

НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ ПОШТОВХОМІРА В ЯКОСТІ ОСНОВНОГО ПРИЛАДУ З ОЦІНКИ РІВНОСТІ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

В роботі розглянуто основні недоліки використання поштовхоміра в якості основного приладу з оцінки рівності дорожніх покриттів. Проведено випробування щодо співставлення відліків отриманих на одній ділянці дороги за поштовхомірами двох марок з вібронавантаженням, яке діє на кузов автомобіля. Для визначення рівності дослідної ділянки дороги за Міжнародним індексом рівності *IRI*, виконано моделювання руху лінійної моделі чверті автомобіля. Проаналізовано переваги та недоліки кожного з показників.

Забезпечення безпечних, безперервних, економічних і комфортних умов дорожнього руху, здійснення заходів спрямованих на захист навколишнього природного середовища є одними з головних завдань дорожньої служби. Для вирішення цих головних завдань, в першу чергу, необхідно підтримувати та підвищувати рівень транспортно-експлуатаційних показників доріг.

Показник рівності дорожніх покриттів є одним з основних транспортно-експлуатаційних показників дороги від якого залежить ефективність роботи, як автомобільної дороги, так і автомобільного транспорту.

Відповідно до нормативних документів [1-3], які діють в Україні, рівність дорожніх покриттів нормують: за показниками отриманими при використанні поштовхомірів та причіпних установок (ПКРС, УДВО та ін.), по кількості просвітів під 3-х метровою рейкою, за різницею висотних відміток при використанні нівеліра. Незважаючи на все різноманіття способів отримання показників, посилаючись на діючу нормативну базу, основним показником, оцінки рівності поверхні дорожніх покриттів є показник, який отримується за поштовхоміром.

На цей час розроблені та використовуються поштовхоміри різних модифікацій: ТХК-2, ТЭД-2М, ИР-2, ТХК-2ЭД1, ХАДИ, ВСВП-УТУ, ИВП-1М, ВР-1у та ін. Однак, незважаючи на різні модифікації поштовхоміра принцип отримання даних щодо рівності є однаковим, тобто визначається відношенням сумарного переміщення заднього моста автомобіля відносно його кузова до пройденої відстані, при його русі з постійною швидкістю. Через принцип роботи приладу поштовхомір фіксує значення амплітуд коливань тільки в одному напрямку. Таким чином, підсумкове значення рівності формується за рахунок нерівностей дороги, що виникають під колесами автомобіля-лабораторії, при проїзді по досліджуваній ділянці [4].

Відомо багато публікацій [4-7] в яких переліковуються недоліки і переваги поштовхоміра. Однак, в першу чергу поштовхомір повинен об'єктивно відображати вплив нерівностей дорожнього покриття на плавність ходу автомобіля, тобто на вібронавантаження, яке діє на водія, пасажирів та вантаж. Для підтвердження цього положення проведено випробування щодо співставлення відліків отриманих на одній ділянці дороги за поштовхомірами двох марок ТЄД-2М і ВР-1у, які встановлено на автомобілях марки ГАЗ 2705, з тиском у колесах 0,3МПа, при температурі повітря 26°C, з вібронавантаженням, яке діє на кузов автомобіля.

В якості одиначної фіксованої дорожньої нерівності використовувався пристрій примусового зниження швидкості I типу (рис. 1а) згідно з ДСТУ 4123-2006 [8] з нормованими геометричними розмірами (рис. 1б): $K=50$ см, $L=50$ см, $M=5$ см. Довжина ділянки дороги дорівнювала 5 м.

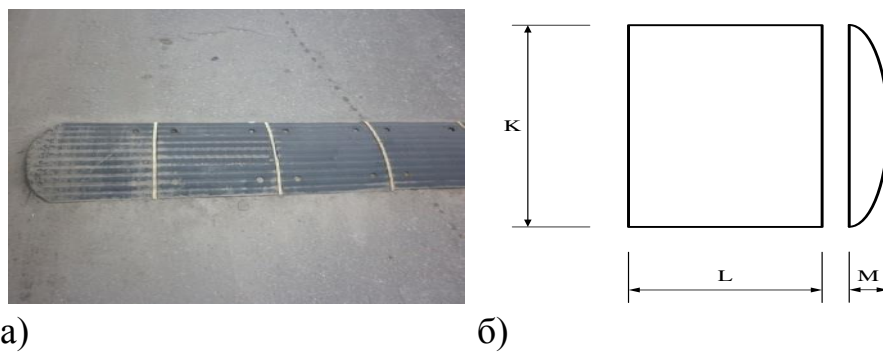


Рис.1 Пристрій примусового зниження швидкості I типу.

