

Гутаревич Юрій Феодосійович, д.т.н., професор
Сирота Олександр Вадимович, к.т.н., доцент, kafedradvzntu@gmail.com
Національний транспортний університет

ВПЛИВ МЕТОДУ РЕГУЛЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ НА ІНДИКАТОРНІ ПОКАЗНИКИ ДВИГУНА З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ

Одним з ефективних методів поліпшення паливної економічності сучасних багатоциліндрових бензинових двигунів є метод регулювання потужності відключенням групи циліндрів. Відключення частини циліндрів двигуна в режимах малих навантажень дозволяє зменшити дроселювання працюючих циліндрів, що знижує насосні втрати та покращує протікання робочого процесу. Так як при великих навантаженнях двигун працює на всіх циліндрах, метод можна назвати комбінованим.

Важливим питанням при дослідженні методу регулювання потужності бензинових двигунів відключенням групи циліндрів є дослідження процесів, що відбуваються в циліндрах, та порівняння індикаторних показників за різних методів регулювання потужності.

У Національному транспортному університеті проводять експериментальні та розрахункові роботи пов'язані з можливістю застосування методу регулювання потужності бензинових двигунів відключенням групи циліндрів на серійних двигунах з системою впорскування та зворотнім зв'язком, які знаходяться у експлуатації. Об'єктом досліджень є двигун 6Ч 9,5/6,98 з системою впорскування бензину і зворотнім зв'язком на якому встановлено експериментальна система для відключення групи циліндрів.

Для обґрунтування поліпшення паливної економічності двигуна в режимах малих навантажень при регулюванні потужності відключенням групи циліндрів проведено індицирування робочого процесу за різних методів регулювання потужності. З використанням заміряних ефективних показників розраховані механічні втрати двигуна.

Порівняння індикаторних показників і механічних втрат при різній кількості працюючих циліндрів дозволяє обґрунтувати доцільність переходу до регулювання потужності відключенням групи циліндрів.

Для підтвердження достовірності отриманих характеристик була розрахована характеристика вигорання палива за відомим виразом Вібе І.І.

$$x = 1 - e^{-6,908 \cdot \left(\frac{\varphi}{\varphi_z}\right)^{m+1}}$$

Встановлено, що при переході двигуна з роботи на шести циліндрах на роботу з трьома відключеними циліндрами максимальний тиск в циліндрі p_z збільшується з 18,6 бар до 34,47 бар. При цьому зростає кут повороту колінчастого вала, що відповідає максимальному тиску з 10,86 град до

13,13 град після ВМТ. Також на 100 К зростає максимальна температура циклу. Кут повороту колінчастого вала при максимальній температурі збільшується з 21,25 град до 26,25 град після ВМТ. Збільшення цих кутів пояснюється зменшенням кута випередження запалювання при відключенні трьох циліндрів з 35,5 град до 25,34 град у зв'язку зі зменшенням розрідження у впускному трубопроводі при переході двигуна на роботу на трьох циліндрах. Це необхідно для забезпечення ефективного використання енергії палива при згорянні, через те, що за роботи на трьох циліндрах зменшується тривалість першої і другої фаз згоряння.

Розраховано та побудовано характеристики зміни роботи газів L , зміни внутрішньої енергії ΔU та кількість теплоти, відведеної від робочого тіла в циліндрі внаслідок теплообміну Q_w , а також характеристики тепловиділення та тепловикористання за роботи двигуна на трьох та шести циліндрах.

Встановлено, що з підвищенням коефіцієнта наповнення більш ніж в два рази збільшується максимальна швидкість наростання тиску в циліндрі з 0,064 до 0,15 МПа/град, від якої залежить жорсткість роботи двигуна. Але це не спричинить зниження ресурсу роботи двигуна тому, що швидкість наростання тиску менша за максимальну для даного двигуна. При майже однакових значеннях коефіцієнта активного тепловиділення в момент максимального тиску $\chi_{pz6}=0,702$, $\chi_{pz3}=0,701$ за роботи на трьох циліндрах зростає коефіцієнт тепловикористання ξ_{pz} з 0,567 до 0,6 за рахунок оптимізації процесу згоряння. Скорочується загальна тривалість процесу згоряння з 71,23 град до 64,69 град п.к.в.

Таким чином, зменшення тривалості тепловиділення при переході двигуна на роботу на трьох циліндрах покращує ефективність використання теплоти та сприяє збільшенню індикаторного к.к.д. двигуна. За рахунок зменшення першої і другої фаз згоряння скорочується тривалість процесу згоряння. Суттєво підвищується максимальний коефіцієнт використання теплоти, що обґрунтовує збільшення індикаторного к.к.д. двигуна.

Визначено, що перехід на роботу на трьох циліндрах дозволяє підвищити індикаторний к.к.д. η_i з 0,294 до 0,313, тобто паливна економічність двигуна внаслідок покращення робочого процесу поліпшується на 6,46 %.

Крім того, для отримання однакової ефективної потужності необхідна індикаторна потужність на трьох циліндрах зменшується, що свідчить про зменшення механічних втрат в двигуні при відключенні циліндрів.

При переході двигуна на роботу на трьох циліндрах зменшується потужність механічних втрат, що теж сприяє поліпшенню паливної економічності двигуна, тому що механічний та ефективний к.к.д. при комбінованому методі регулювання збільшуються. Експериментально заміряне зниження витрати палива складає 6,75 %.

Таким чином з'ясовано, що при переході до комбінованого методу регулювання потужності паливна економічність бензинового двигуна поліпшується в результаті покращення робочого процесу і зменшення механічних втрат.