

- класична квадратна сітка;
- стільникові (гексагональні) структури;
- гіроїдні структури;
- трикутні плоскі структури;
- тетраедрична просторова структура;
- радіально-дугова структура (для тіл обертання).

Зазначимо, що робота [5] присвячена детальному вивченню питань заповнення. У цій статті порівнюються різні схеми заповнення та об'ємні відсотки заповнення з використанням технології FDM. Для дослідження було проведено нестандартні випробування на вигин із двома напрямками навантаження. За результатами можна чітко встановити зв'язок між масою виробу та часом виготовлення, закономірність та відсоткове співвідношення, а також зниження міцності при використанні порожнистих ділянок у виробках.

Оптимізацію за вартістю в жодному разі не варто плутати з мінімізацією вартості. Вартість виготовлення деталей за допомогою 3D друку також залежить від безлічі факторів. Насамперед від вибору самої технології друку. Для FDM і SLA технологій, що розглядаються тут, ціна залежатиме не тільки від точності та габаритів моделі, а й від можливості використання високотемпературних матеріалів. Формування кінцевої вартості готової деталі буде компромісом усіх параметрів: вибір матеріалу; вибір режиму/параметрів друку; оптимізація 3D моделі тощо.

Література

1. Полимерные аддитивные технологии: учебное пособие / А.А. Ляпков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 114 с.
2. <https://formlabs.com>
3. <https://3dprinter.ua>
4. <https://3dmanufacture.com.ua>
5. Birosz, Márton & Dániel, Ledenyák & Ando, Matyas. (2022). Effect of FDM infill patterns on mechanical properties. Polymer Testing. 113. 107654. 10.1016/j.polymertesting.2022.107654.

Карпенко Володимир Олександрович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, karpenko4dm@gmail.com
 Нескреба Едуард Євгенійович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, eeneskreba12@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ СТАНУ І ПОВЕДІНКИ АВТОМОБІЛЬНОЇ ШИНИ В ПЕРІОД СТАРТОВОГО РУХУ АВТОМОБІЛЯ

Цілком зрозуміло, що процес взаємодії автомобільної шини з опорною поверхнею є досить складним та потребує детального вивчення. Від стану і поведінки автомобільних шин залежать основні експлуатаційні характеристики

автомобіля та перш за все безпека руху. Наразі існує досить велика кількість наукових праць, що присвячені дослідженню процесу взаємодії автомобільної шини з дорогою. Варто зазначити, що у всіх роботах приймається припущення, що шина вже є «розігрітою». Тобто вважається, що шина завжди має оптимальне значення внутрішнього тиску і температури, але ж звісно це зовсім не так. Шина на початку руху буде мати значення тиску і температури, що відрізняються від оптимальних, які рекомендовані виробниками. Особливо це актуально якщо автомобіль перед початком руху тривалий час знаходився на вулиці, тобто в умовах навколишнього середовища. Період від початку руху автомобіля на «холодних» шинах і до стабілізації основних експлуатаційних характеристик автомобільної шини прийнято називати «стартовим» [1]. Наявність вищевказаного періоду руху цілком підтверджується експериментальними дослідженнями, що проводилися на різних автомобілях та при різних умовах навколишнього середовища [1-2]. В даній роботі виконаємо короткий аналіз експлуатаційних характеристик автомобільних шин при русі в стартовому режимі. Дослідження даного періоду є надважливим з точки зору забезпечення безпеки руху автомобіля, адже в цей час поведінка шини є непрогнозованою.

