

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ДИСКОВИХ ГАЛЬМ НА МОТОЦИКЛАХ

Вересовський Сергій Вячеславович ст.гр. АА-41-14

Veresovskiy07@gmail.com

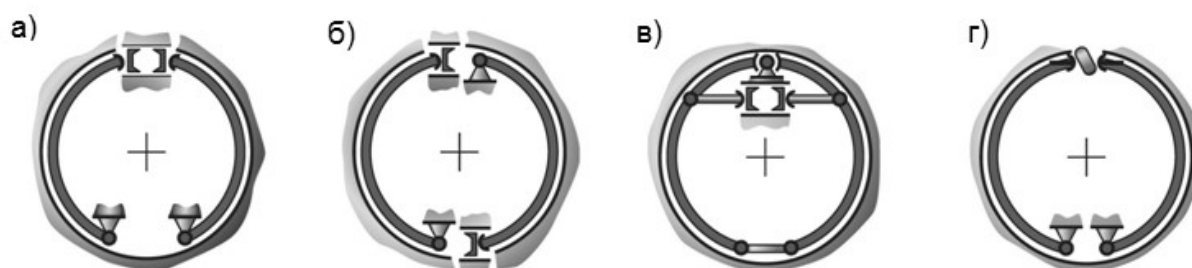
Гальмівна система - важлива частина будь-якого сучасного мотоцикла. У міру розвитку двоколісних транспортних засобів низько ефективні гальмівні пристрої зазнали значної зміни і модернізації. Підвищення швидкостей руху за рахунок поліпшення дорожнього полотна і вдосконалення конструкції мотоциклів висунули більш жорсткі вимоги до гальмівних систем. Якщо раніше в основному намагалися отримати максимальну ефективність холодних гальм, то гальмівні системи сучасних мотоциклів повинні забезпечувати:

- високу ефективність гальмування при обмеженому зусиллі на педаль або важіль;
- мінімальне падіння ефективності після багаторазового гальмування з високої швидкості (гарячі гальма);
- стійке збереження заданого напрямку руху при різкому гальмуванні з різних швидкостей;
- необхідну ефективність гальмування в разі різкого гальмування при різному навантаженні мотоцикла і відсутності при цьому блокування коліс;
- мінімальна зміна ефективності мокрих гальм;
- гарантовану безпеку роботи гальмівної системи.

Перші мотоцикли не мали гальмівних систем. Розігнавшись, мотоцикліст сповільнювався або зупинявся шляхом тертя взуття об поверхню. В 1902 р. компанія «Стеффі Мотосайклс» (Steffey Motorcycles) (Філадельфія) створила перші мотоциклетні гальма. Принцип дії механізму був гранично простий: повна зупинка або уповільнення мотоцикла досягалася шляхом тертя шматка сталевого листа об передню шину [1].

На початку ХХ ст. мотоцикли стрімко розвивалися, в результаті чого виникла необхідність в більш ефективних гальмах. Рішенням інженерів стало використання барабанних гальм - проста і ефективна конструкція, дешева у виробництві.

