

ХВИЛЕПОДІБНІ НЕРІВНОСТІ НА ДОРОЗІ ВІД ВЗАЄМОДІЇ КОЛЕСА АВТОМОБІЛЯ З ОДНОШАРОВИМ ПОКРИТТЯМ

Проблема руйнування несучих систем автомобіля є темою багатьох праць різних науковців: Проскураков В.Б., Дячук М.В., Мигаль В.Д. та інші.

Вагомим фактором формування даної проблеми є вплив геометрії нерівностей дороги на інерційні навантаження елементів несучої системи автотранспортного засобу. Тому розуміння механізму утворення нерівностей на дорозі є важливим з експлуатаційних міркувань як для дороги, так і для автомобіля.

Розглядаючи взаємодію коліс автомобіля з дорожнім полотном з позицій системного підходу слід виходити з прямої та оберненої задачі: вплив коліс автомобіля на дорогу та навпаки – вплив стану дороги (нерівностей) на коливальні процеси в автомобілі.

При будівництві доріг спочатку виконуються розрахунки на міцність покриття за умовою міцності:

$$\sigma_D \leq [\sigma], \quad (1)$$

де σ_D – розрахункові напруження розтягу від діючого навантаження, $[\sigma]$ – допустимі напруження розтягу, що залежать від матеріалів.

Матеріал дороги, у вигляді структурних складових та зв'язуючих, може мати декілька шарів і з'єднується в структуру, що повинна працювати в пружному діапазоні деформацій в межах допустимих вагових навантажень. Але, як часто буває, навантаження на дорогу від автомобільного транспорту переходить за допустимі межі, що викликає пластичні деформації, а це в свою чергу призводить до руйнівних процесів.

Для представлення процесів руйнування наглядними є картини хвильового рельєфу з нерівностей на поверхні дороги із шару відсіву кам'яної крихти, що утворилися від взаємодії коліс автомобілів з покриттям (фото 1).



Фото 1. Картина хвильоподібних нерівностей

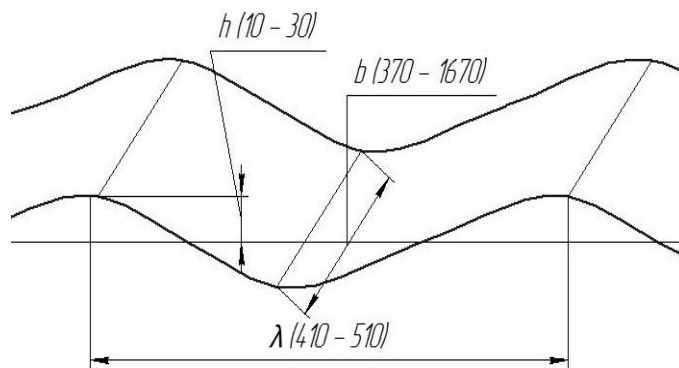


Рис. 1. Геометрія хвильоподібних нерівностей

Заміри геометрії утворених нерівностей були виконані в десяти місцях поверхні та показали своє повторення у вигляді розмірних інтервалів. Геометрія хвильових нерівностей приведена на рисунку 1, має певну систему формування за параметрами кроку (λ), висоти (h) і ширини (b) хвилі

Рядом науковців: Заславський Ю. М., Осинівська В. А. та ін., відстоюється хвильова теорія формування такої поверхні на дорозі в результаті розповсюдження поверхневих пружних хвиль від вертикальних ударних навантажень колеса автомобіля. Коливання поверхні супроводжуються зміною розтягуючих і стискаючих зусиль, що і утворює впадини та виступи хвиль з певними геометричними параметрами. Найбільш наглядно це проявляється на одношарній моделі покриття дороги і дає можливість пояснити процеси руйнування більш складних реальних конструктивних систем дороги.

Якщо в одношаровій моделі поверхнева ударна хвиля формує впадини та виступи, то в багатошарній конструкції відбувається взаємодія самих ударних хвиль, що розповсюджуються по суміжних шарах з можливим накладанням та критичними резонансами від цього.

Вібраційні рівні та частотний спектр картин нерівностей утворюються від взаємодії автомобіля з дорогою вертикальними ударними навантаженнями. Модуль вертикального ударного навантаження на дорогу визначається виразом:

$$|F_y| = m_k \cdot a_e \quad (2)$$

де m_k – маса, що передається колесом на дорогу; a_e – вертикальне прискорення точок ударної поверхні колеса.

Таке ударне навантаження на дорогу від активного колеса викликає на поверхні покриття інерційні коливання за схемою, показаною на рисунку 2.

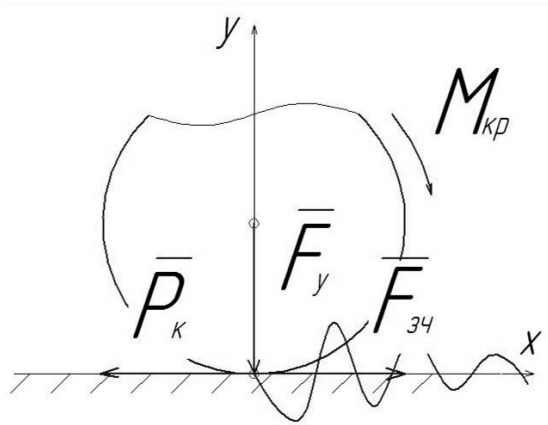


Рис. 2. Схема граничного навантаження приводного колеса на дорогу

На приведеній схемі \bar{P}_K – вектор тягового зусилля на колесі від крутного моменту, що підводиться трансмісією; $\bar{F}_{зч}$ – вектор сили зчеплення, що зв'язаний з модулем ударного навантаження через коефіцієнт зчеплення φ залежністю:

$$|\bar{F}_{зч}| = |\bar{F}_y| \cdot \varphi \quad (3)$$

Сила зчеплення, як протидіюча активній силі \bar{P}_K , є поверхневим (граничним) навантаженням, що створює ефект поздовжнього зсуву та викликає поверхневу хвилю Релея.

Спектр коливань автомобіля, що передається на поверхню дороги, залежить як від нерівностей дороги, так і власних коливань, що визначаються жорсткісними параметрами несучої системи підвіски, шин і т. д., а також формується швидкісними режимами.

Утворення хвилеподібних нерівностей на поверхні одношарового дорожнього покриття із відсіву кам'яної крихти в динамічній моделі взаємодії автомобіля з дорогою відбувається через механізм ущільнення матеріалу крихти силами інерційних поверхневих коливань від ударних навантажень дороги.

Формування такого характеру нерівностей не характерно для твердих покриттів дороги з характеристиками міцності, що забезпечують пружні переміщення поверхневої хвилі Релея. На таких поверхнях можуть утворюватись окремі вибоїни в місцях, де порушується умова міцності покриття.