СЕКЦІЯ «ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ»

УДК 621.43.011
Слинько Г.І.[1], Сухонос Р.Ф.[2], Кушнір О.Д.[3]
[1] д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»
[2] ст. викл. НУ «Запорізька політехніка»
[3] студ. гр. Т-411м НУ «Запорізька політехніка»

ВРІВНОВАЖЕННЯ 2-ЦИЛІНДРОВИХ ДВЗ З РІЗНИМ РОЗТАШУВАННЯМ ЦИЛІНДРІВ

Постійно змінні в часі сили та моменти, які діють на деталі кривошипно-шатунного механізму двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), за умови їх неврівноваженості, викликають значні вібрації. Зазвичай, інженерами та дослідниками розглядаються результуючі сили інерції I та II порядку (ΣP_{iI}, ΣP_{iII}), їх моменти (ΣM_{iI}, ΣM_{iII}), а також результуючі відцентрові сили інерції та їх моменти (ΣK_R, ΣM_R). За умови $\Sigma P_{iI} = 0$, $\Sigma P_{iII} = 0$, $\Sigma M_{iI} = 0$, $\Sigma M_{jII} = 0$, $\Sigma K_R = 0$, $\Sigma M_R = 0$ двигун вважається повністю врівноваженим [1].

Збалансування ДВЗ за допомогою противаг або балансирних валів ускладнює конструкцію та збільшує масу агрегату. Але такі технічні рішення широко використовуються у високообертових ДВЗ для мотоциклів, оскільки в них сили інерції на окремих режимах роботи можуть переважати над газовими силами [2].

В таблиці 1 наведено дані щодо ступеня врівноваженості сил та моментів в 2-циліндрових ДВЗ різних компонувальних схем.

Таблиця 1 – Врівноваженість 2-циліндрових ДВЗ (врівноважені сили та моменти позначено «+», вільні (не врівноважені) позначено «–») [1, 3]

Тип двигуна	ΣP_{iI}	ΣP_{iII}	ΣK_R	ΣM_{iI}	ΣM_{iII}	ΣM_R
Рядний, кривошипи направлені в одну сторону	–	–	–	+	+	+
Рядний, кривошипи у протифазі	+	–	+	–	+	–
V-подібний	–	–	–	+	+	+
Опозитний	+	+	+	–	–	–

Для врівноваження сил та моментів в 2-циліндрових двигунах різних схем використовуються додаткові маси на продовженнях щок колінчастих валів, а також додаткові вали з противагами різних конструкцій [1]. За допомогою одновального механізму вдається врівноважити [4]:

– рядні двигуни Kawasaki ER-6, Kawasaki Versys – врівноважуються ΣM_{jI}, ΣK_R, ΣM_R;

– рядні двигуни Kawasaki W800 – врівноважуються ΣM_{jI}, ΣK_R, ΣM_R, проте з'являється момент від одновального механізму;

– V-подібні двигуни з кутом розвалу циліндрів $\gamma = 60°$ Harley-Davidson V-Rod і двигуни KTM LC8 з $\gamma = 75°$ – врівноважуються ΣP_{jI}, ΣK_R, ΣM_R, проте з'являється момент від одновального механізму;

За допомогою двовального механізму вдається врівноважити:

– рядні двигуни Yamaha TDM900 – врівноважуються ΣP_{jI}, ΣM_{jI}, ΣK_R, ΣM_R, врівноважуються частково ΣP_{iII}, ΣM_{iII};

– рядні двигуни Triumph Bonneville – врівноважуються ΣP_{iI}, ΣK_R, ΣM_R;

– V-подібні двигуни Harley-Davidson Twin Cam 88B, 96B ($\gamma = 45…52°$) і двигуни Aprilia RSV1000 ($\gamma = 60°$) – врівноважуються ΣP_{jI}, ΣK_R, ΣM_R.

ЛІТЕРАТУРА

1. Колчин, А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Уч. пособие для вузов [Текст] / А. И. Колчин, В. П. Демидов. – 4-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2008. – 496 с.

2. Чистяков В. К. Динамика поршневых и комбинированных двигателей внутреннего сгорания: Уч. пособие для вузов [Текст] / В. К. Чистяков. – М. : Машиностроение, 1989. – 256 с.

3. Воскресенский, А. Рядный? V-образный? "Оппозит"? [Текст] / А. Воскресенский, Л. Голованов // Авторевю. – 20 июля 2010.

4. Зверев, А. Уравновешивание двигателя: Как лечат трясучку [Текст] / А. Зверев // Мото. – 2013. – № 4. – С. 84–87; № 5. – С. 72–77; № 6. – С. 78–81.