

УДК 622.834:528

к.т.н., доцент Пеньков В.О.,
Харківський національний університет
міського господарства ім. О. М Бекетова

ПРО РІВНІСТЬ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ І ДОРІГ НА ТЕХНОГЕННО-ДЕФОРМОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Визначенні сучасний стан і особливості рівності покриттів на міських вулицях і дорогах в умовах техногенних деформацій території. Наведено залежності для оцінки впливу підземних гірничих робіт на рівність, вказано напрямки подальших досліджень.

Ключові слова: міські вулиці і дороги, техногенно-деформовані території рівність покриття, підземні гірничі роботи, умови руху.

Вступ

Дослідження техногенних деформацій при розробці корисних копалин підземним способом показують, що процеси, які відбуваються в надрах і передаються на поверхню, можуть значно впливати на стан наземних споруд.

На сьогодні допустимий вплив підземних гірничих робіт (ПГР) на будівлі і споруди нормується, але автомобільні дороги захищаються тільки від утворення провалів, а усі інші можливі чинники негативного впливу до уваги не приймаються і на незабудованій території вплив практично не обмежується [1].

З усіх чинників погіршення стану міських вулиць і доріг вплив зрушень земної поверхні під впливом ПГР залишається найменш вивченим [1,2,3].

Особливості змін рівності міських доріг на техногенно-деформованих територіях довгий час залишаються поза увагою в значній мірі через міжгалузеву роз'єднаність зацікавлених сторін та дуже різне розуміння поняття «відчутний вплив підземних гірничих робіт на споруду». Такий стан зумовлений відсутністю норм допустимого впливу зміни просторового положення автомобільних доріг при підробці.

Основним чинником, що впливає на стан міських вулиць та доріг є зміна внаслідок проведення підземних гірничих робіт (ПГР) просторового положення значних ділянок міської території (до кількох км²) з розташованими на них будівлями та спорудами.

В якості показників, що дозволяють оцінювати значимість зміни просторового положення приймаються вертикальні та горизонтальні зсуви та деформації: осідання, ухили та кривизна деформованої поверхні.

Започатковані положення щодо впливу підземних гірничих робіт на рівність доріг [4], та отримані рішення [5,6] були взяті за основу при розробці

моделі «рівність - швидкість – негативний вплив транспорту і були частково реалізовані у [7]. Але вони виявилися невчасними і недоречними, перш за все через скрутний економічний стан країни, гірничої та дорожньої галузей, і подальшого суттєвого розвитку не мали.

В останні роки зросли потреби і можливості підвищення якісного рівня дорожнього будівництва [8], виконано нові дослідження впливу рівності на умови руху [9-15], сталось поступове визнання маркшейдерами значимості впливу підземних гірничих робіт на якісний стан доріг [16]. Все це надало актуальності та знову привернуло увагу до цього напрямку досліджень стану міських доріг на техногенно-деформованих територіях [3].

Мета дослідження – Удосконалення моделі та розширення можливостей моделювання рівності міських вулиць і доріг на техногенно-деформованих територіях.

Матеріали дослідження.

Діючі нормативні документи [1] дозволяють з достатньою для багатьох інженерних задач точністю прогнозувати основні параметри процесу деформацій земної поверхні, приймаючи в якості основних показників потужність пласта m , який розробляється та глибину розробки H .

При довготривалих дослідженнях впливу (ПГР) на земну поверхню та міські вулиці і дороги, величини осідань визначались методом геометричного нівелювання деформованої поверхні на спеціальних спостережних станціях при відстанях між точками 15-20 м. Ці результати взяті за основу для прогнозування визначення змін рівності в залежності від умов проведення гірничих робіт.

Пропонується стан доріг оцінювати через зміни рівності за схемою:
осідання \Rightarrow рівність \Rightarrow автомобільний транспорт \Rightarrow швидкість руху.

Для оцінки впливу осідань на рівність, одержано модифіковані залежності, які на відміну від [4,5] дозволяють наблизити результати вимірювання осідань та кривизни при стандартному інтервалі 15 м [1,4], до умов вимірювання рівності за допомогою 3-и метрової рейки.