Для отримання даних по вібронавантаженню діючого на кузов автомобіля використовувався віброакселерометр AP98-100-01, який було встановлено біля поштовхоміра ТЄД-2М (рис. 2а) та ВР-1у (рис. 2б). Технічні характеристики віброакселерометра наступні: осьова чуттєвість – 100 мВ/г, амплітудний діапазон – ± 50 г, максимальний удар – ± 1000 г, частотний діапазон – 0,5 ... 12000 Гц, власна частота – > 40 кГц, рівень шуму СКЗ – $< 0,0002$ г.

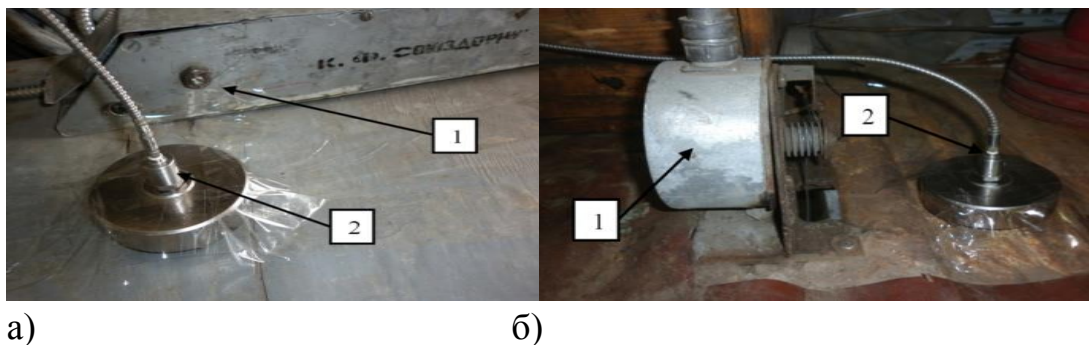


Рис.2 Розміщення віброакселерометра AP98-100-01 біля поштовхоміра ТЄД-2М (а) та ВР-1у (б): 1 – поштовхомір; 2 – віброакселерометр.

За даними випробувань отримані значення рівності за результатами трьох заїздів при швидкості руху 30, 40 та 50 км/год (табл. 1), та значення віброприскорень (рис. 3). При співставленні графіків віброприскорень та значень рівності за показниками поштовхомірів отриманих на різних ходових-лабораторіях помітно, що на показання рівності, та вібронавантаження суттєво впливає характеристики підвіски автомобіля. Хоча при випробуваннях використовувалась однакова марка автомобіля, однак в процесі експлуатації змінюється жорсткість підвіски, жорсткість шини, маса автомобіля (доливання палива, кількість пасажирів та ін.), що призводить до отримання різних значень віброприскорень, та показників рівності на одній і тій же ділянці дороги, при однаковій швидкості руху та однакових кліматичних умовах.

Таблиця 1

Швидкість руху, км/год	Рівність, см/5м	
	Поштовхомір марки ТЄД-2М	Поштовхомір марки ВР-1у
30	9	19,4
40	18	26,8
50	19	22,9

Також результати свідчать, про те що за даним поштовхоміра не можна об'єктивно судити про вібронавантаження, яке діє на кузов автомобіля, так як при проїзді одиничної нерівності на швидкості 50 км/год поштовхомір ВР-1у показав значення рівності 22,9 см/5м (табл. 1), що нижче ніж при швидкості 40 км/год – 26,8 см/5м. Причини цього явища легко встановити, якщо провести аналіз принципу роботи поштовхоміра. Так як відліки, які реєструє поштовхомір пов'язані з конструктивними властивостями реальної підвіски автомобіля необхідно враховувати хід підвіски, що обмежується при стиску та при відбої з проїздом автомобіля по нерівностям. Очевидно, що при швидкості 50 км/год виникла велика амплітуда коливань підвіски автомобіля (графік 6 на рис.3), через яку сформувався удар об обмежник ходу і поштовхомір ВР-1у не зафіксував фактичне переміщення, яке було більше ніж сам хід підвіски автомобіля.

