

УДК 621.43.001.5

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ДІАГНОСТИКИ ДВЗ З ВИКОРИСТАННЯМ АКУСТИЧНИХ СИСТЕМ

RESEARCH ON THE POSSIBILITIES OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE DIAGNOSTICS WITH THE USE OF ACOUSTIC SYSTEMS

Тхор Євген, Сухонос Роман, Слинько Віра

Національний університет «Запорізька політехніка»,
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063

Engine noise is one of the characteristics of its operation, which depends of the engine modes and deviations in its technical condition. In this paper dependence of sound characteristics on the change of the technical condition of the engine has been research.

Одним із головних проявів роботи двигуна є шум. Причому він має унікальну характеристику при його роботі на кожному із режимів. Звук роботи мотора із поломкою, або із порушенням регулювальних характеристик відрізняється від звука роботи справного двигуна. На сьогодні існує досить велика кількість досліджень звукової та вібродіагностики різноманітних технічних систем. Більшість досліджень методів діагностики заснованих на сигналах, отримуваних під час роботи ДВЗ, присвячені дослідженню вібраційної характеристики роботи двигуна. Головним недоліком таких методів є те, що їх застосування можливо лише для якоїсь окремої частини двигуна й потребує великої кількості замірів та складної методики з великою кількістю датчиків.

Для визначення можливостей діагностики технічного стану ДВЗ з використанням акустичних систем на базі кафедри двигунів внутрішнього згорання НУ «Запорізька політехніка» було побудовано спеціальний стенд, який складався із наступних основних елементів:

- двигун ВАЗ-2101 з іскровим запалюванням з приєднаною КПП;
- портативний чотириканальний цифровий записуючий мікрофон Zoom H1;
- мікрофонна стійка;
- ноутбук із програмним забезпеченням;
- звукоізоляційний ковпак.

В якості двигуна для діагностики було використано карбюраторний бензиновий двигун ВАЗ-2101. Двигун повністю справний, обладнаний повним комплектом навісного обладнання. Для запису звукового сигналу використовувався портативний цифровий чотириканальний рекордер Zoom H1 із частотою запису 24-біт/96 кГц, що має широконаправлений стерео-мікрофон із системою X/Y 90°. Для отримання звукового сигналу необхідної якості і усуненні перешкод та паразитних вібрацій двигун було накрите спеціальним ковпаком, який представляє собою дерев'яний каркас, обшитий звукоізоляційним матеріалом. Для запису звуку роботи ДВЗ використовувався ноутбук Lenovo G50-30 з процесором Intel Celeron N2830 (2,16 ГГц). Програмне забезпечення, необхідне для обробки звукового сигналу за допомогою персонального комп'ютера, яке використовувалось у ході експерименту – програма Adobe Audition CC та спектральний аналізатор програми Audacity, який працює за методом швидкого перетворення Фур'є.

При розрахунках відносних рівнів сигналу прийнято використовувати децибелі. При цьому за точку відліку береться сигнал з максимально можливою амплітудою при заданій глибині дискретизації. Цей рівень вказується як 0 dBFS (dB – децибел, FS = Full Scale – повна

шкала). Більш низькі рівні сигналу вказуються як -1 dBFS, -2 dBFS і т.д. Цілком очевидно, що більш високих рівнів ніж 0 dBFS не може бути. Децибели і реальний рівень сигналу співвідносяться таким чином: зміна відносного рівня гучності на ~ 6 dB (точніше $20 \lg 2 \sim 6.02$ dB) вказують на зміну рівня сигналу в два рази.

