

УДК 621.431:62-868

Кубіч В.І., Чернета О.Г., Канський А.В.

АМПЛІТУДА ТА ЧАСТОТА КОЛИВАНЬ МЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ «ДВИГУН – ОПОРА КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ – КУЗОВ» АВТОМОБІЛЯ OPEL АСТРА G

Отримано особливості змін амплітуди та частоти вібрацій, які створюються двигуном Z14XEP при зміні частоти обертання його колінчастого валу від 780 хв^{-1} до 3000 хв^{-1} та проявляються на кузові автомобіля OPEL АСТРА G. При цьому визначено ефективність гасіння зазначених вібрацій лівою опорою силового агрегату в залежності від технічного стану її гумового елемента.

Ключові слова: двигун, вібрації, частота, амплітуда, гасіння коливань, осцилограма.

The peculiarities of changes in the amplitude and frequency of vibrations generated by the Z14XEP engine when changing the crankshaft rotation frequency from 780 min^{-1} to 3000 min^{-1} and manifested on the body of the OPEL АСТРА G car were obtained. At the same time, the efficiency of damping these vibrations by the left support of the power unit, depending on the technical condition of its rubber element, was determined.

Keywords: engine, vibration, frequency, amplitude, vibration damping, oscillogram.

Особливістю протікання робочих процесів у механізмах та агрегатах технічних систем є допустима нерівноваженість сил та їх моментів, які викликають прояв вібрацій на відповідних режимах роботи, які повинні гаситися відповідними пристроями. Прикладом такої технічної системи є двигун внутрішнього згорання, який є генератором вібрацій, що проявляються у механічній системі «двигун – ліва опора коробки передач – кузов» автомобіля.

Під час рядової експлуатації автомобілів втрачаються властивості гумових елементів опор двигуна, починає тактильно та акустично відчуватися прояв вібрацій, що не тільки погіршує комфортність керування, а і є ознакою явного прояву поступової параметричної відмови. Тому виникає необхідність заміни такої опори за втрачанням гумового елемента своїх властивостей здійснювати поглинання вібрацій з відповідною ефективністю. При цьому, як сама опора, так і інтенсивність механічних коливань, які створюються двигуном при наборі частоти обертання будуть обумовлювати прояв вібрацій безпосередньо на кузові автомобіля.

З погляду на наведене, встановлення закономірностей зміни параметрів вібрацій у зазначеної механічної системі є необхідним для отримання відповідних вихідних порівняльних діагностичних параметрів.

Метою досліджень є встановлення закономірностей зміни амплітуди та частоти коливань при передачі їх в механічній системі «двигун – ліва опора коробки передач – кузов» на прикладі автомобіля OPEL АСТРА G з двигуном Z14XEP.

Для проведення експериментальних досліджень використана методика, яка наведена у роботах [1, 2]. При цьому здійснювалось порівняння ефекту прояву вібрацій, які передавалися від двигуна на кузов автомобіля і при замінах лівої опори двигуна, які виготовлялися виробниками GM і Sasic. Для отримання амплітудно-частотної характеристики вібрацій використано багатодатчиковий модуль Steval-mki062v1 та програмне забезпечення INEMO Software Tool, яке давало можливість графічно отримувати осцилограми вібрацій, рис. 1. Датчик розміщувався на кришці головки блоку циліндрів двигуна і на панелі розміщення замка капота автомобіля. Орієнтування корпусу модуля відносно руху автомобіля було наступним: OX – поздовжня вісь; OY – поперечна вісь; OZ – вертикальна вісь. Виміри проводилися при частотах обертання колінчастого валу двигуна 780 хв^{-1} , 1100 хв^{-1} , 3000 хв^{-1} .