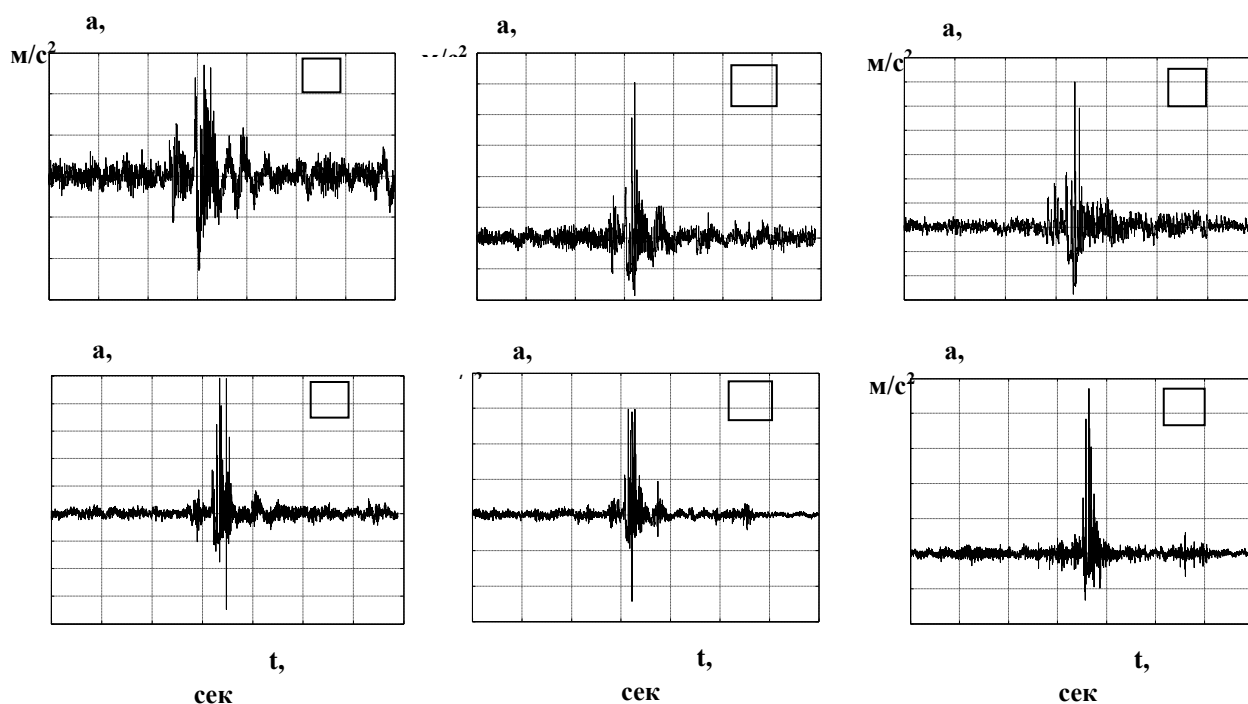


Рис.3 Амплітудно-часові характеристики віброприскорень:

1, 2, 3 – відповідно при швидкості руху 30, 40, 50 км/год біля поштовхоміра ТСД-2М;
4, 5, 6 – при тих самих швидкостях біля поштовхоміра ВР-1у.

В мировій практиці останнім часом в якості основного показника оцінки рівності дорожніх покриттів використовується Міжнародний індекс рівності *IRI* (*International Roughness Index*). Тому для визначення рівності дослідної ділянки дороги за *IRI*, окремо проведено моделювання руху лінійної моделі чверті автомобіля [9]. Для цього розраховано висотні відмітки профілю одиничної дорожньої нерівності (графік 1 на рис. 4) з кроком 5 см. За результатами моделювання побудовано графіки рівності за показником *IRI* (графік 1 на рис. 4), рівності за *IRI* для відрізків довжиною 0,05 м (графік 2 на рис. 4), вертикального переміщення непідресореної маси лінійної моделі чверті автомобіля (гальма, колеса з мостами) відносно його підресореної маси (маса кузова та рами з укріпленими на ній двигуном, механізмами трансмісії і керування) (графік 3 на рис. 4) та амплітудно-часової характеристики віброприскорення, що діє на підресорену масу лінійної моделі чверті автомобіля за методом *IRI* (графік 4 на рис. 4). Підсумкове значення рівності за показником *IRI* на ділянці 5 м дорівнює 19,57 м/км.

