

В.В.Ільченко, Р.А.Мищенко, В.І.Козарь, Л.М.Козарь
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
ВПЛИВ ГЕОДЕЗИЧНИХ І БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ
НА РІВНІСТЬ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

Розглянуто нормативні вимоги до рівності дорожнього покриття на стадії контролю якості робіт. Визначено допустиме відхилення на виконання геодезичних і будівельних робіт для забезпечення рівності дорожнього покриття.

Ключові слова: автомобільна дорога, рівність дорожнього покриття, допустиме відхилення.
Рис. 2. Табл. 2. Форм. 10. Літ. 12.

В.В.Ильченко, Р.А.Мищенко, В.И.Козарь, Л.Н.Козарь
ВЛИЯНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ
НА РОВНОСТЬ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Рассмотрены нормативные требования к ровности дорожного покрытия на стадии контроля качества работ. Определено предельное отклонение на выполнение геодезических и строительных работ для обеспечения ровности дорожного покрытия.

Ключевые слова: автомобильная дорога, ровность дорожного покрытия, предельное отклонение.

V.Ichchenko, R.Mischenko, V.Kozar, L.Kozar
THE INFLUENCE OF GEODETIC AND BUILDING WORK
TO EVENNESS ROAD PAVEMENT

The normative requirements to evenness road pavement at the stage of quality control work are considered. The influence permissible deviation to perform geodetic work and building work to ensure the evenness road pavement has been defined.

Keywords: roads, evenness road pavement, permissible deviation.

Постановка проблеми. Рівність дорожнього покриття є одним з основних показників транспортно-експлуатаційного стану автомобільної дороги, від якого залежить не тільки зручність і безпечність руху, але й міцність і довговічність всієї дорожньої конструкції.

Поняття «рівність дорожнього покриття» стосується геометричних характеристик фактичного поздовжнього профілю траси, який може мати вертикальні відхилення від проектного положення з довжиною хвиль понад 10 м та амплітудою коливань від 5 см. Відомі теоретичні дослідження та практичні рекомендації свідчать, що такі відхилення формуються на стадії проектування дороги, утворюються на стадії влаштування дорожнього покриття та накопичуються на стадії експлуатації під дією транспортних навантажень та природно-кліматичних умов [1 – 3]. Таким чином, найбільш відповідальною слід вважати стадію влаштування дорожнього покриття, оскільки в цей час ще можливо виявити й виправити проектні помилки, а порушення технології влаштування дорожнього покриття ліквідувати практично неможливо [4 – 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно вимог ДБН В.2.3-4:2007 оцінювання рівності дорожнього покриття при операційному контролі якості робіт в період будівництва, капітального ремонту й реконструкції автомобільної дороги рекомендовано визначати висотні відмітки шляхом нівелювання поздовжнього профілю траси з кроком не більше ніж 100 м. Стосовно допустимих відхилень у даних нормах зазначено, що при вимірюванні висотних відміток дорожнього покриття «... не більше 10% результатів вимірів можуть мати відхилення від проектних значень в межах ± 25 мм, решта – ± 10 мм» (табл. 22.1, п. 15 [7]).

Згідно вимог ДСТУ Б В.2.3-3-2000 для оцінювання рівності дорожнього покриття при приймальному контролі якості робіт в період будівництва й експлуатації автомобільної дороги рекомендовано визначати висотні відмітки шляхом нівелювання поздовжнього профілю траси з кроком $5\pm 0,2$ м на ділянці довжиною не меншою ніж 400 м, за якими обраховують вертикальне відхилення від проектної лінії (п. 5 [8]) за виразом

©**В.В.Ільченко, Р.А.Мищенко, В.І.Козарь, Л.М.Козарь**

$$\delta h_i = \left| \frac{h_{i-1} + h_{i+1}}{2} - h_i \right|, \quad (1)$$

де h_{i-1} , h_{i+1} – відносні відмітки попередньої та наступної точок.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Для відтворення на місцевості проектного поздовжнього профілю при влаштуванні дорожнього покриття традиційно використовують копірну лінію зі сталевий струни, яка підвішується на стійках обабіч дороги.

Рівність дорожнього покриття при виконанні дорожньо-будівельних робіт слід оцінювати граничною похибкою $\Delta_{дон}$ згідно з рекомендаціями [9] за виразом

$$\Delta_{дон} = \sqrt{\Delta_{ep}^2 + \Delta_{bp}^2 + \Delta_{dm}^2}, \quad (2)$$

де Δ_{ep} , Δ_{bp} , Δ_{dm} – граничні похибки геодезичних робіт, будівельних робіт і роботи дорожніх машин.