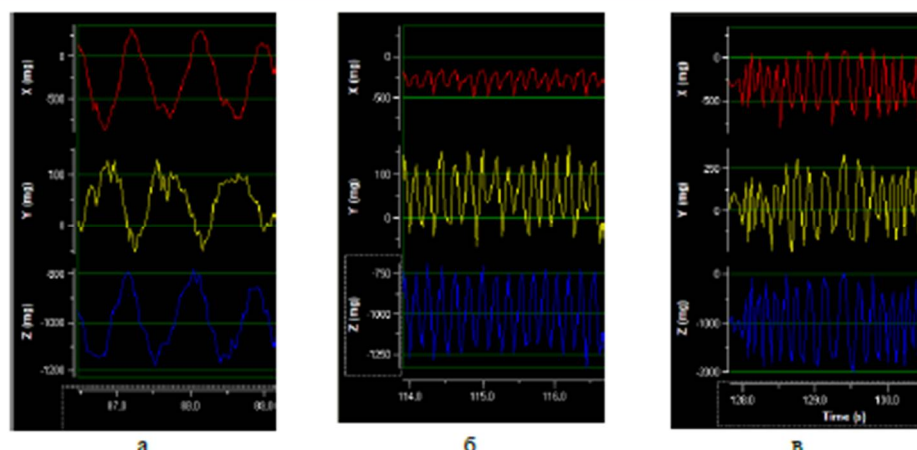


Рисунок 1 – Осцилограми вібрацій, знятих з двигуна при використанні опори виробника Sasic: а – $n=780 \text{ хв}^{-1}$, $n=1100 \text{ хв}^{-1}$, $n=3000 \text{ хв}^{-1}$

Результати обробки отриманих осцилограм вібрацій наведено на рисунках 2–4. Із графічних залежностей витікає наступне.

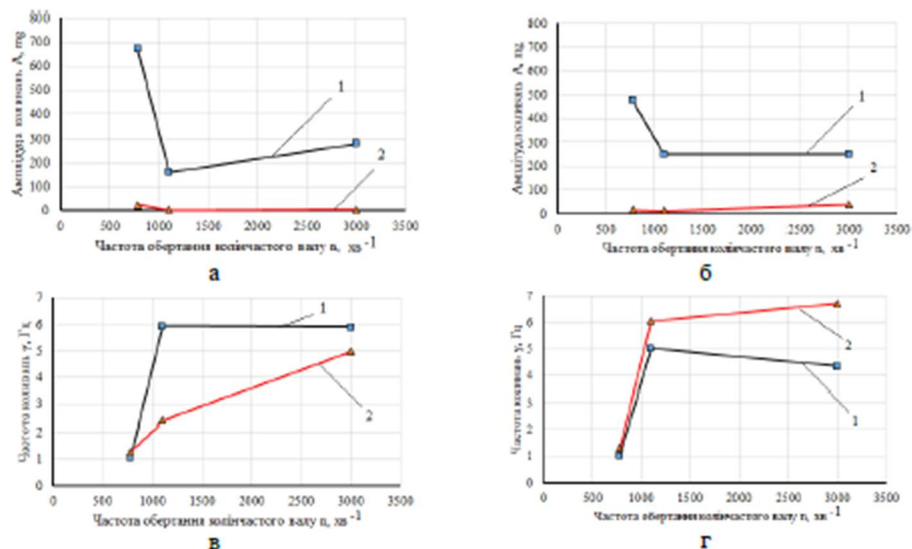


Рисунок 2 – Зміна амплітуди (а, б) та частоти (в, г) вібрацій у поздовжньому напрямку (вісь OX) в залежності від частоти обертання колінчастого валу двигуна: а – опора виробника GM; опора виробника Sasic; 1 – двигун; 2 – кузов

По-перше, із збільшенням частоти обертання від холостого ходу до 1100 хв^{-1} амплітуда коливань двигуна зменшується у поздовжньому та поперечному напрямках за рахунок самоврівноваження двигуна, а потім зростає. У вертикальному напрямку зростає повільно, і більш стрімко – у подальшому. При цьому менші за амплітудою коливання мають місце на новій подушці Sasic, ніж на подушці GM з терміном експлуатації 15 років (46630 км пробігу автомобіля).