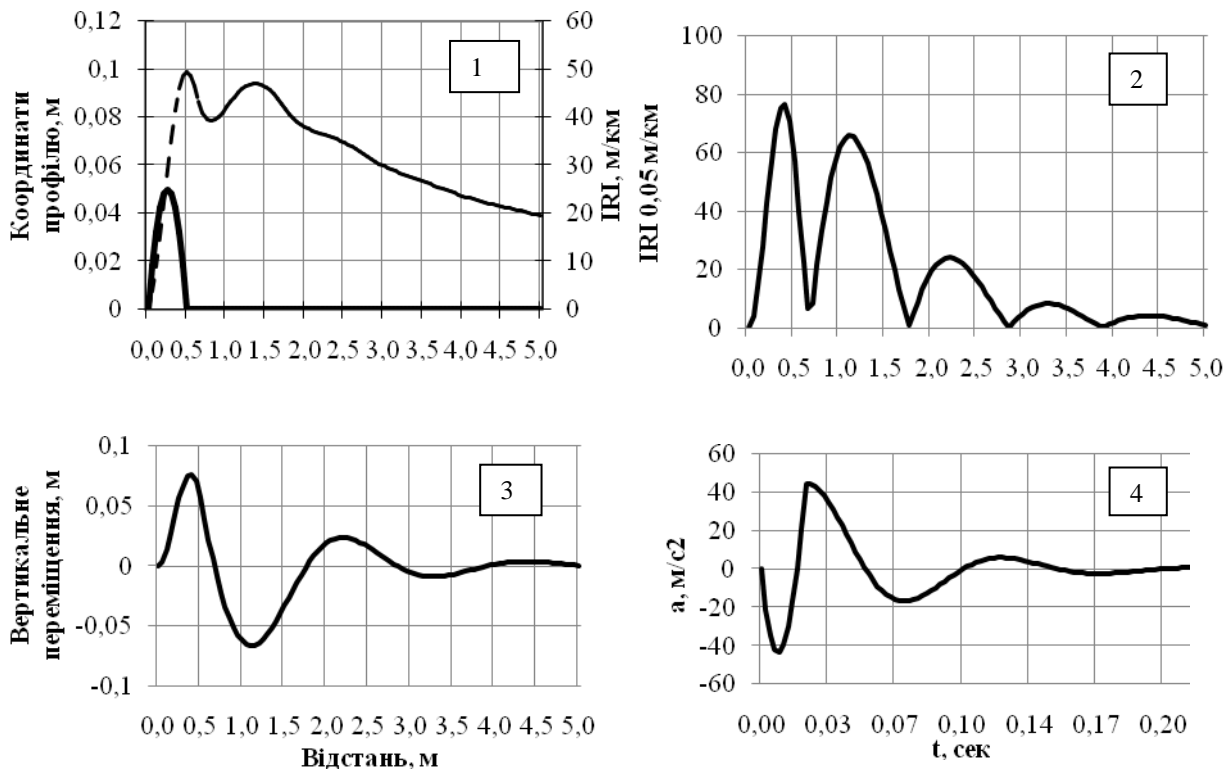


Рис.4 Результати моделювання одиної нерівності за методом *IRI*:

- 1 – поздовжній профіль одиної нерівності та значення показника *IRI*;
- 2 – значення показника *IRI* для відрізків довжиною 0,05 м;
- 3 – вертикальне переміщення непідресореної маси лінійної моделі чверті автомобіля відносно його підресореної маси;
- 4 – амплітудно-часова характеристика віброприскорення, що діє на підресорену масу лінійної моделі чверті автомобіля за методом *IRI*.

На відміну від поштовхоміра показник *IRI* сумує значення коливань, як у прямому так і в зворотному напрямку. Якщо дані вертикального переміщення непідресореної маси лінійної моделі чверті автомобіля відносно його підресореної маси (графік 3 на рис.4) взяти з додатнім знаком та помножити на 1000, то отримаємо графік показника *IRI* побудованого з кроком 0,05м (графік 2 на рис.4). Тобто графік 2 по суті характеризує вертикальне переміщення моста автомобіля відносно його кузова, в якому усі переміщення додатні, та за яким можна аналізувати на котрій довжині досліджуваної ділянки знаходиться нерівність, що потребує термінового ремонту та істотно впливає на плавність ходу автомобіля, і підсумковий показник рівності. При використанні поштовхоміра отримати такий графік неможливо. Тому після отримання незадовільної підсумкової рівності ділянки дороги за даними поштовхоміра, яка дорівнює 1 км, доводиться наочно виділяти найбільш ушкоджені площі цієї ділянки, визначати їх форму, геометричні розміри, та місце розташування. При цьому за значенням принципом неможливо визначити при проїзді якої нерівності виникає

віброприскорення, що значно перевищує санітарні норми загальної транспортної вібрації та суттєво впливає на плавність ходу автомобіля взагалі, і як наслідок, доволі важко планувати ремонтні заходи, що призводить до не ефективного використання виділених коштів.

На основі проведеного експерименту та аналізу публікацій можна виділити основні недоліки поштовхоміра, та переваги показника *IRI*.

