УДК 620.179.118:625.8(045)

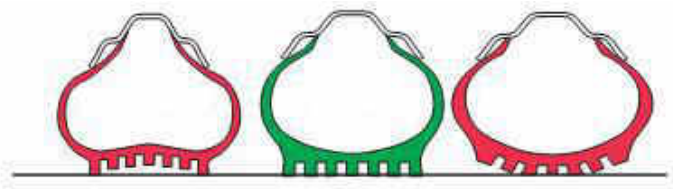
Бєлятинський А. О., д.т.н., проф., зав. каф. РААШ ІАП, Краюшкіна К. В., доц. каф. РААШ ІАП, Скрипченко О. В., аспірант ІАП
Національний авіаційний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПЛОЩУ КОНТАКТУ ШИНИ З ПОВЕРХНЕЮ ПРОЇЗНОЇ ЧАСТИНИ

В сучасному науковому світі велика увага приділяється вивченню та розробці емпіричних методів визначення факторів, що впливають на процес зносу покриття автомобільної дороги. Окрему частину в теорії взаємодії колеса автомобільного транспорту із покриттям автомобільної дороги представляє вивчення плями контакту, а саме параметрів, що впливають на її геометричні характеристики, а внаслідок і на зчіпні характеристики в цілому. Існує ряд конструктивних факторів, що впливають на розмір плями контакту, тиск усередині шини, тип малюнку протектора, а також швидкість руху транспортного засобу. В теорії вивчення фрикційної пари «колеса-опорна поверхня» зазвичай приймають деякі допущення. Основа, по якій перекатується колесо вважається абсолютно жорсткою, а форму плями контакту приймають близькою до прямокутної.

Більшість існуючих досліджень розглядає деформування всіх елементів шин (розрахунок на базі монотропної оболонки, сітчастої оболонки, комбінації оболонок, моделі Бідермана, розрахунок на основі трьохмірної моделі методом скінченних елементів і т. д.). Такі методи є раціональними та підходять для питань проектування шин, але не в питанні зчеплення колеса із поверхнею проїзної частини, а саме плями контакту. У формуванні реакції плями контакту на дію вертикального навантаження найбільшу роль відіграє протектор, деформація його елементів і сили тертя в контакті з дорогою.

Стан шини можливий у трьох виглядах – із заниженим тиском, нормальним та підвищеним (рис. 1).



а) б) в)

Рисунок 1 – Можливі стани шини: а) занижений тиск у шині; б) нормальний тиск у шині; в) перевищений тиск у шині.

Контакт шини автомобіля і поверхні проїзної частини носить характер контакту фрикційного типу. Він характеризується наявністю між двома тілами, що контактують – третього. Третє тіло є плівкою, наприклад, у випадку автомобільної дороги це може бути плівка води, пил, залишки бензину або мастила. В теперішній час все, що стосується поверхні носить більш якісний характер ніж кількісний. Це є причиною неможливості створення точних неаналітичних методів оцінки зносостійкості матеріалів. Тому особливу важливість набуває кількісний аналіз структурних змін, що відбуваються безпосередньо на фрикційному контакті.

Складність процесів, що протікають у фрикційному контакті полягає в їхньому різноманітті. Механічне деформування матеріалу відбувається по двох схемах: введення з прорахуванням та зварювання (з утворенням адгезій них мостиків) з наступним відривом.

Не дивлячись на складність і різноманітність механічних, фізичних та хімічних процесів є деякі загальні положення для процесу тертя та зносу:

1. Трьохшаровий характер процесу тертя полягає в тому, що на фрикційному контакті одночасно протікають три взаємопов’язаних процеси: взаємодія поверхонь, зміна під дією тертя поверхневих шарів тіл та плівок, руйнування поверхневого шару. Це відбувається у зв’язку із тим що коефіцієнт тертя та зносостійкість визначається ще й характером навколишньої середи та режимом, що впливає на зміну властивостей тіл. Режим, в основному залежить від контактної температури, що розвивається при терті і відповідно від температурного градієнту. Вплив тиску та швидкості важливий не тільки сам по собі, а й тому, що він впливає на температуру в контакті. При низькому тиску в шинах збільшується тертя в покришці, вона швидше нагрівається, іноді до небезпечного рівня. Зі збільшення температури гуми протектору збільшується її м'якість. Гаряча шина краще чіпляється до асфальту. Однак, якщо шина нагріється надто сильно, вона почне губити свої властивості й зчеплення з дорогою погіршиться. Далі з гуми почне виділятись мастило й вона почне відділятись від корду. Однак холодна гума також не може з достатньою ефективністю чіплятись до асфальту, тому сила тертя зменшується.

2. Дискретність контакту тіл. Шорсткість та хвилястість твердих тіл призводять до виникнення контакту в окремих плямах, що виникають у місцях на вершинах хвиль та виступів.

3. Практична постійність фактичного тиску при збільшенні навантаження. Зростання площі контакту зі збільшенням навантаження при контакті тіл, в основному, за рахунок збільшення кількості плям при незначному збільшенні їх діаметру. В результаті цього фактичний тиск на одній плямі зростає слабко, в той час як номінальний тиск зростає. В ряді випадків розгляд контакту двох шорстких поверхонь може бути замінений розглядом контакту шорсткої та гладкої поверхонь.

4. Підсумування тангенціальних опорів використовують у зв’язку з дискретною природою твердих тіл, що зумовлені шорсткістю та хвилястістю.

$$T_{сум} = \sum_1^n T_i \qquad (1)$$

Дисипацію енергії при виникненні та руйнуванні одиничного фрикційного зв’язку обумовлено, в основному, двома видами опору: подоланням молекулярної взаємодії в точках реального контакту та подоланням механічного опору пропахуванню. Дисипація енергії виявляється в тому, що відбувається перехід частини енергії упорядкованих процесів (кінетична енергія тіла, що рухається) в енергію неупорядкованих процесів, у кінцевому рахунку – в теплоту.

5. Для здійснення зовнішнього тертя необхідна локалізація всіх процесів взаємодії і руйнування в тонкому поверхневому шарі, тому зсувний опір повинен бути меншим.

6. Формування третього тіла при терті. Необхідність дотримування правила градієнта зсувного опору потребує для здійснення зовнішнього тертя формування послабленого поверхневого шару основного матеріалу або формування на поверхні тертя плівок, з меншим зсувним опором , ніж основа.

7. Стаціонарний стан пари тертя. На фрикційному контакті при незмінних зовнішніх параметрах (навантаження, швидкість, навколишнє середовище) протікають мимоволі процеси приробітку, що призводять до, як правило, мінімального значення тертя зносу, температури і формування відтвореної шорсткості. Це знаходиться, відповідно до принципу мінімального виробництва ентропії, які формулюються нерівновісною термодинамікою.

Для повного вивчення процесів, що протікають у контакті шини з поверхнею проїзної частини необхідне повне дослідження факторів, що впливають на величину плями контакту шини з дорогою. Необхідно враховувати, що на площу контакту впливає наявність прошарку з бруду, мастила, вологи між шиною та дорогою. Всі вищезгадані фактори впливають на площу контакту, й опосередковано на зчіпні якості покриття, а таким чином і на безпеку руху транспортних засобів.