

6

ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ СТУДЕНТСЬКИЙ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ СЕМІНАР

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ



ЦНТУ

кафедра БДМБ

Кропивницький 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИН
КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ, ДОРОЖНІХ МАШИН І БУДІВНИЦТВА

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
VI ВСЕУКРАЇНСЬКОГО СТУДЕНТСЬКОГО НАУКОВО-ПРАКТИЧНОГО СЕМІНАРУ

**“ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС
СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ”**

29-30 жовтня 2018 року

м. Кропивницький

Збірник матеріалів VI Всеукраїнського студентського науково-практичного семінару “Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій”. - Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 206 с.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ СЕМІНАРУ

Голова - Левченко О.М., д-р техн. наук, проф., проректор з наукової роботи Центральноукраїнського національного технічного університету;

Заступник голови - Настоящий В.А., канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва Центральноукраїнського національного технічного університету.

Секретар - Дарієнко В.В., канд. техн. наук, доцент кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва Центральноукраїнського національного технічного університету.

Члени оргкомітету:

Яцун В.В., канд. техн. наук, доцент, декан факультету проектування та експлуатації машин Центральноукраїнського національного технічного університету;

Пашинський В.А., д-р техн. наук, професор кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва Центральноукраїнського національного технічного університету;

Довченко П.І., академік Академії будівництва України, Заслужений будівельник України, генеральний директор ПрАТ “Проектно-вишукувальний інститут “Кіровоградагропроект”;

Нестеренко М.П., д-р техн. наук, професор, декан будівельного факультету Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка;

Томаченко Є.О., магістр будівництва, член-кореспондент Академії будівництва України, головний інженер ТОВ “Кіровоградський будівельний альянс”;

Таран О.В., член-кореспондент Академії будівництва України, директор будівельного коледжу;

Ворона Т.В., канд. техн. наук, фахівець 1 категорії методично-організаційного відділу Центральноукраїнського національного технічного університету.

Редакційна колегія: Настоящий В.А., к.т.н., проф. (відповідальний редактор); Пашинський В.А., д.т.н., проф. (заст. відп. редактора); Дарієнко В.В., к.т.н., доц. (відповідальний секретар); Яцун В.В., к.т.н., доц.; Лізунков О.В., к.т.н., доц.

Адреса редакційної колегії: 25006, м. Кропивницький, пр. Університетський, 8, Центральноукраїнський національний технічний університет, тел.: (0522) 390-471, 551-049, e-mail: kbrmb@kntu.kr.ua

Відповідальна за випуск: Красота Г.С.

Збірник містить матеріали VI Всеукраїнського студентського науково-практичного семінару "Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій", що відбувся 28-29 жовтня 2018 року на базі кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва Центральноукраїнського національного технічного університету.

Матеріали збірника надруковано у авторській редакції.

АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ ДЛЯ РУХУ ВЕЛОСИПЕДІВ

А. Манія, ст. гр. 601БАм

В.В. Ільченко, доц., канд. техн. наук

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Одним з основних техніко-експлуатаційних показників дорожнього покриття є здатність забезпечувати контакт коліс транспортного засобу з поверхнею проїзної частини. В сучасних теоретичних та експериментальних дослідженнях практично не приділяється увага до вивчення процесу взаємодії коліс велосипедів із дорожнім покриттям, проте досить багато досліджень було проведено щодо вивчення процесу взаємодії коліс автомобіля із дорожнім покриттям. Оскільки фізичний зміст процесів майже однаковий, то для теоретичного визначення зчепних властивостей дорожнього покриття для руху велосипедів з певними припущеннями можливо використовувати математичні моделі взаємодії колеса автомобіля з дорожнім покриттям.

Розглянемо найбільш поширені математичні моделі взаємодії колеса із дорожнім покриттям, де в якості вихідних параметрів використовуються ті чи інші характеристики поверхні покриття, що в подальшому дозволить запроєктувати дорожнє покриття для руху велосипедів із заданими техніко-експлуатаційними властивостями.

