

УДК: 629.3.02

ДВОМАСОВИЙ МАХОВИК: ПРИЗНАЧЕННЯ, ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Магопець М.С.

Магопець С.О., к.т.н., доц.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Abstract

The publication is devoted to highlighting the design features of two-mass flywheels and the description of their constituent elements. The operational characteristics of two - mass flywheels are given and the expediency of their use for reduction of dynamic loads in automobile transmissions is substantiated.

Keywords: cars, dual mass flywheel, single mass flywheel, gearbox.

Вступ

Сьогодні близько 80% нових легкових автомобілів оснащених двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ) або гібридними силовими установками так званої «паралельної схеми» на базі ДВЗ, мають в конструкції трансмісій двомасові маховики (ДММ).

Аналіз попередніх досліджень

Дослідженню переваг та недоліків конструкції двомасових маховиків, проблематики її вдосконалення, особливостей проектування та шляхів зменшення вартості здебільшого присвячено роботи зарубіжних дослідників [1-6]. У вітчизняних наукових дослідженнях, питання, пов'язані із вивченням особливостей конструкції, експлуатації та покращення експлуатаційних властивостей двомасового маховика здебільшого залишаються не дослідженими.

Постановка проблеми досліджень

Конструктивні зміни елементів трансмісії сучасних автомобілів полягають у перерозподілі функцій між її складовими, а саме: зменшення величин крутильних коливань реалізується не веденим диском муфти зчеплення, а покладено на маховик двигуна. Це призводить до підвищення експлуатаційного навантаження на маховик двигуна, що зменшує показники надійності не тільки трансмісії, а й двигуна. Відтак забезпечення тривалого ресурсу роботи двомасового маховика вимагає ґрунтовного дослідження особливостей його конструкції та принципів функціонування.

Мета та завдання

Метою даного дослідження є визначення особливостей конструкції двомасових маховиків та можливості й доцільності їх заміни в експлуатаційних умовах на одно масові.

Результати вирішення основних завдань проблеми

Конструктивно двомасовий маховик (рис. 1) складається із двох корпусів: перший (поз. А рис. 1) - класичний маховик із зубчатим вінцем, закріплений на колінчастому валу двигуна; другий (поз. В рис. 1) - корпус, що спирається на підшипник ковзання, й з'єднаний із механізмом зчеплення (якщо трансмісія

передбачає механічну коробку передач (МКП) або із гідротрансформатором (в конструкції із автоматичною коробкою передач (АКП)). Всередині корпусів, що допускають вільне відносно один одного зміщення, розташовані пакети пружин [2] С та D (до трьох) різної пружності, розділені пластмасовими сепараторами F, а простір між корпусами заповнений мастилом. Сепаратори, по-перше, не дозволяють пакетам пружин при роботі блокуватися, зчіплюючись один із одним; а по-друге, служать своєрідними напрямними, які дозволяють пружинам вільно переміщатися в робочому режимі по колу всередині маховика [3,4].



Рисунок 1 Конструкція двомасового маховика: А - корпус маховика, закріплений на колінчастому валу двигуна; В - корпус маховика, з'єднаний із механізмом зчеплення або (при наявності АКП) із гідротрансформатором; С - пакет пружин підвищеної жорсткості; D - пакет «м'яких» пружин; Е - планетарна шестерня; F - сепаратор.

При сталих режимах роботи двигуна автомобіля протягом кожного обороту кутова швидкість обертання колінчастого валу не може залишатися незмінною через особливості конструкції поршневих ДВЗ. Нерівномірність крутного моменту накладається на постійний середній момент опору обертання колінчастого валу, який виникає за рахунок постійного навантаження. Через нерівномірності, що діють при постійному навантаженні крутного моменту в пружному колінчастому валу ДВЗ виникають власні крутильні коливання. І за певних умов ці крутильні коливання можуть не тільки порушити умови для оптимальної роботи двигуна, а й навіть більше – привести до повного руйнування двигуна.

Саме тому, одним із основних призначень ДММ є поглинання цих коливань і нівелювання нерівномірності обертання колінчастого валу. За рахунок своєї конструкції ДММ із цим завданням справляється набагато ефективніше ніж класичний одномасовий. Крім цього, сучасні автомобільні ДВЗ характеризуються збільшеними показниками потужності, особливо при

роботі в нижньому діапазоні обертів, що додатково накладає підвищені вимоги до можливостей трансмісії, які повинні передавати підвищений крутний момент. Це, в свою чергу, вимагає посилення характеристик такого механізму трансмісії як зчеплення. При тому, що габарити цього вузла збільшені бути не можуть, виходячи із вимог до компоновальної схеми шасі автомобіля. Очевидно, що завдання щодо підвищення характеристик зчеплення може бути вирішене насамперед за рахунок збільшення потужності силових пружин корзини зчеплення із застосуванням нових матеріалів фрикційних накладок самого веденого диску. Більш потужні пружини (або пружина) підвищують зчіпні властивості дисків зчеплення, а отже забезпечують передачу через трансмісію більшого крутного моменту, який генерується двигуном.