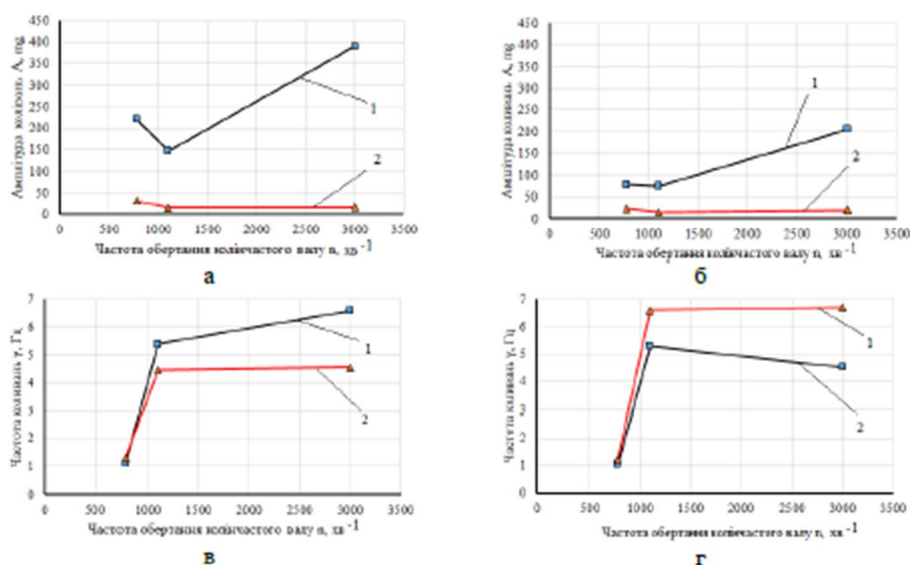


Рисунок 3 – Зміна амплітуди (а, б) та частоти (в, г) вібрацій у поперечному напрямку (вісь OY) в залежності від частоти обертання колінчастого валу двигуна: а – опора виробника GM; опора виробника Sasic; 1 – двигун; 2 – кузов

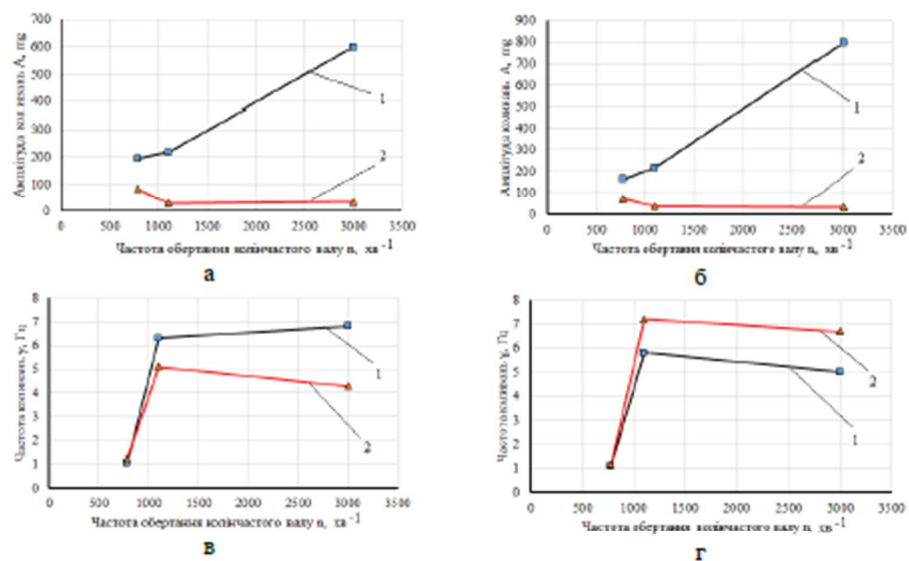


Рисунок 4 – Зміна амплітуди (а, б) та частоти (в, г) вібрацій у вертикальному напрямку (вісь OZ) в залежності від частоти обертання колінчастого валу двигуна: а – опора виробника GM; опора виробника Sasic; 1 – двигун; 2 – кузов

По-друге, із збільшенням частоти обертання від холостого ходу до 1100 ob^{-1} частота коливань зростає за всіма напрямками, а надалі має особливості змін, що зумовлюється станом гумового елемента опори.