Гранична похибка геодезичних робіт Δ_{ep} контролюється при виконанні розмічувальних робіт і пов'язана з технічними характеристиками нівеліра.

Гранична похибка будівельних робіт Δ_{bp} контролюється при влаштуванні дорожнього покриття і пов'язана насамперед з правильністю встановлення та налаштування копірною лінії.

Гранична похибка роботи дорожніх машин Δ_{dm} визначається правильністю налаштування й режиму роботи асфальтоукладальника та котків.

На основі принципу рівних впливів граничну похибку Δ_i кожної окремої складової згідно [10] можна визначити за виразом

$$\Delta_i = \frac{\Delta_{дон}}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

де n – число складових похибок.

Якщо прийняти граничну похибку відхилення висотних відміток поздовжнього профілю $\Delta_{дон} = 10$ мм (табл. 22.1, п. 15 [7]), тоді згідно виразу (3) значення окремих складових мають становити не більше ніж $\Delta_i = 10/\sqrt{3} = 5,77$ мм.

Серед наведених у виразі (2) складових граничної похибки особливої уваги вимагають геодезичні й будівельні роботи, оскільки від якості їх виконання залежить точність відтворення на місцевості проектного поздовжнього профілю траси.

Мета дослідження – оцінити вплив геодезичних і будівельних робіт на рівність дорожнього покриття.

Основні результати дослідження. Копірна струна згідно [11] являє собою гнучку нитку постійного перерізу, яка під дією власної ваги q в середині прольоту l має стрілу провисання f (див. рис. 1)

$$f = \frac{ql^2}{8N}, \quad (4)$$

де q – власна маса гнучкої нитки, кг/м; l – проліт гнучкої нитки, м; N – горизонтальний натяг гнучкої нитки, кг.

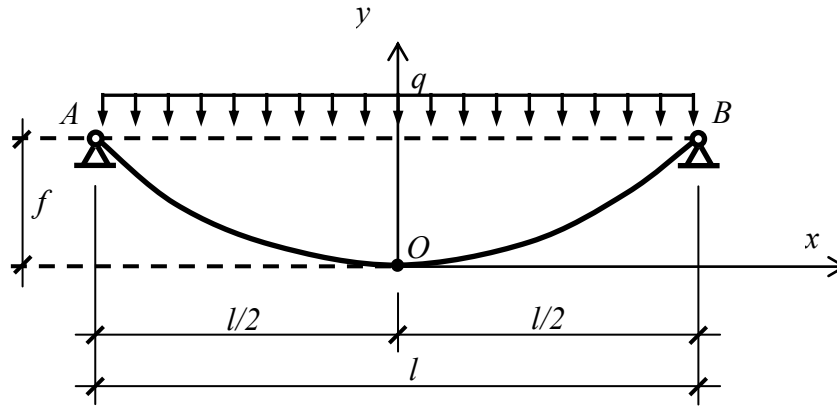


Рис. 1. Розрахункова схема симетричної гнучкої нитки ($H_A = H_B$)

Якщо точки закріплення копірної струни будуть розташовані на одному рівні ($H_A = H_B$), то відмітка точки на середині прольоту розраховується за виразом

$$H_O = H_A - f. \quad (5)$$

Вертикальне відхилення контрольних точок поздовжнього профілю від проектної лінії, що розраховується за виразом (1), становитиме:

– на опорі (розраховується окрім першої та останньої точок закріплення копірної струни)

$$\delta h_B = \left| \frac{H_O + H_O}{2} - H_B \right| = |H_O - H_B| = |H_O - (H_O + f)| = f; \quad (6)$$

– на середині прольоту

$$\delta h_O = \left| \frac{H_A + H_B}{2} - H_O \right| = |H_A - (H_A - f)| = f. \quad (7)$$

Таким чином для всіх контрольних точок поздовжнього профілю вертикальне відхилення може відповідати величині стріли провисання f .

Для копірної струни можна використати сталевий канат діаметром $\varnothing 3,1$ мм за нормами [12] (маса $q = 0,0492$ кг/п.м., площа перерізу $F = 5,66 \times 10^{-6}$ м²), який при прольоті $l = 10$ м та зусиллі натягу $N = 200$ кг згідно з формулою (4) матиме стрілу провисання

$$f = \frac{0,0492 \times 10^2}{8 \times 200} = 0,003075 \text{ м} = 3,075 \text{ мм}.$$

Таким чином, $\delta h_i = 3,075$ мм, що не перевищує значення граничної похибки геодезичних робіт $\Delta_{ep} = 5,77$ мм.

Оцінка рівності дорожнього покриття за вертикальним відхиленням поздовжнього профілю від проектної лінії для випадку, коли контрольні точки розташовані на одному рівні ($H_A = H_B = 1000$ мм), наведено для горизонтальної ділянки довжиною 100 м у таблиці 1.