Описане рішення, крім простоти реалізації та позитивного результату, призводить до появи низки негативних явищ, які раніше були неактуальними. Перш за все, це жорсткість (ударність) включення зчеплення. Потужна пружина (пружини) в більшій мірі навантажує агрегати трансмісії та безпосередньо сам двигун, а значить виникає підвищена небезпека появи резонансних коливань, які до цього передавалися насамперед двигунам, тепер же в повній мірі поширюється й на МКП (АКП). Другим негативним явищем є зниження комфортності керування зчепленням. Таким чином, необхідність демпфування стає актуальною вже й для трансмісії автомобілів.

Простий одномасовий маховик не в змозі вирішити цю проблему. У класичній схемі конструкції зчеплення для зниження навантаження на трансмісію використовується гаситель крутильних коливань, конструктивно виконаний у вигляді розміщених в маточині веденого диску зчеплення гвинтових пружин. Разом з тим, потужності цих пружин недостатньо для того, щоб компенсувати нерівномірність крутного моменту сучасного двигуна - надто невелике плече прикладання сили пружності між віссю пружини в демпфері і віссю зчеплення [5]. При використанні ж двомасового маховика замість традиційного одномасового, вирішення цієї проблеми можливе. Причому воно ефективне настільки, що навіть пружини гасителя коливань в маточині веденого диску зчеплення стають не потрібними.

Таким чином, двомасовий маховик забезпечує вирішення проблеми недопущення виникнення резонансних сил, як безпосередньо в ДВЗ, так і в МКП (або АКП) при їх роботі в нижньому діапазоні обертів.

Разом з тим, в експлуатаційних умовах ДММ мають низку недоліків, основними з яких є схильність до швидкого виходу з ладу у разі перегріву та коксування мастильного середовища, що обумовлює втрату рухомості елементів конструкції маховика, й високу вартість самого маховика у разі необхідності його заміни (достатніми показниками ремонтпридатності ДММ на жаль не відрізняються). Конструктивно, існує технічна можливість заміни ДММ на одномасовий маховик, який характеризується високою експлуатаційною надійністю та зниженими показниками вартості. При цьому виникає потреба заміни й комплекту зчеплення (для МКП – корзини, веденого

диску та ін.) [6]. Але навіть із витратами на ці механізми вартість ДММ все одно буде більша в рази.

Проте, вносити зміни в конструкцію трансмісії, й оснащувати її одномасовим маховиком не тільки не доцільно, а й економічно не вигідно. По-перше, при такій заміні суттєво збільшуються навантаження на колінчастий вал двигуна і коробку передач. По-друге, виникає необхідність більш частішої заміни веденого диску зчеплення, так як його демпферні пружини не зможуть витримати діючі навантаження протягом регламентованого експлуатаційного періоду. Це скоротить міжсервісні інтервали й збільшить час перебування автомобіля в ремонті та експлуатаційні витрати. Погіршення демпфуючих характеристик зчеплення не тільки зменшує ресурс двигуна, коробки передач та всіх інших елементів трансмісії сучасного автомобіля, а й підвищує ризик раптового виведення їх з ладу. Отже, заміна одного вузла на інший не може бути здійснена без негативних наслідків для надійності, довговічності і комфорту автомобіля в цілому.

Висновки

Двомасовий маховик завдяки своїм конструктивним особливостям забезпечує більшу комфортність керування автомобілем, ніж одномасовий, а також забезпечує недопущення виникнення резонансних сил, як безпосередньо в ДВЗ, так і в КП.

Література

1. Reik W., Seebacher R., Kooy Ad Dual Mass Flywheel *6th LuK Symposium* 1998. 1998. P. 69-93. URL: https://www.schaeffler.com/remotemedien/media/shared_media/08_media_library/01_publications/schaeffler_2/symposia_1/downloads_11/luK_kolloquium_en.pdf.
2. Govinda, A, Dr. Annamalai, K. Design and Analysis of Arc Springs used in Dual Mass Flywheel. *International Journal of Engineering & Technology Research*. 2014. Vol. 2, №1. P. 35-41. URL: <http://www.iaster.com/uploadfolder/5DesignandAnalysisofArcSpringsusedinDualMassFlywheelVITSMBS/5Design%20and%20Analysis%20of%20Arc%20Springs%20used%20in%20Dual%20Mass%20Flywheel%20VITSMBS%20Copy.pdf>
3. Двухмассовый маховик: конструкция, принцип работы и ресурс. *П'яте колесо* : веб-сайт. URL: <https://5koleso.ru/articles/garazh/dvuhmassovyy-mahovik-konstrukciya-princip-raboty-i-resurs>.
4. Двухмассовый маховик – зачем нужен и почему ломается? ВВМ-Авто: веб-сайт. URL: <https://vvm-auto.ru/publikatsii/1096-dvukhmassovyj-makhovik/> .
5. Как работает двухмассовый маховик. Автоконсалтинг: веб-сайт. URL: <http://autoconsulting.ua/article.php?sid=39020>.
6. Что такое двухмассовый маховик. *Спецтехника* : веб-сайт. URL: <https://mzoc.ru/prochie/chto-takoe-dvuhmassovyj-mahovik.html>.