Нова опора зумовлює зниження частоти коливань двигуна у дослідній системі майже за напрямками у межах 17...25%.

По-третє, визначено, що пружний стан гумового елемента опори при роботі двигуна на холостому ході суттєво не впливає на зміну частоти вібрацій, яка передається і проявляється на кузові автомобіля. Незначне збільшення частоти при цьому за напрямками ОХ і ОУ складає 6...13%, за напрямком ОZ майже без змін. Явні відмінності проявляються при збільшенні частоти обертів двигуна. При цьому зменшення частоти вібрацій на кузові має місце на опорі виробника GM, яке при частоті 1100 хв⁻¹ складає 18...20% у поперечному і вертикальному напрямках, а вісь у поздовжньому напрямку у 2,4 рази. Картина із частотою вібрацій, що проявляються на кузові на опорі виробника Sasic зворотна. При частотах більших за 1100 хв⁻¹ значення частоти вібрацій на кузові і в порівнянні із частотою вібрацій на двигуні збільшуються на 15...17%. При цьому явне зростання частоти вібрацій на кузові проявляється при досягненні 3500 хв⁻¹ у поздовжньому напрямку та її перебільшення у порівнянні із частотою вібрацій на двигуні складає 1,4 рази.

У цілому отримані експериментальні дані дозволили визначити особливості прояву та передачі вібрацій за їх амплітудою та частотою, які проявляються у механічній системі «двигун – ліва опора коробки передач – кузов» автомобіля при зміні частотного режиму роботи двигуна та пружних властивостей гумового елемента опори.

Список використаних джерел

1. Кубіч В.І., Чернета О.Г., Канський А.В. Особливості прояву вібрацій двигуна z14хер на холостих обертах при навантаженні системою гідропідсилювача рульового керування. Проблеми тертя та зношування. №3(104), 2024. К.: НАУ. С. 35–45.

2. Кубіч В.І., Чернета О.Г., Канський А.В. Вплив показників пружності гумового елемента опори двигуна на передачу вібрацій на кузов автомобіля. Вісник Хмельницького університету. Технічні науки. №5(341), 2024. К.: ХНУ. С. 182–187.

Кубіч Вадим Іванович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри «Автомобілі, теплові двигуни та гібридні енергетичні установки», Національний університет «Запорізька політехніка», e-mail: schmirung@gmail.com

Чернета Олег Георгійович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри «Автомобілів та транспортно-логістичних систем» Дніпровський державний технічний університет, вул. Дніпробудівська, e-mail: OCherneta@gmail.com

Канський Антон Володимирович – здобувач вищої освіти за рівнем бакалавр кафедри «Автомобілі, теплові двигуни та гібридні енергетичні установки», Національний університет «Запорізька політехніка», e-mail: antonkansky@gmail.com

Kubich Vadim Ivanovich – PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles, Heat Engines and Hybrid Power Plants National University «Zaporizhzhia Polytechnic», E-mail: schmirung@gmail.com

Cherneta Oleg Georgievich – PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of automobiles and automotive industry Dniprovsky State Technical University, E-mail: OCherneta@gmail.com

Kanskii Anton Volodymyrovych – Bachelor's degree in the Department of Automobiles, Heat Engines and Hybrid Power Plants National University «Zaporizhzhia Polytechnic», E-mail: antonkansky@gmail.com