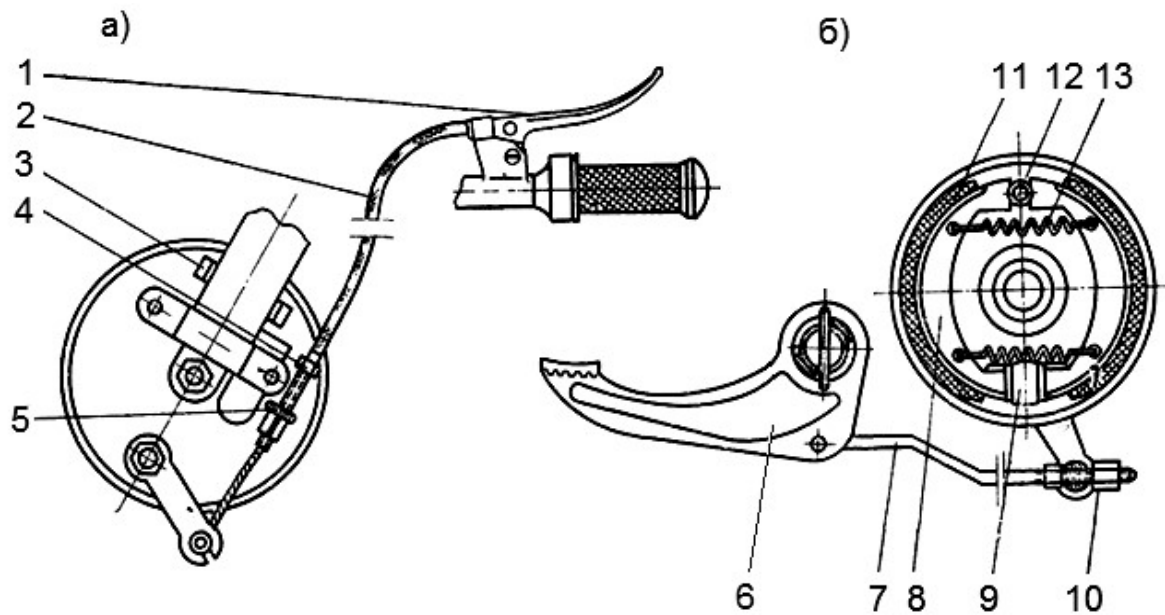
До 1960 р. інженери домоглися величезних успіхів у розвитку барабаних гальм, званих так тому, що ефект гальмування досягається за рахунок тертя, що виникає між накладками колодок і поверхнею тертя, що представляє собою барабан, який жорстко пов'язаний з колесом.



а - механізм з односторонніми опорами; б - механізм з рознесеними опорами; в - механізм з самоусілення; г - механізм з розтискним кулаком.

Рисунок 1- Колодкові барабанні гальмівні механізми [1]

Розглянемо барабаний гальмівний механізм з розтискним кулаком (див. рис. 1, г і рис 2). Колодки спираються на осі з ексцентричними шийками. Осі встановлені і зафіксовані гайками в кронштейнах, приклепані до опорного диску. Колодки притискаються до розтискного кулака стягнутий пружиною. До колодкам приклепані по дві фрикційні накладки. Гальмівний барабан відлитий з алюмінієвого сплаву з ребрами. Розтискний кулак виготовлений як одне ціле з валом і встановлений в кронштейні. На шлицевом кінці вала закріплений важіль. У розгальмованому стані між колодками і барабаном є зазор. При гальмуванні разжимной кулак притискає колодки до барабана, викликаючи гальмування колеса. Профіль разжимного кулака виконаний так, щоб забезпечувати переміщення на однакові відстані решт колодок. Цим досягається урівноваженість гальмівного механізму. Однак барабан, усередині якого знаходиться гальмівний механізм закритий, отже тепло, що виникає при гальмуванні, не розсіюється. Тому при інтенсивному використанні вони перегріваються. Фрикційні властивості колодок і барабана погіршуються. ефективність гальма знижується.



а - переднє гальмо; б - заднє гальмо; 1 - важіль гальма; 2 - трос;
 3 - реактивний упор; 4 - регулювальний гвинт; 5 - контргайка; 6 - гальмівна
 педаль; 7 - тяга; 8 - гальмівна колодка; 9 - кулачок гальма; 10 - регулювальна
 гайка; 11 - накладка; 12 - вісь колодок; 13 - пружина колодок.

Рисунок 2- Барабанне гальмо двоколісного транспортного засобу з розтискним кулаком [7]

Для цієї проблеми інженери знайшли рішення - застосували вентиляцію барабана, а саме повітрозабірники, направляючі повітря на колодки для їх охолодження. Але разом з холодним повітрям в механізм потрапляла вода, бруд, пил - все це знижувало ефективність гальмування. Крім того, навіть система з двома гальмівними барабанами, розташованими з кожного боку колеса (застосовувалася на гоночних мотоциклах до винаходу дискового гальма), не забезпечувала досить сильного і інформативного гальмування.