Для оцінки прогнозованої кривизни поверхні осідання на перспективу більше одного року. коли положення виробки не відомо, замість детального розрахунку зрушень і деформацій в окремих точках деформованої поверхні обмежуються обчисленням максимальних деформацій [17].

При оцінці прогнозованих деформацій доріг під впливом ПГР, враховується, що дорога на деформованій поверхні повторює форму мульди осідання.

Максимальну кривизну земної поверхні, викликану розробкою одного пласта, визначаються для інтервалу $l = 15$ м за (1):

$$K_{\max} = 1/R_{\min} = 1/3k \cdot \sqrt{k} \quad (1)$$

де $k = H/m$ - кратність розробки;

m - потужність пласта, м; H - глибина розробки, м

Для переходу від кривизни при інтервалі $l = 15$ м до кривизни при інших інтервалах використана залежність (2) [18]. обґрунтованість якої підтверджена пізнішими дослідженнями [19].

$$K_l' = K_{15} \cdot 98.9 \cdot l^{-1.7} \quad (2)$$

де K_l' та K_{15} - кривизна відповідно при інтервалах, рівних l' та $l = 15$ м.

У розвиток підходу [4] для оцінки рівності по просвіту під 3-х метровою рейкою використано інтервал між точками 0.5 м, який раніше не розглядався. Тоді кривизна визначається за формулою:

$$K_{0.5} = 106.89 / k^{1.5} \quad (3)$$

Приймаючи стрілку прогину h кривої кривизною $K_{0.5}$ за просвіт $f_{0.5}$ під 3-и метровою рейкою при інтервалі 0.5 м одержано:

$$f_{0.5} = K_{0.5} \cdot l^2 / 2 = 13360 / k^{1.5}, \quad (4)$$

де h - стрілка прогину в середині кривої,

l - довжина інтервалу між точками.

За величиною просвіту под 3-и метровою рейкою $f_{0.5}$, при кривизні $K_{0.5}$, здійснюється перехід до рівності покриття за поштовхомір S . Для визначення рівності за поштовхомір в залежності від кратності підробки (при $k > 50$) на основі (5) [20], одержано у (6)

$$S = 20 + 7.1 \cdot f_{0.5}^{1.7} \text{ см/км} \quad (5)$$

$$S_{0.5} = 20 + 7.1 \cdot \left(\frac{13360}{k^{1.5}} \right)^{1.7} \text{ см/км}, \quad (6)$$

де k - кратність розробки.

В таблиці 1 наведені результати обчислень $h_{0.5}$ та $S_{0.5}$

Таблиця 1.

Просвіт $h_{0.5}$ та рівність $S_{0.5}$ в залежності від кратності k

k	100	200	300	400	600	800	1000
$h_{0.5}$ мм	13.4	4.7	2.6	1.7	0.9	0.6	0.4
$S_{0.5}$ см/км	603	119	55	37	26	23	21.6

Просвіт $h_{0.5}$ та рівність $S_{0.5}$ є викликаними впливом ПГР змінами відповідних показників існуючої дороги в її поточному стані.

Визначення значимості впливу ПГР на зміну рівності доріг в межах забудованої території, виконано порівнянням амплітуди коливань h_l

макронерівності через різницю висот точок, при інтервалі $l = 5, 10, 20$ м в залежності від кратності k (табл.). Для цього використані значення допустимої кривизни [17,18] для різних груп забудованих підроблюваних територій.

Значення кривизни при довільному інтервалі k :

$$K_l' = K_{15} \cdot 98.9 \cdot l^{-1.7} = (32,93 \cdot l^{1.7}) / k^{1.5} \quad (7)$$

Амплітуди коливань макронерівності при інтервалі l :

$$h_l = 16.16 \cdot l^{0.3} / k^{0.5} \quad (8)$$

Таблиця 2.