В роботі [2] приведені результати експериментальних досліджень зміни внутрішнього тиску і температури автомобільної шини в режимі стартового руху. Дослідження зміни внутрішнього тиску та температури шини проводилися на технічно справних автомобілях Lexus RX 300 та Lexus RX 450h, оснащеними літніми шинами 235/60R18 та 235/55R20 відповідно. Всі експериментальні заїзди відбувалися на трасі загального призначення, яка має дві смуги руху в кожному з напрямків, розділених острівцем безпеки. Таким чином, випробування здійснювалися не створюючи перешкод для руху іншого транспорту, але при цьому у звичайних умовах і з можливістю підтримки стабільного швидкісного режиму в межах міста. Зважаючи на те, що експерименти потрібно проводити на «холодних» шинах, тиск у досліджуваних шинах було виставлено до нормативного значення ввечері, при температурі 20°C (у приміщенні). Для автомобіля Lexus RX 300 нормативний тиск відповідає – 0.21 МПа, для автомобіля Lexus RX 450h – 0.24 МПа. Далі автомобілі залишили на вулиці. Сам експеримент виконувався вранці, після 10-ти годинної стоянки досліджуваних автомобілів. Спочатку проводилися дослідження з автомобілем Lexus RX 300. Експеримент здійснювався при температурі повітря навколишнього середовища – 1°C, вологість становила – 81%. Перед проведенням досліджень було виміряно температуру та внутрішній тиск у всіх шинах. Тиск у всіх шинах автомобіля становив - 0.18 МПа, температура шин -1°C. Негативне значення температури можна пояснити тим, що вночі температура повітря на вулиці знаходилася в межах від -2 до 1°C. Зміна тиску повітря в шині та середньої температури газового наповнювача фіксувалася за допомогою зовнішніх датчиків, встановлених на колесах. А також для контролю кожні 20 хвилин вимірювалися значення внутрішнього тиску і температури шин. Тиск фіксувався за допомогою електронного манометра, температура всіх шин визначався в протекторній, плечовій зонах та

бічній частині, точки А, В, С (рис. 1). Тиск у шинах досягнув значення 0,21 МПа приблизно через 25-30 хв.

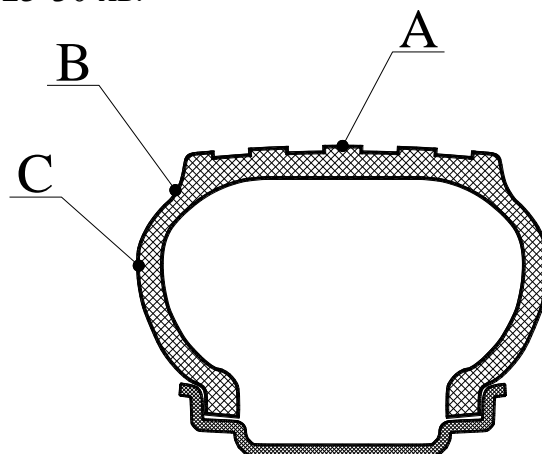


Рисунок 1 – Точки, в яких проводилися вимірювання температури поверхневого шару шини

Експеримент на автомобілі Lexus RX 300 було виконано також і за інших умов навколишнього середовища: температура становила 5°C, вологість 75%. Важливо також відзначити, що початкова температура і тиск шин були відмінними від показників при проведенні першого експерименту. Температура шин становила 5°C, внутрішній тиск 0,2 МПа. Далі дослідження здійснювалися на автомобілі Lexus RX 450h, що оснащений літніми шинами – 235/55R20. Під час експерименту температура навколишнього середовища становила 6°C, вологість 78%. Після нічної стоянки тиск у всіх шинах становив 0,22 МПа, температура шин 3°C. Контрольні виміри внутрішнього тиску та температури шин також здійснювалися кожні 20 хвилин. Тиск в шинах досяг стабільного значення 0,24 МПа через 25-30 хв. Результати вимірювання температури наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Результати вимірювання температури шин (°C)

Час, хв	Lexus RX300									Lexus RX 450h		
	235/60R18 (літні шини) при температурі 1°C			235/60R18 (літні шини) при температурі 7°C			235/55R18 (зимові шини)			235/55R20 (літні шини)		
	А	В	С	А	В	С	А	В	С	А	В	С
початок	-1	-1	-1	7	8	9	0	-1	-1	3	3	3
20	16	22	14	21	22	19	9	15	10	20	21	15
40	17	20	16	22	23	20	13	14	13	21	23	17
60	17	20	17	21	23	18	12	13	11	22	23	28

В осінньо-весняний період, коли температура навколишнього середовища може коливатися в межах від -5°C до +10°C, автомобілі, як правило, оснащені різними шинами (літніми або зимовими). Все залежить від автовласників, деякі роблять заміну літніх шин раніше, деякі водії тоді, коли середньодобова

температура стає нижче 0. Для того, щоб результати, отримані в даній роботі, були корисними як для водіїв, чії автомобілі оснащені зимовими шинами, так і для тих, хто використовує літні шини, експеримент ще раз проводився на автомобілі Lexus RX300, який уже оснащений зимовими шинами. Температура навколишнього середовища під час проведення експерименту становила 0°C, вологість – 79%.

З таблиці 1 можна видно, що найбільш висока температура спостерігається в плечовій зоні шини. Внаслідок проведення експериментальних досліджень було встановлено, що температура поверхневого шару літніх шин при експлуатації в осінньо-весняний період стабілізується приблизно через 30-40 хвилин руху.