Відзначимо основні недоліки барабанної гальмівної системи [7]:

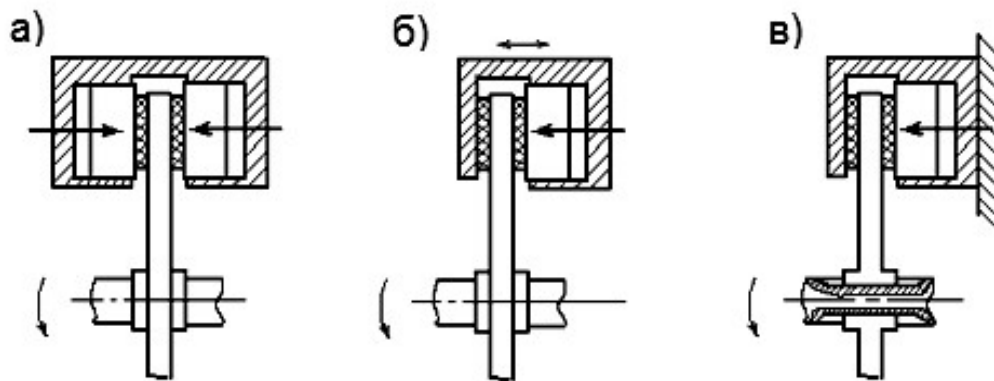
- втрачає свою ефективність при інтенсивному гальмуванні;
- висока температура викликає розширення барабана, і гальмівний колодці доводиться долати більшу відстань, а значить, водій повинен докладати більше зусиль до гальмівного важеля;

– ефективність гальмування знижують скупчуються гази, що виділяються від тертя між диском і гальмівною колодкою; - барабанні гальма схильні до «залипання».

Однак зі зростанням потужності мотоциклів зростала і ефективність гальмівних систем, які в процесі роботи виробляли все більше тепла. Високі температури зменшували термін служби барабанних гальм, тому інженерам довелося шукати інші рішення даної проблеми - були створені дискові гальма.

Перші дискові гальмівні механізми колісних транспортних засобів запатентував в 1902 р англійський винахідник Ф. В. Ланчестера. За більш ніж столітній період конструкція дискового гальмівного механізму зазнала ряд істотних змін, в результаті яких з'явилися кілька її різновидів [1].

Мотоциклетна дискова гальмівна система так само, як і барабанна, складається, як правило, з колісних гальм і приводу до них. Гальмо складається з диска і скоби або супорта з гальмівними колодками. Гальмівний диск є деталлю, пов'язаної з колесом. На гальмівний диск з певним зусиллям впливають колодки (рис. 3), в результаті чого кінетична енергія рухомого мотоцикла в процесі роботи тертя перетворюється в тепло і розсіюється в навколишньому середовищі.



а - з нерухомою скобою; б - з плаваючою скобою; в - з рухомою скобою.

Рисунок 3- Схеми дискових гальм [3]

Варто відзначити, що вперше передній дисковий гальмівний механізм з'явився на мотоциклі в 1965 р, коли фірма «Хонда» (Honda) випустила мотоцикл Honda CB750 Four. Однак інженери фірми продовжували працювати над вирішенням проблем дискового гальма, які потрібно було усувати: надмірний

знос колодок, сильний шум в роботі. Перші дискові гальма фірми «Хонда» склалися з монолітного сталевого диска і одне-поршневого супорта [1].

З 1970-х рр. більшість виробників почали працювати над розвитком дискових гальм, хоча деякі продовжували вірити, що майбутнє за барабанними системами. З ростом потужності і вимог до ефективності роботи гальмівних систем виробники шукали різні шляхи поліпшення технології дискових гальм.

У 1980-х рр. інженери почали працювати над поліпшенням ефективності дискових гальм. Один з напрямків поліпшення ефективності дискових гальм полягало в збільшенні діаметра диска відповідно до принципу «важіль щодо осі»: чим більше відстань від осі, тим більше зусилля, вироблене цим важелем. Іншим напрямком було застосування в супорті декількох поршнів меншого діаметра замість одного великого (див. рис. 3, а). Фактично створюється ефект присутності диска більшого діаметра. Діаметри гальмівних дисків передніх коліс мотоциклів змінюються від 280 мм до 320 мм, задніх - від 130 мм до 285 мм [2]. Однак інженери зіткнулися з низкою інших проблем: невелика несоосність між диском і колодками значно знижувала ефективність гальмування і збільшувала знос колодок; високе тепловиділення могло послужити причиною деформацій, приводить до несоосності через жорсткого закріплення диска. Обидва ці вади можна усунути, якщо відокремити диск від кронштейна і дозволити йому вільно переміщатися в деяких межах. Така конструкція отримала назву «плаваючого диска».