Табл. 1.

Оцінка рівності дорожнього покриття при розташуванні точок закріплення копірної струни на одному рівні

Пікетажне положення точок ПК+, м	Відмітки точок H_i , мм	Вертикальне відхилення δh_i , мм	
		відносно початкової точки (згідно [7])	відносно суміжних точок (згідно [8])
0+000	1000,000	0,000	–
0+005	996,925	3,075	3,075
0+010	1000,000	0,000	3,075
0+015	996,925	3,075	3,075

0+020	1000,000	0,000	3,075
0+025	996,925	3,075	3,075
0+030	1000,000	0,000	3,075
0+035	996,925	3,075	3,075
0+040	1000,000	0,000	3,075
0+045	996,925	3,075	3,075
0+050	1000,000	0,000	3,075
0+055	996,925	3,075	3,075
0+060	1000,000	0,000	3,075
0+065	996,925	3,075	3,075
0+070	1000,000	0,000	3,075
0+075	996,925	3,075	3,075
0+080	1000,000	0,000	3,075
0+085	996,925	3,075	3,075
0+090	1000,000	0,000	3,075
0+095	996,925	3,075	3,075
0+100	1000,000	0,000	–
середнє значення		1,538	3,075
максимальнє значення		3,075	3,075

Примітка: згідно [8] вертикальне відхилення для першої та останньої точок ділянки не обраховується

Якщо точки закріплення копірної струни будуть розташовані на різних рівнях (рис. 2), то гнучка нитка матиме асиметричну форму, а стріла провисання для кожної точки закріплення f_i розраховується наступним чином

$$f_1 = \frac{ql^2}{8N} + \frac{Nh^2}{2ql^2} + \frac{h}{2},$$

$$f_2 = \frac{ql^2}{8N} + \frac{Nh^2}{2ql^2} - \frac{h}{2},$$
(8)

де h – різниця висотних рівнів точок підвішування (див. рис. 2).

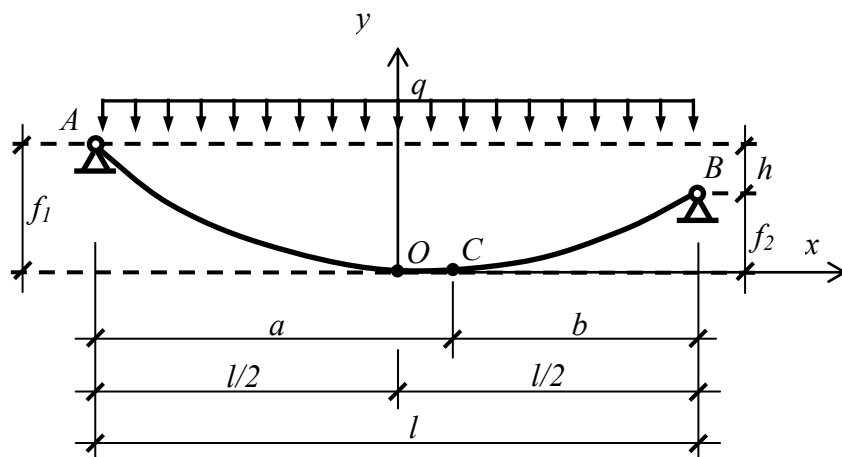


Рис. 2. Розрахункова схема асиметричної гнучкої нитки ($H_A \neq H_B$)

Відмітки контрольних точок відносно точки А для розрахункової схеми, наведеної на рис. 2, розраховуються за виразом

$$H_B = H_A - h,$$
(9)

©В.В.Ільченко, Р.А.Міщенко, В.І.Козарь, Л.М.Козарь

$$H_o = H_A - \frac{ql^2}{8N}.$$

Вертикальне відхилення контрольних точок поздовжнього профілю від проектної лінії, що розраховується за виразом (1), становитиме

$$\delta h_i = \left| \frac{H_A + H_B}{2} - H_i \right| = \left| \frac{H_A + H_A - h}{2} - H_A + \frac{ql^2}{8N} \right| = \left| \frac{ql^2}{8N} - \frac{h}{2} \right|. \quad (10)$$

Оцінка рівності дорожнього покриття за вертикальним відхилення поздовжнього профілю від проектної лінії для випадку, коли контрольні точки розташовані на різних рівнях ($H_A = 1000$ мм), наведено для горизонтальної ділянки довжиною 100 м у таблиці 2.