Як можна побачити з результатів експериментальних досліджень, температура та внутрішній тиск повітря в шині стабілізуються приблизно через 20-35 хв. В цей період також змінюються і експлуатаційні характеристики шини. Наприклад, опір коченню суттєво залежить від температури шини в плечовій зоні [3] та від внутрішнього тиску повітря в шині. Опір коченню в стартовий період може змінюватися приблизно на 15% [2]. Також температура шини впливає на зчепні властивості шини. При інших рівних умовах, коефіцієнт зчеплення шини з дорогою має найнижчі значення при температурі близькій до 0°C [4]. Слід зазначити, що температура від -5 до +5°C є найбільш несприятливою для автомобільної шини, адже за таких умов властивості шини будуть найгіршими. В Україні згідно [5] температура в межах від -5 до +5°C спостерігається приблизно з жовтня до квітня. Можна сказати, що близько 180 днів на рік середньодобова температура коливається в даному діапазоні температур.

Отже, дослідження стартового періоду руху є надважливим питанням. В стартовий період, що може тривати приблизно від 20 до 35 хв., шина має властивості відмінні від оптимальних. Тож важливо в цей період бути більш пильним та дотримуватися значень внутрішнього тиску в шині, що рекомендують виробники для «розігрітих» шин.

Література

1. Karpenko V.O, Kaps'kyu D.V., Rudenko N.V., Neskreba E. Ye. (2021). Determining the starting time of car movement to stabilize the internal pressure and the temperature in the tires. *Avtomobil'nyy transport*. (48) P. 38-44.
2. Karpenko V., Voropay O., Neskreba E. (2022). Indirect assessment of the rolling resistance of a car tire in the starting mode of motion. *Avtomobil'nyy transport*. (50) P. 5-13.
3. Heavy Truck Modeling for Fuel Consumption Simulations and Measurements (2001) / Linköping Studies in Science and Technology. – Sweden: Tony Sandberg, 102
4. Ботвінева Н.Ю., Буракова И.С., Стрельцова Т.Н., Нестерчук А.В. (2013) Исследование влияния погодных условий на величину коэффициента

сцепления шин с дорожным покрытием. Фундаментальные исследования. №11, С. 407-411.

5. Клімат України URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Клімат_України (дата звернення 20.12.2021)

Колісник Микола Прокопович, канд. техн. наук, професор, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», kolisnyk.mykola@pdaba.edu.ua

Шевченко Андрій Федорович, канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Sevcenkoandrej600@gmail.com

Заяць Георгій Володимирович, канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», zaiats.heorgihii@pdaba.edu.ua

Червоноштан Андрій Леонідович, інженер ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», andrew.chervonoshtan@pdaba.edu.ua

Кріпак Микита Сергійович, магістрант ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» 17250.KRIPAK@pdaba.edu.ua

ДИНАМІЧНІ ТА МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТРАНСМІСІЇ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ КЛАСИЧНОЇ КОМПОНОВКИ З ЧОТИРИСТУПІНЧАТОЮ МЕХАНІЧНОЮ КОРОБКОЮ ПЕРЕДАЧ

Незважаючи на популярність конкуруючого переднепривідного автомобіля, класичної компоновки досі залишається актуальним, оскільки має такі переваги:

- найкраще розважування за осями, оскільки він має поздовжнє компонування розташування ДВС;
- менший радіус розвороту (краща маневреність);
- відсутня дія реактивних моментів на кермо при розгоні, так як передні колеса не є привідними;
- знижено вплив вібрацій, який передається від двигуна на кермо;
- більш динамічний розгін на покриттях завдяки більшому коефіцієнту зчеплення. Під час розгону автомобіль «присідає», переносячи цим навантаження на задню вісь;
- краща прохідність тому що привідні колеса йдуть по утрамбованій колії прокладеної передніми веденими.

З метою розгляду динамічних процесів, що протікають у механічній системі, прийнята кінематична схема «двигун-коробка зміни швидкостей-головна передача-колеса», як багатомасова динамічна модель [1 - 4].

Крутний момент від колінчастого валу двигуна, маховик, кожух та натискний диск передається на фрикційні накладки та ведений диск, а далі через демпферні пружини на маточину та первинний вал коробки передач, яка передає крутний момент на карданний вал та до заднього мосту.

На автомобілі застосована багатоступінчаста коробка передач з чотирма передачами для руху вперед і однієї для заднього ходу.