Перші дискові гальма мали такий істотний недолік, як погана робота в умовах підвищеної вологості. Це було пов'язано з утворенням водної плівки на диску, яку слід було видалити перед початком гальмування. Якщо застосовувався неправильний фрикційний матеріал, проблема ускладнювалася. Чавун завдяки своєму пористій будові є ідеальним матеріалом для диска в мокрих умовах, однак чавунний диск значно більше схильний до корозії. З 1980-х рр. інженери починають працювати над перфорованими дисками, які мали покращити ступінь відведення води, але в підсумку вони тільки погіршили ефективність гальмування, оскільки вода збиралася на зовнішніх гранях отворів. В результаті

головною перевагою перфорованих дисків стало зниження ваги, а як наслідок, моментів інерції і гіроскопічних ефектів. Однак проблема залишалася, і тільки в кінці 1980-х рр. шляхом введення спікання металевих колодок вона була вирішена. У складі спікання металевих колодок присутній обмежену кількість металевих частинок, і колодки зношуються нерівномірно, їх хвиляста поверхня дозволяє обхвату продавити плівку води набагато швидше звичайних колодок.

Дискові гальма з нерухомою скобою (див. рис. 3 а) має два робочих поршня, розташованих в скобі, до яких одночасно подається гальмівна рідина, внаслідок чого колодки з накладками з обох сторін притискаються поршнями до гальмівного диску.

Дискові гальма з плаваючою скобою (див. рис. 3 б) має один поршень, розташований в скобі, до якої з протилежного боку кріпиться друга колодка. Завдяки тому, що скоба може переміщатися в пазах кронштейна, переміщення поршня при подачі гальмівної рідини і разом з ним колодки з накладкою після зіткнення з гальмівним диском викликає переміщення скоби із закріпленою на ній колодкою в протилежному напрямку, внаслідок чого обидві колодки притискаються до диска. З плаваючою скобою хід поршня в 2 рази більше, ніж при нерухомою.

Дискові гальма з рухомим диском (див. рис. 3 в) застосовується в мотобудуванні в тих рідкісних випадках, коли нерухомою скобою створюється одностороннє натискання, що викликає необхідність переміщення диска для обхвату його колодками з обох сторін. Недоліки цього гальма очевидні - неминучі биття диска, заклинювання в рухомому сполученні внаслідок згинаючих зусиль, що діють на диск з боку скоби, що, в свою чергу, тягне за собою нерівномірний інтенсивний знос колодок.

На сьогоднішній день дискові гальма, які використовуються на мотоциклах, можна розділити на два класи за типом приводу. Перший клас - гальмівне зусилля від рукоятки передається на колодки за допомогою троса (механічні дискові гальма (рис. 4)) або - другий клас - за допомогою гальмівної рідини, що йде всередині гідролінії (гідролічні дискові гальма (рис. 5)).