Порушення регулювання зазору у вузлі «рокер – стрижень клапану» супроводжується відмінністю у характеристиках його роботи в порівнянні із роботою двигуна із правильно відрегульованим механізмом ГРМ. Це означає, що для створення методу діагностики необхідно спочатку визначити характер цих відмінностей. Для цього за допомогою методу швидкого перетворення Фур'є виконаємо аналіз звуку роботи правильно відрегульованого двигуна та роботи двигуна із підвищеними зазорами в клапанному механізмі (рис. 1). Із графіку видно, що обидва сигнали мають схожу характеристику при частотах нижчих за 5000 Гц. На частотах від 5000 Гц до 8000 Гц графік, який відповідає роботі двигуна з відхиленням, має суттєво більший рівень гучності. Так, на вказаних частотах рівень гучності правильно відрегульованого двигуна дорівнює -35...-34 дБ. Рівень гучності двигуна з відхиленням в регульовальних характеристиках складає -29 дБ. Це означає, що на даному проміжку рівень сигналу збільшився майже в два рази.

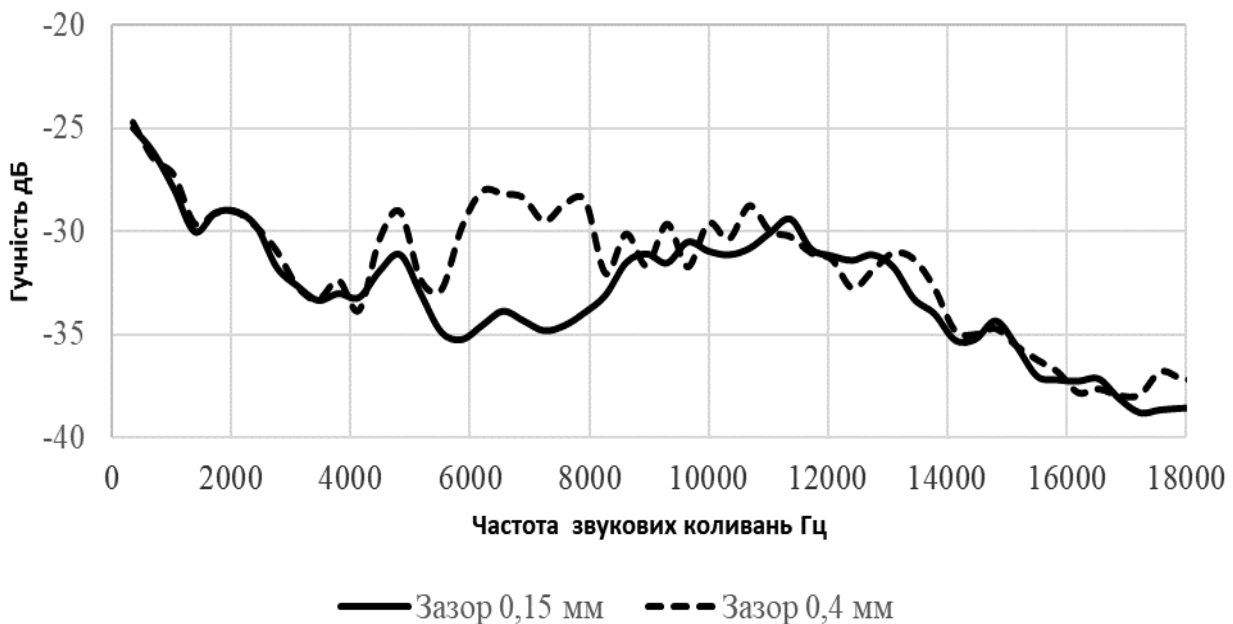


Рис.1. Графіки спектрального аналізу роботи двигуна ВАЗ-2101 з зазором в клапанному механізмі 0,15 мм та 0,4 мм

Отже при виконанні експерименту дослідним шляхом було виявлено, що за допомогою порівняння спектрограми звуку діагностованого двигуна зі спектрограмою еталонного запису на режимі холостого ходу можливо визначити рівень правильності регулювання клапанного механізму. За таким самим принципом можливо проводити діагностування й інших систем і механізмів ДВЗ.

1. Акустическая эмиссия. URL: <http://www.serconsrus.ru/services/akusticheskaya-ehmissiya/> (дата звернення: 10.10.2019).
2. Биргер И. Техническая диагностика / И. Биргер. – Москва: Машиностроение, 1978. – 234 с.