Основними недоліками поштовхоміра є:

- несталість результатів випробувань;
- не дозволяє визначити найбільш ушкоджені ділянки, що істотно впливають на підсумкову рівність;
- результати залежать від швидкості руху, кліматичних умов, навантаження і технічного стану автомобіля – лабораторії та інших умов;
- за результатами неможливо визначити рівень вібронавантаження, що діє на кузов автомобіля, та суттєво впливає на плавність ходу автомобіля.

Суттєві переваги показника *IRI* наступні:

- відтворюваність результатів вимірювань[4];
- незалежність результатів оцінки від швидкості руху, кліматичних умов, навантаження і технічного стану автомобіля - лабораторії та інших умов[4];
- отримані показники пов'язані з динамічним впливом нерівностей дорожнього покриття на автомобіль;
- є універсальним показником, тобто його можливо визначити з використанням широкого діапазону приладів (прилади детального виміру фізичного профілю проїзної частини дорожнього покриття: рейки, профілографи, нівеліри, профілометри, та ін.)
- за результатами моделювання, можна визначити найбільш ушкоджені ділянки, які істотно впливають на загальний показник рівності та потребують термінового ремонту, встановити їх місцеположення по довжині дослідної ділянки без проведення додаткових вимірювань;
- за результатами моделювання, можливо провести оцінку рівності додатково по рівню вібронавантаження (за віброшвидкостями та віброприскореннями), яке діє на підресорену масу (графік 4 на рис.4).

Висновки

1. Використання поштовхоміра, як основного засобу оцінки рівності поверхні покриттів має низку недоліків, які наведені вище.
2. Необхідно поступово переходити від використання показника оцінки рівності за поштовхоміром до більш достовірного показника оцінки рівності за методом *IRI*.

Список використаних джерел

1. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-4:2007. – [Чинний від 2008-03-01). – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 91с.
2. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану : ДСТУ 3587-97. – [Чинний від 1998-01-01). – К.: Держстандарт України, 1997. – 19 с. – (Національні стандарти України).
3. Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України: П-Г.1-218-113:2009. – [Чинний від 2009-07-01). – К.: “Фенікс”, 2009. – 232 с.
4. Стороженко М. С. Изменение подходов к оценке ровности автомобильных дорог / М.С. Стороженко, И. В. Кияшко, Р.В. Смолянюк // Автошляховик України. – К.: Держ. автотр. наук. досл. і проектн. ін-т, 2004. – № 5. – С. 41–44.
5. Смолянюк Р.В. Використання системи ЛВС-2-ХНАДУ для оцінки рівності дорожніх покриттів / Р.В. Смолянюк, І.В. Кіяшко // Автошляховик України. – К.: Держ. автотр. наук. досл. і проектн. ін-т, 2009. – № 5. – С. 24–26.
6. Павлюк Д.О. Досвід виробничої експлуатації автомобільної причіпної установки ПКРС-2У та поштовхоміра «ВСВП-УТУ» / Д.О. Павлюк, Л.Л. Рибіцький, О.С. Лебедєв, Є.В. Іваниця // Автошляховик України. – К.: Держ. автотр. наук. досл. і проектн. ін-т, 2004. – № 2. – С. 25–27.
7. Лебедєв О.С. Дослідження показань поштовхоміра як показника рівності дорожнього покриття // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – Київ: НТУ, 2004. – Вип. 72. – С.40-46.
8. Безпека дорожнього руху. Пристрій примусового зниження швидкості дорожньо-транспортної техніки на вулицях і дорогах. Загальні технічні вимоги: ДСТУ 4123-2006. – [Чинний від 2006-07-01). – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 6 с. – (Національні стандарти України).
9. Gillespie T.D. Everything You Always Wanted to Know about the IRI, But Were Afraid to Ask! / Gillespie T.D. // Road Profile Users Group Meeting – Lincoln, Nebraska, September 22-24, 1992. – 13 p.

Аннотація

В работе рассмотрены основные недостатки использования толчкомера в качестве основного прибора для оценки ровности дорожных покрытий. Проведено испытания по сопоставлению отсчетов полученных на одном участке дороги по толчкомерам двух марок с вибронагрузкой, которая действует на кузов автомобиля. Для оценки ровности

исследуемого участка дороги по Международному индексу ровности *IRI*, выполнено моделирование движения линейной модели четверти автомобиля. Проанализировано преимущества и недостатки каждого из показателей.

Annotation

The basic lacks of the use of tolchkomera are In-process considered as a basic device for the estimation of evenness of travelling coverages. It is conducted test on comparison of counting out got on one area of road on tolchkomeram two brands with vibroloading which operates on the basket of car. For the estimation of evenness of the probed area of road on the International index of evenness *IRI*, the design of motion of linear model of fourth of car is executed. Advantages and failings are analysed each of indexes.