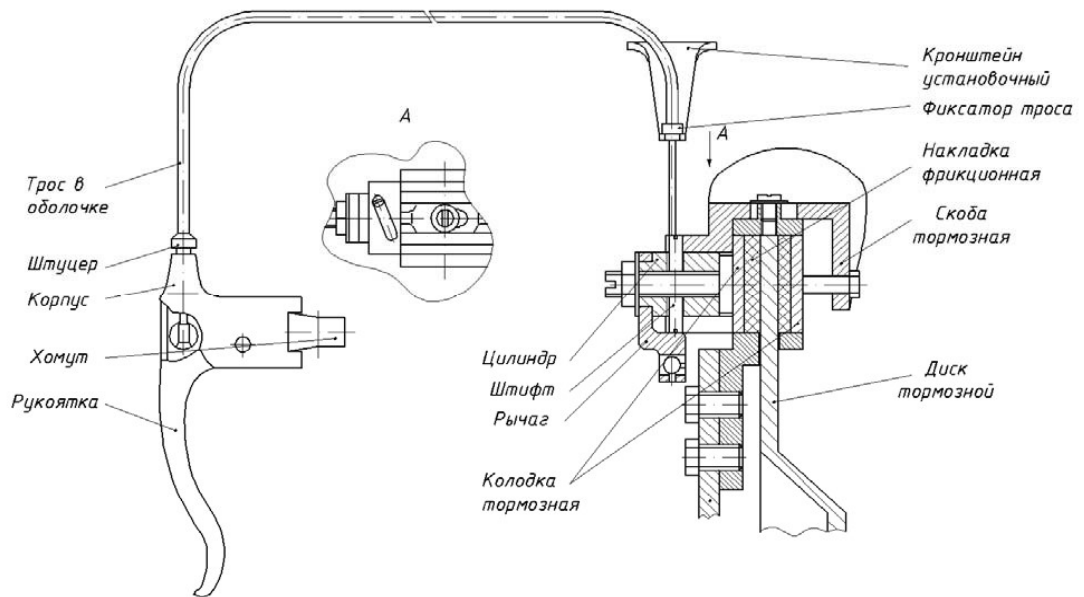


Рисунок 4- Механічні дискові гальма [6]

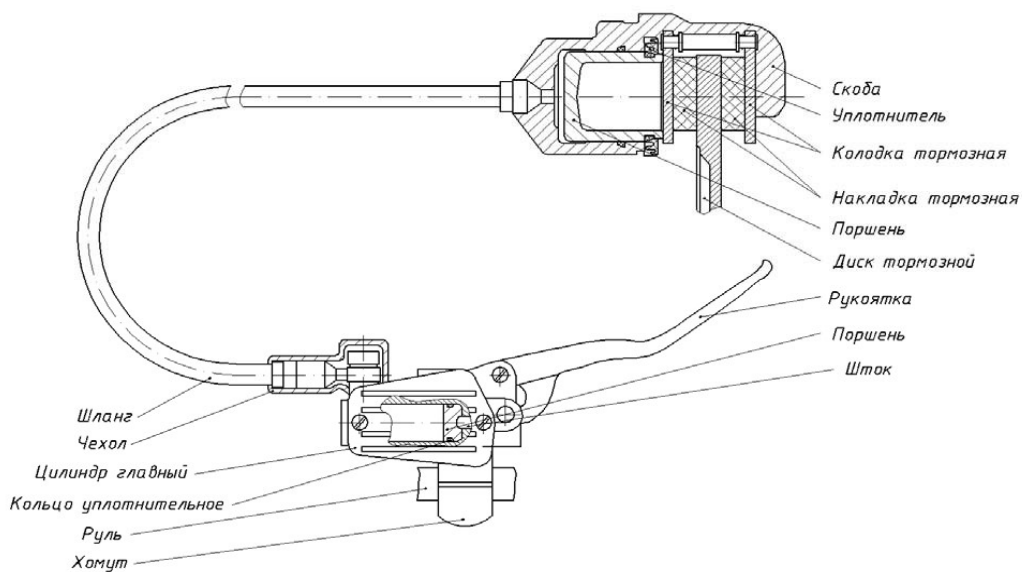


Рисунок 5- Гідравлічні дискові гальма [6]

Головний циліндр і супорти пов'язані посиленними гідравлічними шлангами, що допускають переміщення підвіски. У місцях, де відсутній рух, можуть бути використані металеві трубки. Гальмівні шланги виготовляють з сумісною з гальмівною рідиною гуми, проте гума втрачає свої властивості з часом і дає тріщини. Гальмівний супорт - це виконавчий механізм гальмівної системи. При натисканні на педаль або гальмівну ручку поршень висувається з циліндра і притискає колодку до диска. На відміну від головного циліндра, діаметр поршня більше, і саме ця різниця утворює ефект гідравлічного посилення. Найбільш

поширений тип супортів в мотобудуванні - супорти нерухомого типу (див. рис. 3,а). З кожного боку диска присутній однакову кількість поршнів і циліндрів, розташованих один навпроти одного. Циліндри з'єднуються за допомогою внутрішнього каналу, так що тиск рідини в них однаково. При гальмуванні все поршні рухаються в напрямку диска, притискаючи до нього колодки з двох сторін.

