.A., Plugin A.A., Borziak O.S. Savchenko O.M., Palant O.V. PROTECTION OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE OBJECTS FROM ELECTRICAL AND VIBRATION IMPACTS OF SURFACE RAIL TRANSPORT. To decrease the electrical and vibration effects in the city of Kharkov, the tram tracks with rails isolated from the under-rail base with polyurethane composite (embedded rail systems ERS) began to be applied. In order to make to

reduce vibration of ERS and reduce consumption of the composite, special concrete liners were developed. Investigations of the electrical resistance between tram rails and surrounding structures, as well as vibration on surrounding structures, were carried out. It is established that the electrical resistance of ERS is four times higher and the vibrational effect is much lower than these factors for the conventional track.

Keywords: tramway, leakage currents, vibration, noise

УДК 531.7.08

Пермяков В.И., Шевченко А.А.

Харьковский национальный технический университет строительства и архитектуры (ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина; e-mail: permyakov@ukr.net, anastasiya.shevchenko@ukr.net)

РАЗМЕЩЕНИЕ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ТЕПЛОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ

Излагается метод планирования температурных измерений на технологическом оборудовании с тепловыми процессами. Используются разложения температурного поля в ряды по некоторым базисным функциям. Излагаются принципы определения необходимого количества датчиков и оптимизация их размещения на технологическом оборудовании.

Ключевые слова: теплопроводность, температурное поле, датчик температуры.

Введение. Эффективность производства и уровень качества строительных изделий и материалов в значительной мере определяются совершенством технологических систем, применяемых при изготовлении тех или иных агрегатов. Значительное место при производстве строительных изделий и материалов занимают тепловые процессы, которые неизбежно требуют эффективного контроля и управления. Это приводит к необходимости решения задачи размещения датчиков температуры в агрегатах для адекватного восстановления температурного поля [1-14].

Цель работы состоит в оценке вероятностных характеристик пространственно-временных случайных температурных полей на основе выборочных данных, относящихся к конечному числу точек поля. При этом решается вопрос о рациональном размещении датчиков температуры на тепловом оборудовании.

Методы исследования. Рассмотрим пространственно-временное скалярное

температурное поле, $q(x, t)$, заданное в некоторой области $V \in R^m$. В области V выберем n точек с координатами x_1, x_2, \dots, x_n . Измеряя в этих точках реализации поля $q(x, t)$ и производя статистическую обработку результатов, найдем оценки математических ожиданий и взаимных моментов для этих точек поля:

$$\langle q(x_j, t) \rangle, \langle q(x_j, t)q(x_k, t') \rangle, \\ \langle \langle q(x_j, t)q(x_k, t')q(x_l, t'') \rangle \rangle, \dots \\ (j, k, l, \dots = 1, 2, \dots, n).$$

Задача состоит в том, чтобы указать размещение датчиков в области V , для оценки математического ожидания и взаимных моментов поля $q(x, t)$ во всех точках $x \in V$.

Для решения этой задачи используем разложение поля в ряд по некоторой системе детерминированных базисных функций $\varphi_\alpha(x)$. Эту систему выберем так, чтобы почти любая реализация поля $q(x, t)$ могла быть аппроксимирована при помощи ряда