



Рисунок 5 – Приклад порівняння розрахункових та експериментальних індикаторних діаграм

Як видно з наведених результатів (рисунок 5) при використанні чисельних методів для моделювання робочого процесу дизельного двигуна вдається домогтися узгодження результатів розрахунку та експерименту, що свідчить про перспективність такого підходу.

Використання сучасних програмних комплексів, для дослідження процесів тепломасообміну в дизельних двигунах дозволяє комплексно, на новому рівні, оцінювати вплив конструктивних та режимних факторів на зміну економічних та екологічних показників двигуна.

Література

1. Dahlén L., Larsson A. CFD Studies of Combustion and In-Cylinder Soot Trends in a DI Diesel Engine. Comparison to Direct Photography Studies. SAE. 2000. № 2000-01-1889.
2. Cupial K., Tutak W., Jamtozik A. [et al.]. The accuracy of modelling of the thermal cycle of a compression ignition engine. COMBUSTION ENGINES. 2011. No. 1. P. 37-48.

Віштак Інна Вікторівна, к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, innavish322@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОВИХ ОПОР У ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНАХ

Сьогодні газотурбінні двигуни є невід'ємною частиною життя майже всього населення Землі. Вони широко застосовуються в силових установках різного типу, в автотранспорті, авіації (цивільній та військовій), у суднобудуванні тощо. По вдосконаленню газотурбінних двигунів постійно ведуться роботи в різних наукових сферах. Одним з основних напрямів досліджень у машинобудуванні та матеріалознавстві стосовно газотурбінних двигунів є розробка матеріалів з меншими ваговими показниками або жароміцних сплавів, що працюють при критичних для металу температурах, тобто вище 1050 °С. Особливо гостро стоїть питання теплостійкості вузлів (термостійкості матеріалів деталей), що працюють в умовах, практично завжди близьких до критичних. Причина цього в тому, що при підвищенні

температури, при якій працюють деталі газотурбінних двигунів, підвищуються ККД і характеристики потужності.

У сучасному машинобудуванні ГТД практично повністю витіснили поршневі двигуни та зайняли домінуюче становище. Їхнє широке застосування в енергетиці, промисловості та на транспорті стало можливим завдяки вищій енергоефективності, компактності та малій вазі, порівняно з іншими типами силових установок. Високі питомі параметри газових турбін забезпечуються особливостями конструкції та термодинамічного циклу. Хоча цикл ГТД складається з тих самих основних процесів, що і цикл поршневих двигунів внутрішнього згоряння, він має суттєву відмінність. У поршневих двигунах процеси протікають послідовно, один за одним, в тому самому елементі двигуна - циліндрі. У ГТД одні й ті ж самі процеси відбуваються одночасно і безперервно в різних елементах двигуна. Завдяки цьому в ГТД відсутня нерівномірність режимів роботи елементів двигуна, як у поршневому двигуні, а середня швидкість і масова витрата робочого тіла в 50...100 разів вища, ніж у поршневих двигунах. Це дозволяє зосередити великі потужності у малих газових турбінах.

Принцип роботи газотурбінного двигуна:

- всмоктування та стиснення повітря у пластинчастому компресорі, подача його до камери згоряння;
- змішування стисненого повітря з паливом з утворенням паливно-повітряної суміші та спалювання цієї суміші;
- розширення газів за рахунок їх нагрівання при згорянні паливно-повітряної суміші, що формує вектор тиску газу, спрямований у бік найменшого опору (у бік лопаток турбіни), передача енергії газу (тиск) лопатками турбіни до диска або валу, в якому ці лопатки закріплені;
- приведення в обертання диска турбіни і, як наслідок, передача моменту, що крутить, по валу від диска турбіни до диска компресора. Збільшення кількості паливно-повітряної суміші, що подається (додавання «газу») призводить до утворення більшої кількості газів високого тиску, що, у свою чергу, призводить до збільшення числа обертів дисків турбіни і компресора і, як наслідок, збільшення кількості повітря, яке нагнітається і його тиску, що дозволяє подавати в камеру згоряння та спалювати більше палива. Кількість паливно-повітряної суміші залежить від кількості повітря, що подається в камеру згоряння [1].

Збільшення кількості ППС призведе до збільшення тиску в камері згоряння і температури газів на виході з камери згоряння і, як наслідок, створить велику енергію газів, що викидаються, спрямовується на обертання турбіни і збільшення реактивної потужності. Як і у всіх циклах, що стоїть температура згоряння, то вище паливо (точніше, тим вище різниця між «нагрівачем» і «охолоджувачем»). Обмежуючим фактором є здатність сталі, нікелю, кераміки або інших матеріалів, з яких складається двигун, витримувати температуру та тиск. Більшість інженерних розробок направлена на відведення тепла від частин турбіни. Більшість турбін також намагаються утилізувати тепло від вихлопних газів, яке інакше було б витрачено марно. Рекуператори є

теплообмінниками, які передають тепло вихлопних газів стиснутому повітрі перед згорянням. У комбінованому циклі тепло передається системам парових турбін. А при комбінованому виробництві тепла та електроенергії (когенерація) відпрацьоване тепло використовується для гарячої води. Чим менший двигун, тим вище повинна бути швидкість валу для підтримки максимальної лінійної швидкості лопаток, оскільки довжина кола (відстань, що проходить лопатка за один оборот) безпосередньо пов'язана з радіусом ротора. Максимальна швидкість лопаток турбіни визначає максимальний тиск, який може бути досягнутий, що призводить до максимальної потужності незалежно від розміру двигуна. Реактивний двигун обертається із частотою близько 10 000 об/хв, а мікротурбіна – із частотою близько 100 000 об/хв.

Одним з варіантів вирішення цієї проблеми є використання у системі ГТД газових опор, що використовують для живлення відпрацьовані гази. Саме якості газового мастильного матеріалу пояснюють успішне впровадження опор на газовому мащенні. Через малу в'язкість газів мінімальні втрати на тертя, а отже, й незначне тепловиділення, що дозволяє досягти досить великих частот обертання. Високі частоти обертання дозволяють зменшити розміри турбіни та його масу. Ще однією перевагою використання опор з газовим мащенням у ГТД є те, що вони не втрачаючи своїх експлуатаційних якостей, можуть працювати в широкому діапазоні температур та тисків (в'язкість газів практично не залежить від температури та тиску) [2].

Література

1. Віштак І. В. Переваги використання підшипників з газовим мащенням / І. В. Віштак // Вісник Машинобудування та транспорту. – 2015. – № 1.- С. 9-13.

Воронков Олександр Іванович, д.т.н., професор, dralexadi@gmail.com

Стрілець Максим Васильович, аспірант

Пасечник Ксенія Миколаївна, студентка гр. АД-31-20

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ КАМЕРИ ЗГОРЯННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Проведення необхідних випробовувань завжди було пов'язане з суттєвими витратами. Але з розвитком комп'ютерної техніки натурні випробування поступаються місцем комп'ютерному моделюванню, яке не вимагає наявності дорогої апаратури.

В роботі проводиться моделювання поверхні камери згоряння, необхідного для визначення показників сумішоутворення, розрахунку процесів тепло- і масообміну та ін.

На підставі моделі сумішоутворення запропонованих в роботах [1-4], та аналізі робочого процесу для зв'язку конструктивних параметрів дизеля з його