Амплітуда (прогин) Δh мм в залежності від кратності k

Інтервал, м	Будівельний допуск Δh , мм		Δh , мм під впливом ПГР			
	Категорії доріг		Кривизна k			
	I-III	IV	100	200	400	600
$l = 5$ м	7	10	26	9	3	1,8
$l = 10$ м	12	16	32	11	4	2,2
$l = 20$ м	24	-	40	14	5	2,7

Для оцінки впливу зміни рівності $\Delta S = S_{0.5}$ на швидкість ΔV використані залежності (9) - (10) [20], відповідно для легкових та вантажних автомобілів (табл. 3).

$$V_l = 70.0 - 0.016 \cdot S; \quad \Delta V_l = -0.016 \cdot \Delta S \quad (9)$$

$$V_e = 55.0 - 0.023 \cdot S; \quad \Delta V_e = -0.023 \cdot \Delta S \quad (10)$$

Таблиця 3.

Зміна рівності покриття та швидкості руху в залежності від кратності розробки k

Кратність	100	200	300	400	600
Зміна рівності см / км	603	119	55	37	26
ΔV_l км/ год	- 9,6	- 1,9	- 0,9	- 0,6	-0,4
ΔV_e км/ год	- 13,9	- 2,8	- 1,3	- 0,9	-0,6

За умов крутого падіння пластів важливою відмінністю є утворення на земній місць зосереджених деформацій у вигляді уступів (в середньому 13 уступів на 1 км), середньою висотою 100 мм. Швидкість руху на таких ділянках знижується до 10-20 км / год [18]. Детальна оцінка впливу уступів на стан доріг буде висвітлена в у інших роботах.

Висновки

Запропонований в роботі підхід до оцінки впливу зміни прсторового положення на якість міських вулиць і доріг розглянуто стосовно вугледобувної промисловості, але він може використовуватись у інших технологіях, пов'язаних з

видобуванням корисних копалин підземним способом (руда, сіль та ін.), коли відбуваються зміни просторового положення земної поверхні і споруд.

Вплив підземних гірничих робіт на рівність автомобільних доріг можна оцінювати в залежності від кратності підробки. Навіть при розробці одного пласта з показником кратності $k < 300$ зміни рівності близькі до максимально допустимих показників рівності для нового покриття і можуть їх перевищувати. Тобто протягом кількох місяців показник рівності може подвоїтись. За міжремонтний період кратність може зменшитись при повторній підробці. На підроблюваних ділянках гранична експлуатаційна нерівність може бути досягнута в два-три рази швидше запроєктованих термінів.

В сучасних умовах найбільш раціональним засобом зменшення негативного впливу ППР на дороги є обов'язкове узгодження термінів виконання підземних гірничих робіт та проведення ремонтів.

Регулярне вимірювання рівності при моніторингу вулиць і доріг на техногенно-деформованих територіях має практичну цінність при підготовці й обґрунтуванні експертних оцінок збитку транспортної інфраструктури міст на техногенно-деформованих територіях.

