

УДК663.17

М.Г. Левкович, к.т.н., доцент, І.О. Цибуленко, Р.Б. Шимків

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ ДВЗ ЗА РАХУНОК КОЛИВАННЯ ПАЛИВО-ПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ ПРИ НАГНІТАННІ ПІД ТИСКОМ

M.G. Levkovych, Ph.D.; Assoc., O.I. Tsybulenko, R.B. Shymkiv

IMPROVING THE QUALITY OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE DUE TO FLUCTUATIONS IN THE FUEL-AIR MIXTURE DURING INJECTION UNDER PRESSURE

Наддув – це найпоширеніший спосіб збільшення питомої потужності ДВС без збільшення його габаритних розмірів. Конструкцій нагнітачів дуже багато, але жоден з них, не в змозі виконувати функції хорошого змішування повітря з паливом. Тому виникає доцільність накладання резонансних коливань на повітря, що подається нагнітачами в ДВС. Такі коливання значно покращують якість суміші (більш насичена киснем на молекулярному рівні), що надходять у камеру згорання.

Існують пристрої, які поєднують в собі нагнітач, виконаний у вигляді динамічної радіальної сирени, тобто досить потужного джерела акустичних коливань, і резонансні явища як спосіб накопичення коливальної енергії. Композиційно це радіальна сирена, яка оточена унікальним акустичним резонатором.

Для збудження хвилі в нагнітачі наявний особливий вид перфорації на роторі. В результаті резонатор легко збуджує вісенесиметричну хвилю природних коливань в коловому напрямку, яка має меншу власну частоту. Ця хвиля, на відміну від стоячої хвилі, що виробляється традиційною сиреною, є ходовою хвилею. Швидкість її обертання у багато разів перевищує швидкість обертання ротора. Більш того, вибір перфорації ротора може змінювати напрямок обертання хвилі на протилежний.

Подача повітря здійснюється відцентровим нагнітачем, що містить ротор з лопатями, які розташовані між вікнами. У даних конструкціях ротор є не тільки засобом нагнітання повітря, який через вікна ротора і статора подається всередину кільця акустичного резонатора, але і збуджувачем обертової резонансної хвилі.

При рівномірному обертанні ротора з кутовою швидкістю ω_r , на поверхні якого є рівномірно відокремлені один від одного радіальні потоки повітря, кожна з n -ї кількості щілин на поверхні статора по черзі формується пульсація тиску. Припустимо, що в початковий момент збігається один отвір на роторі і один отвір на статорі, тобто імпульс тиску з боку повітря, що надходить від ротора, передається на резонатор статора. Якщо обертати ротора під кутом $\delta = \frac{2\pi}{n \cdot (n+1)}$ (в прямій хвилі) або під кутом

$\delta = \frac{2\pi}{(n-1) \cdot n}$ (при зворотній хвилі), імпульс тиску з'явиться на сусідньому або

протилежному обертанні роторного отвору резонатора, тому що всі послідовні кути між вікнами ротора і статора утворюють послідовність. Відповідно, з огляду на імпульс, буде запуск кола в прямому або зворотному напрямку не для повного обороту ротора, а для поверненого він під кутом $n\delta = \frac{2\pi}{(n+1)}$ або $n\delta = \frac{2\pi}{(n-1)}$. Причиною є осьова

симетрія геометрії ротора порядку, тобто при обертанні під кутом його фігура поєднується сама з собою.

Тому чином, кутова швидкість і обертання імпульсу тиску на внутрішню поверхню резонатора дорівнює $\omega=(n+1)\omega_p$ по прямій і $\omega=(n-1)\omega_p$ в зворотному напрямку.

При переході від кутової швидкості ω_p ротора до його частот обертання (f) і коливань (v) виходить, що частота обертання ротора (f) рівна $\omega_p/2\pi$, пов'язана з частотами акустичних коливань статора.

Для прямо рухомої хвилі: $f = \frac{v}{n+1}$, де v - частота акустичних викидів статора; n - число перфорації в статорі.

Для зворотно-рухомої хвилі: $f = \frac{v}{n-1}$. Для резонансного збудження частота нагнітаючого навантаження повинна бути налаштована на частоту основного тону акустичного резонатора на меншу власну частоту.

З боку ротора на поверхню статора-резонатора діє імпульс надлишкового тиску. Його гармонійний склад являє собою природний ряд окружних гармонік, з яких найбільша амплітуда в тангенціальному напрямку має двовузлову хвилю. Саме вона служить для збудження резонансної біжучої хвилі коливань – одно-періодичні (двовузлові) в тангенціальному напрямку синусоїди.

Перший (основний) резонанс для кільцевого циліндричного резонатора визначається: $v = \frac{\alpha(\rho) \cdot c}{2\pi R}$, де $\alpha(\rho)$ - перший корінь трансцендентного рівняння частоти;

c - швидкість звуку в газі, який містить резонатор; R - зовнішній радіус резонатора.

Включена в нього функція $\alpha(\rho)$ є першим (нижнім) коренем трансцендентального рівняння частоти: $\frac{J_1(\alpha\rho)}{J_1(\alpha)} = \frac{N_1'(\alpha\rho)}{N_1'(\alpha)}$, де $J_1(\alpha)$ - перші похідні від функцій Бесселя; $N_1'(\alpha)$ - перші похідні від функцій Неймана.

Таким чином, забезпечивши умову для виконання резонансу в статорі, отримаємо одночасний перебіг двох процесів в ньому: резонансних акустичних коливань і потоку паливно-повітряної суміші. Швидкості струмів містять ділянки підвищених швидкостей, спрямовані в бік вихідних труб. Саме в цих зонах розташовуються форсунки для подачі дисперсної фази на кільцевий резонатор. Накладення на потік резонансної вібрації є механізмом отримання якісної дисперсної системи паливо-повітряної суміші.

Так, за рахунок збільшення частоти v обертання акустичної хвилі відносно частоти f обертання ротора в $(n \pm 1)$ разів і збудження низькочастотних двовузлових власних коливань кільцевого резонатора, резонансні режими в статорі досягаються на найменших частотах їх частот f обертання ротора.

Література

1. Технічна експлуатація автомобілів: Підручник для ВНЗ / За редакцією Г.В. Крамаренка. – 2-е вид., перераб і доп. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.

2. Дюмін І.Є., Трегуб Г.Г. Ремонт автомобілів: Учеб. для технікумів / Дюмін І.Є. – М.: Транспорт, 1995.-280 с.

3. Бергман Л. Ультразвук та його застосування в науці та техніці. М.: Вид-во іноземної літератури, 1957. – 726 с.

4. Павленко В.А. Підвищення паливної економічності автомобіля оптимізація параметрів системи "двигун-трансмсія": дис. Кандидат. наук: 22.05.20 / Павленко Віктор Алексеевич. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. - Х., 2004. - 178 с.