Більшість супортів виготовляються з алюмінію і складаються з двох половин, які скріплюються між собою болтами. Вони виконані одним цілним елементом з алюмінієвого сплаву (лиття, кування - технології виготовлення різні), що зменшує вагу конструкції і перешкоджає впливу «руйнівних» сил. Супорти плаваючого типу, в яких поршні розташовані лише з одного боку, низькоефективні - їх застосовують на бюджетних машинах,

Еволюція супортів привела до того, що інженери вирішили встановлювати кілька поршнів меншого діаметру і використовувати диск меншого діаметра без зниження продуктивності, тим самим зменшивши конструкцію і вагу гальмівного механізму [6].

Виділимо основні переваги дискових гальм:

- краще охолоджуються і менше схильні до перегріву;
- дозволяють більш плавно регулювати гальмівне зусилля (мають кращу модуляцію);
- викривлена геометрія колеса («вісімка») не впливає на роботу гальм;
- порівняно меншу вагу і розміри.

До недоліків дискових гальм відносяться:

- колодки і диски мають значно менший ресурс, ніж барабанні;
- висока вартість;
- схильні до забруднення;
- не виявляють ефекту самопосилювача гальмівного моменту.

Однак, щоб усунути дані недоліки дискових гальм, були розроблені дискові гальма з осьовим натисканням.

До переваг дискових гальм з осьовим натисканням відносяться:

- велика енергоємність;
- великі гальмівні моменти при порівняно невеликих розмірах самого гальма;
- стабільність роботи - практично лінійна залежність гальмівного моменту від коефіцієнта тертя;
- велика сумарна площа поверхні тертя;
- врівноваженість гальма - осьові сили можуть бути замкнуті усередині гальма і не сприймаються валом і підшипниками машини;
- тертя по площині, що забезпечує рівномірний розподіл тиску по всій поверхні тертя, а отже і більш рівномірне зношування, ніж при терті по циліндричній поверхні [5];
- незначна зміна площі фактичного контакту гальмівної накладки при збільшенні розмірів елементів тертя внаслідок нагрівання в процесі роботи;
- незалежність гальмівного моменту від напрямку обертання.

Висновок

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що дискові гальмівні системи значно перевершують по ефективності барабанні гальмівні системи. Однак дискові гальмівні системи з гідравлічним і механічним приводами мають значні недоліки, а саме: гідропривід відрізняється високою складністю і вартістю, механічний привід вимагає значних приводних зусиль. Таким чином, існує необхідність створення надійних і високоефективних недорогих гальмівних систем. Аналіз недоліків дискових і барабанних гальм з гідравлічним і механічним приводом свідчить про те, що потрібні нові, більш досконалі гальмівні механізми.

Література

1. Морбут А. Н. Мотоцикли / 2008. - 179 с.
2. Демьянушко І. В. Розрахунок на міцність обертових дисків / І. В. Демьянушко І. А. Біргер. - М.: Машинобудування, . - 248 с.
3. Андрєєв А. В. Передача тертям / А. В. Андрєєв. - М.: Машинобудування, 1978. - 176 с.
4. Балакін В. А. Теплові розрахунки гальм і вузлів тертя / В. А. Балакін, В. П. Сергієнко. - Гомель: ІММС НАНБ, 1999. - 220 с.
5. Алексєєв Г. Ф. Про тертя і знос фрикційних пар при вібраційних навантаженнях / Г. Ф. Алексєєв // Теоретичні та прикладні завдання тертя зносу і змащування машин. - 1982. - № 25. - С. 46-48.
6. Мельников А. С. Проектування гальмівної скоби дискового гальма з механічним приводом / А. С. Мельников, І. С. Сазонов, В. А. Кім // Укр. Белорус.-Рос. ун-ту. - 2010. - № 4. - С. 39-42.
7. Теоретичний метод аналізу ефективності та швидкодії барабанного гальма / І. С. Сазонов [и др.] // Укр. Белорус.-Рос. ун-ту. - 2011. - № 3. - С. 121-126.