Список використаних джерел

1. ДБН В.1.1-5-2000 Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих грунтах. Ч.1. Будинки і споруди на підроблюваних територіях. - К.: Держ. ком. будівництва, арх. - ри та житлової політики України, 2000.
2. Кратч Г. Сдвигение горных пород и защита подрабатываемых сооружений. М: Недра, 1978. – 494 с.
3. Пеньков В.О До розвитку досліджень міських вулиць і доріг на техногенно-деформованих територіях/ В.О. Пеньков // Містобудування та територіальне планування: наук.- техн. зб. – К., КНУБА.- 2015.-Вип. 58. - С. 398- 404.
4. Білятинський О.А. Оцінка впливу підземних гірничих робіт на рівність автомобільних доріг/ О.А. Білятинський, В.О Пеньков. //Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. - К.: Техніка, 1997. - Вип .№ 54.- С 159-162.
5. Білятинський О.А. Про вплив підземних гірничих робіт на профіль дороги та витрати палива /О.А Білятинський, В.О Пеньков І.В. Шилін // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Вип.56, 1998. - С.118-125.
6. Білятинський О.А. Концепція науково-технічної програми «Автомобільні дороги на техногенно-деформованих територія». / О.А Білятинський, В.О. Пеньков, І.В Шилін // Автошляховик України. – 1996, №3. – с. 35-37.
7. І.В. Шилін Особливості впливу підземних гірничих робіт на геометричні параметри автомобільних доріг Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.11 / 4.
8. ДБН В.2.3 – 4 – 2000. Споруди транспорту, Автомобільні дороги. Держбуд України, Київ, 2000. – 117 с.
9. Филиппов В.В О зависимости расхода топлива и влияния на него скорости движения автомобиля и дорожных условий / В.В. Филиппов, Н.В. Смирнова, Д.Н. Леонтьев // Вестник ХНАДУ, вып. 67, 2014. - С. 7-12.
10. Савенко В. Я. Про обґрунтування рівня показників рівності дорожніх покриттів / В.Я. Савенко, Д.І. Кіяшко //Автомобільні дороги і дор. буд-во. – К.: НТУ, 2011. – № 81. – С.

19–22.

11. Кияшко Д.И. Нормирование допустимых значений показателей ровности дорожных покрытий / Д.И.Кияшко, В.Я.Савенко, В.В.Филиппов // Міжвуз. збірник «Наукові нотатки». Луцьк, 2012. Випуск №36 с.144-148

12. Крупа Н.В. Обоснование требований к проектной ровности проезжей части автомобильных дорог. / Н.В. Крупа // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. – 2004. - №13. – С. 35-39.

13. Волков А.Б. Учет дополнительных транспортных расходов в условиях отложенных работ по ремонту дорожных покрытий / А.Б. Волков, В.П. Носов // Сборник научных трудов МАДИ. – М., 2012. – С. 22-26.

14. Петкявичус Э., Петкявичус Р., Анализ и оценка показателей качества / асфальтобетонных покрытий автомагистралей Вестник БНТУ, № 1, 2006. - С. 21-26.

15. Могильный К.В. Требования к ровности дорожных оснований и покрытий. Методы и средства измерений неровностей / К.В. Могильный, В.В. Чванов, О.А. Красиков // Дороги и мосты: сб. статей / ФГУП «РосДОРНИИ»// – М., 2011. – Вып. № 26/2. – С. 151-169.

16. Шнеер В.Р. Оценка ущерба от подработки городов и поселков при сосредоточенных деформациях земной поверхности / В. Р. Шнеер, Л.А. Иванова, М.П., Басин, А .В. Трифонов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України, № 1, 2007. - С. 82-93.

17. Медянцева А.Н Сдвигание горных пород и земной поверхности под влиянием горных выработок.- Новочеркасск: Изд-во политехн. института 1976. – 82 с.

18. Сірик О.Г. Вдосконалення моделі утворення уступу / О.Г. Сірик, В.О. Пеньков, О.В. Грабар, М.В. Васечкін // Містобудування та територіальне планування: наук. техн. збірник. – К.: КНУБА, 2004. – Вип. №18. – С.149-157

19. Иофис М.А., Гришин А.В. Природа и механизм образования сосредоточенных деформаций в мульде сдвига // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2005. - № 7. – С. 82-86.

20. Сильянов В.В., Домке Э.Р. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц /В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с.

Аннотация

В работе определены современное состояние и особенности ровности покрытий на городских улицах и дорогах в условиях техногенных деформаций территории. Приведены зависимости для оценки влияния подземных горных работ на ровность, указаны направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: городские улицы и дороги, техногенно-деформированные территории ровность покрытия, подземные горные работы, условия движения.

Abstract

The study identified the current state and features of the evenness of the coatings on urban streets and roads in the conditions of technogenic deformations of the territory. According to assess the effect of underground mining on the evenness, indicated the directions for further research.

Keywords: streets and roads, man - strain areas, the evenness of the coating, underground mining, traffic conditions.