У загальному випадку процес взаємодії колеса з дорожнім покриттям обумовлюється наявністю двох незалежних складових – сили молекулярної взаємодії між поверхнями та сили механічного опору, котра пов'язана з деформацією їх поверхневих шарів. Процеси молекулярної взаємодії охоплюють поверхневі шари гуми протектора та поверхні дороги на соті долі мікрметра, а процеси механічної взаємодії виникають в самому тілі протектора та в шарах товщиною в десятки долі мікрметра, внаслідок вдавлювання виступів шорсткості в тіло гуми. Експерименти показують, що молекулярна взаємодія та деформування верхніх шарів контактуючих тіл є двома основними напрямками втрати енергії під час руху колеса по поверхні дорожнього покриття. Це знаходить своє відображення в структурі формул для визначення коефіцієнту зчеплення.

Петров І.П. [1] запропонував для визначення коефіцієнта зчеплення використовувати наступний вираз:

$$\phi = 2,14(r_n i_n)^{\frac{2}{3}} \frac{U - R_k(t + C\sqrt{v}) \lg \frac{v_o}{v}}{E^{\frac{2}{3}} p_{cp}^{\frac{1}{3}}} \xi + 0,0658 \psi K_{np} \left(\frac{1}{r_n i_n} \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{p_{cp}}{E} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

де r_n , i_n – відповідно радіус заокруглень вершин та щільність нерівностей;

U – енергія активації молекул гуми;

R_k – стала Клапейрона;

t – температура навколишнього середовища;

C , v_o – сталі Шалламаха;

v – швидкість ковзання контакту шини;

E – модуль пружності гуми протектора;

p_{cp} – середній питомий тиск в зоні контакту на виступах;

ξ – емпіричний коефіцієнт, що залежить від складу гуми протектора;

ψ – коефіцієнт внутрішнього тертя гуми;

K_{np} – коефіцієнт насиченості рисунка протектора в поздовжній площині протектора.

Крагельський І.В. [2] запропонував для визначення коефіцієнта зчеплення використовувати вираз:

$$\phi = \frac{2.1 \cdot \tau \cdot \theta^{\frac{4}{5}}}{p_c^{\frac{1}{5}} \cdot \Delta^{\frac{2}{5}}} + \beta + 0.23 \cdot \alpha_r \cdot p_c^{\frac{1}{5}} \cdot \Delta^{\frac{2}{5}} \cdot \theta^{\frac{1}{5}} \quad (2)$$

де τ – сила опору зсуву;

θ – пружна стала матеріалу;

p_c – середній тиск на покриття;

β – п’єзокоефіцієнт молекулярної складової тертя;

α – коефіцієнт гістерезисних витрат;

Δ – параметр шорсткості, рівний $\Delta = R_{max} / (r \cdot b^{\frac{1}{v}})$

R_{max} – максимальна висота нерівностей профілю;

r – приведений радіус нерівностей;

b та v – параметри опорної кривої.

Вирази (1-2) у правій частині мають дві складових: ліва частина виражає деформаційну складову сили зчеплення, права – молекулярну.

Співвідношення між молекулярною (адгезійною) та деформаційною (механічною) складовими в загальному випадку залежить від ряду факторів, а саме: виду контакту, фізико-механічних властивостей матеріалів, структури їх поверхні. Встановлено, що при контакті гуми з гладкими поверхнями молекулярна складова коефіцієнта зчеплення перевищує деформаційну майже в 2 рази, у разі контакту з шорсткими поверхнями – співвідношення буде зворотнім, величина якого буде залежати саме від структури нерівностей поверхні покриття

Ларін О.М. [3] на основі молекулярно-механічної теорії запропонував для визначення коефіцієнта зчеплення використовувати наступний вираз:

$$\phi = \frac{3.9 \cdot B \cdot C_o \cdot K_n}{E^{0.86} \cdot G} \int_b^a \left(\tau_c \cdot q_z^{0.86} + \left[\beta + \alpha \cdot \frac{h^{\frac{1}{2}}}{R_H^{\frac{1}{2}}} \cdot q_z^{1.86} \right] \right) d\xi; \quad (3)$$

де B – ширина зони контакту;

C_o – коефіцієнт, що враховує відхилення форми контакту від прямокутника;

K_n – емпіричний коефіцієнт;

E – модуль пружності гуми протектора;

G – навантаження на колесо;

τ_c – опір зсуву адгезійного зв’язку;

q_z – дотичне напруження в зоні контакту;

β – п’єзокоефіцієнт молекулярної складової тертя;

α – коефіцієнт гістерезисних витрат;

h – заглиблення шини в нерівності покриття;

R_H – радіус заокруглень виступів шорсткості;

ξ – змінна інтегрування.