Як видно з табл. 1-2, середнє значення вертикального відхилення поздовжнього профілю від проектної лінії при розташуванні всіх точок закріплення копірної струни на одному рівні становить 1,538 мм (відносно початкової точки згідно рекомендацій [7]) і 3,075 мм (відносно суміжних точок згідно рекомендацій [8]), а при розташуванні точок закріплення копірної струни на різних рівнях – відповідно 1,938 мм та 2,067 мм. При цьому максимальні значення вертикального відхилення складають 3,075 мм для першого випадку та відповідно 4,075 і 3,075 мм для другого випадку розташування точок закріплення копірної струни.

Таким чином, для оцінювання рівності дорожнього покриття на стадії контролю якості геодезичних і будівельних робіт недоцільно використовувати вираз (1), оскільки в такому разі не можливо встановити правильність встановлення копірної системи. В подальшому неточне закріплення проектного поздовжнього профілю траси на місцевості може привести до утворення значних нерівностей при влаштуванні дорожнього покриття.

Табл. 2.

Оцінка рівності дорожнього покриття при розташуванні точок закріплення копірної струни на різних рівнях

Пікетажне положення точок ПК+, м	Відмітки точок H_i , мм	Вертикальне відхилення δh_i , мм	
		відносно початкової точки (згідно [7])	відносно суміжних точок (згідно [8])
0+000	1000,000	–	–
0+005	996,925	3,075	1,575
0+010	997,000	3,000	0,575
0+015	995,925	4,075	2,075
0+020	999,000	1,000	2,575
0+025	996,925	3,075	2,575
0+030	1000,000	0,000	2,075
0+035	998,925	1,075	2,075
0+040	1002,000	-2,000	3,075
0+045	998,925	1,075	3,075
0+050	1002,000	-2,000	2,575
0+055	999,925	0,075	2,575
0+060	1003,000	-3,000	3,075
0+065	999,925	0,075	0,075
0+070	997,000	3,000	1,925
0+075	997,925	2,075	1,075
0+080	1001,000	-1,000	3,075
0+085	997,925	2,075	1,575
0+090	998,000	2,000	1,075

0+095	995,925	4,075	2,575
0+100	999,000	1,000	–
середнє значення		1,938	2,067
максимальне значення		4,075	3,075

Примітка: відмітки точок закріплення копірної струни змодельовано в діапазоні відхилень $\pm 3,075$ мм.

Висновки. Виконані розрахунки показують, що під час контролю якості виконання геодезичних і будівельних робіт доцільно проводити контрольне нівелювання поздовжнього профілю траси з кроком 5, 10 і 20 м від початкової точки підвішування копірної струни.

1. Величко, Г.В. Забезпечення рівності автомобільних доріг / Г.В. Величко, В.В. Філіппов // Автошляховик України. – 2003. – № 2. – С. 40 – 43.
2. Долгилевич, Ю.П. Влияние некоторых составляющих асфальтобетонной технологии на долговременную ровность дорожных покрытий [Электронный ресурс] / Ю.П. Долгилевич и др. – Режим доступа: <http://library.stroit.ru>.
3. Костельов, М.П. Практические проблемы устройства асфальтобетонных покрытий с высокой ровностью [Электронный ресурс] / М.П. Костельов. – Режим доступа: <http://library.stroit.ru>.
4. Ільченко, В.В. Забезпечення рівності дорожнього покриття на стадії геодезичних і будівельних робіт / В.В. Ільченко, В.І. Козарь, Р.А. Міщенко, Л.М. Козарь // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. – Вип. 60. – Х.: ХНАДУ, 2013. – С. 123-127.
5. Лушников, Н.А. К вопросу об оценке продольной ровности покрытий автомобильных дорог / Н.А. Лушников, П.А. Лушников // Дороги и мосты. – М.: ФГУП «РосдорНИИ», 2010. – Вып. № 23. – С. 97 – 104.
6. Руководство по статистическому контролю и регулированию качества при строительстве и капитальном ремонте автомобильных дорог. – М., 1981. – 30 с.
7. ДБН В.2.3-4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 84 с.
8. ДСТУ Б В.2.3-3-2000. Дороги автомобільні та аеродроми. Методи вимірювань нерівностей основ і покриттів. – К.: Держбуд України, 2000. – 10 с.
9. Инструкция по разбивочным работам при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог и искусственных сооружений (ВСН 5-81). – М.: Транспорт, 1983. – 110 с.
10. ГОСТ 26433.0-85. Правила выполнения измерений. Общие положения. – М.: Стандартиформ, 2005. – 14 с.
11. Меркин, Д.Р. Введение в механику гибкой нити / Д.Р. Меркин. – М.: Наука, 1980. – 240 с.
12. ГОСТ 3062-80. Канат одинарной свивки ЛК-0. – М.: Госстандарт, 1980. – 7 с.

Стаття надійшла до редакції 05.05.2014