

УДК 621.436

АНАЛІЗ ВЕНТИЛЯТОРІВ ДЛЯ СИСТЕМИ РІДИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ТУРБОДИЗЕЛЯ

Болтянський О.В., к.т.н.,

Шершенівська А.А., магістр

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Україна

До двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), які встановлюють на сучасну техніку, висувають жорсткі вимоги щодо потужності, економічності та екологічності. Для забезпечення високої ефективності їхнього використання застосовують форсування двигуна методом газотурбінного наддуву, що в останні десятиріччя набуло широкого розвитку та впровадження [1,2].

Здебільшого у системах застосовують одноступінчастий наддув, тобто компресор, засмоктуючи повітря через повітряний фільтр, стискає його та подає під тиском у впускний колектор двигуна. Принцип роботи турбокомпресора: чим більше повітря подаватиметься в циліндри, тим більше спалюватиметься палива. Потужність, яку розвиває двигун, залежить від кількості повітря і змішаного з ним палива, яке може бути подано в двигун. Якщо потрібно збільшити потужність двигуна, слід збільшити кількість повітря і палива, що подаються. Однак подачею великої кількості палива бажаного ефекту не досягти, якщо не забезпечити достатню для його згорання кількість повітря. В цьому разі утворюється надлишок неспрацьованого палива, що призводить до перегрівання двигуна, який до того ж сильно димить.

Термодинамічно можливо підвищити економічність дизелів корисним використанням залишкового розширення газів, що виходять з поршневої групи двигуна. Роботу, що залишилася після розширення газів в турбіні турбокомпресора доцільно реалізувати в силовій турбіні, пов'язаній гідромеханічною передачею з вихідним валом двигуна, тобто застосувати так звану систему турбокомпаунду [3].

Принцип роботи турбокомпаунда полягає в тім, що відпрацьовані гази спочатку приводять у дію одну турбіну, а на виході з неї – другу, а потім уже виводяться через вихідну трубу. Друга турбіна не приводить у дію компресор, а допомагає обертати колінчастий вал двигуна через гідромуфту й шестеренний редуктор. Існують різні схеми встановлення силових турбін на турбодизелях. Практичне поширення набула схема, в якій силова турбіна послідовно включена по ходу газів після турбіни турбокомпресора. Така система забезпечує підвищення к.к.д. силовій установки на режимах середньої і повної потужності до 5–6%. Тому турбокомпаундні турбодизелі з охолодженням наддувного повітря

(ОНП) вигідно використовувати на великовантажних машинах, тракторах, комбайнах [4,5].

В даний час турбокомпаундні турбодизелі з ОНП випускаються шведською фірмою Scania. Розробкою турбокомпаундних дизелів для вантажних автомобілів займаються американські фірми Cummins, Caterpillar. Турбокомпаунд має гарні перспективи, оскільки енергія відпрацьованих газів знову приносить користь. А друга турбіна додатково знижує температуру відпрацьованих газів приблизно на 100°C. Основним недоліком турбокомпаундних силових установок є висока складність і вартість спеціальної гідромеханічної передачі.

Тому практичний інтерес викликає використання силової турбіни для приводу такого енергоємного агрегату, як вентилятор системи рідинного охолодження турбодизеля великовантажного транспортного засобу. Можливість такого рішення підтверджується тим, що у турбодизелів з ОНП на привід вентилятора системи рідинного охолодження відбирається близько 7% ефективної потужності двигуна на номінальному режимі. При домінуючій тенденції збільшення літрової потужності поршневих ДВЗ зростання ефективної потужності енергетичних установок супроводжується зростанням теплових потоків, що йдуть, зокрема, в систему охолодження. Для підтримки теплового режиму двигунів і відведення збільшених теплових потоків потрібно збільшення витрати охолоджуючого повітря, тобто велика продуктивність вентиляторів систем охолодження ДВЗ.

У сучасних автотранспортних засобів висока щільність компонування радіаторів системи охолодження. Разом з тим, опір повітряної мережі складається з гідравлічного опору блоку теплообмінників і опору повітряного тракту. Опір повітряного тракту, в свою чергу, визначається втратами на тертя і місцевими втратами, що включають втрати при вході в повітряну мережу системи охолодження, втрати при поворотах повітряного потоку, втрати при раптових звуженнях і розширеннях, втрати на виході повітря з-під капота. При цьому гідравлічний опір повітряної мережі навіть в схемах без капсулювання двигуна вище опору радіатора майже в 2 рази.

Додаткове обладнання та пристрої, розміщені в підкапотному просторі, шумова ізоляція моторного відсіку істотно збільшують опір повітряної мережі, сумарна величина якого в ряді випадків перевищує 1кПа. Таким чином, вентилятори системи рідинного охолодження сучасних турбодизелів великовантажних транспортних засобів повинні поєднувати високі продуктивність і напір.

Системи рідинного охолодження двигунів великовантажних транспортних засобів в переважній більшості виконані за відпрацьованою традиційною схемою: вентилятор розташовується за блоком теплообмінних апаратів, працюючи на всмоктування, і приводиться від колінчастого валу двигуна.

Вентилятор системи рідинного охолодження сучасного турбодизеля являє собою досить енергоємний агрегат. Щоб відбір потужності з колінчастого валу на привід вентилятора був технічно виправданим, необхідні продуктивність і напір повинні поєднуватися з високою ефективністю вентилятора – отримання такого варіанту обумовлює економію споживаного двигуном палива, за рахунок зниження механічних втрат на привід допоміжних агрегатів.

При значних витратах охолоджуючого повітря відцентрові вентилятори стають неприйнятнішими за габаритами для компонування на транспортному засобі. Найбільш сприятливим для обтікання двигуна і течії в підкапотному просторі виявляється діагональний напрямок потоку повітря на виході з вентилятора, що є проміжним варіантом між осьовим напрямком і радіальним. Діагональні вентилятори за своїми параметрами краще осьових. Використання діагонального вентилятора, що має в порівнянні з осьовим в 1,2 рази більшу ефективність, сприяє зменшенню механічних втрат і економії палива двигуном. Оптимальна схема турбовентилятора – осьова активна турбіна, яка приводить в дію діагональний вентилятор через проміжний редуктор.

Список використаних джерел

1. Андреевков А.А., Дементьев А.А. Вентилятор диагонального типа для системы охлаждения автомобильных турбодизелей. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 4. С. 9-13;
2. Болтянский О.В., Болтянская Н.И. Анализ основных тенденций развития мировой та вітчизняної сільськогосподарської техніки для рослинництва. Науковий вісник НУБіП України. Серія «Техніка та енергетика АПК». 2011. Вип.166, ч.1. С. 255–261.
3. Boltyansky V., Boltyansky O., Boltyanska N. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. ТЕКА Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2016. Vol.16. No.2. 49-54.
4. Болтянский О.В., Болтянская Н.И. Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. Науковий вісник НУБіП. Серія Техніка та енергетика АПК. 2015. Вип.212, ч.1. С. 275–283.
5. Болтянский О.В. Використання нанотехнологій при безрозбірному сервісі автотракторної техніки. Праці ТДАТУ. 2011. Вип.11. Т.2. С. 97–102.
6. Boltyansky O.V. The development of the pig industry and the competitiveness of its products. MOTROL: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, 2012. Vol. 14. No3b. 164-175.