Серед недоліків виразу (1-3) можна відзначити наявність емпіричних коефіцієнтів та практично відсутність характеристики поверхні покриття, що також не дозволяє здійснювати проектування покриття із заданими властивостями.

Павлюк Д.О. [4] при розробленні математичної моделі взаємодії колеса автомобіля з дорожнім покриттям запропонував для визначення коефіцієнта зчеплення використовувати вирази:

$$\phi' = \frac{R_1 + R_{2max}}{Q}$$

$$R_1 = 0,68B \left(\frac{Q^5}{(b_1 + b_2 N)^5 R_H E_o^2 i_H^4} \right)^{\frac{1}{3}} (1-s); \quad R_{2max} = \Phi r_{об} \sin \left(k_{p.кр} \frac{L}{2r_{д}} \right);$$

$$k_{p.кр} = \frac{2r_{д}}{L} \arcsin \left(\frac{2R_s}{\Phi r_{об}} \right)$$
(4)

де R_1, R_2, R_s – складові сили зчеплення;

Q – сила тиску колеса на покриття.

N – навантаження на колесо;

b_1, b_2 – емпіричні коефіцієнти;

E_o – динамічний модуль пружності гуми протектора;

R_H – радіус виступів шорсткості;

i_H – щільність виступів шорсткості;

$r_{об}$ – радіус ободу колеса;

$r_{д}$ – динамічний радіус колеса;

Φ – жорсткість шин у поздовжньому напрямку;

k_p – коефіцієнт розбіжності кутових швидкостей ободів гальмуючого і вільного коліс.

Як видно із виразу (4) у якості вихідних параметрів у даній математичній моделі використовуються ряд структурних параметрів (рис. 1), зокрема:

R_H – середній радіус виступів на поверхні покриття;

i_H – щільність виступів на поверхні покриття ($i_H = 1/S$);

h_{cp} – середня глибина впадин на поверхні покриття;

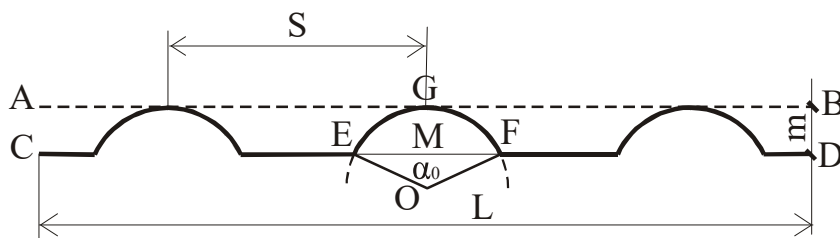


Рис. 1 – Модель поверхні покриття.

Висновок: математична модель Павлюка Д.О. [4] найбільш повно характеризує поверхню покриття, тому в подальших дослідженнях спробуємо адаптувати саме цю модель для вивчення процесів взаємодії велосипедних шин із дорожнім покриттям та подальшого проектування дорожніх покриттів для руху велосипедів із заданими техніко-експлуатаційними властивостями.

Список літератури

1. Петров М. А. Работа автомобильного колеса в тормозном режиме / М. А. Петров – Омск, 1973. – 224 с.
2. Крагельский И.В. Основы расчетов на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Дробычин, В.С. Комбалов. – М.: Машиностроение, 1977. – 526 с
3. Ларин А.Н. Сцепление автомобильной шины с дорогой покрытой слоем воды: автореф. дис. ... канд. тех. наук: спец. 05.22.11 / А.Н. Ларин. – Х., 1989. – 18 с.
4. Павлюк Д.О. Основи і застосування теорії зчепних якостей дорожнього покриття: дис. ... докт. техн. наук: спец. 05.22.11 / Д.О. Павлюк. – К., 1996. – 480 с.