

**Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет  
Автомобільний факультет**

II-а Міжнародна науково-практична конференція

**"ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА  
ЕНЕРГІЇ '2025"**

11-12 березня 202 р.

Афонін В., Воробйов Д.

# ПІДХОДИ ТА МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАПОВНЕННЯ ЦИЛІНДРА ДВЗ СВІЖИМ ПОВІТРЯМ

Розвиток сучасних програмних комплексів дає змогу розглядати процес течії повітря, в процесі наповнення циліндра в нестационарній тривимірній постановці з урахуванням хвильових явищ у впускному колекторі та каналах в головці циліндрів.

Для опису газодинамічної задачі треба підготувати масив вихідних даних (геометрія елементів впускної системи, описати властивості робочого тіла (повітря), умови на стінці та режими течії - граничні умови (ГУ) на вході та виході з проточної частини та, що особливо важливо, провести ідентифікацію використовуваних математичних моделей та уточнити значення ГУ з використанням моторних та безмоторних випробувань.

**Мета роботи** – аналіз переваг використання безмоторних стендів для дослідження умов наповнення циліндрів свіжим зарядом.

На рисунку 1 наведено конструкцію безмоторного стенда та його САД - версію для поглибленого дослідження умов наповнення циліндра.

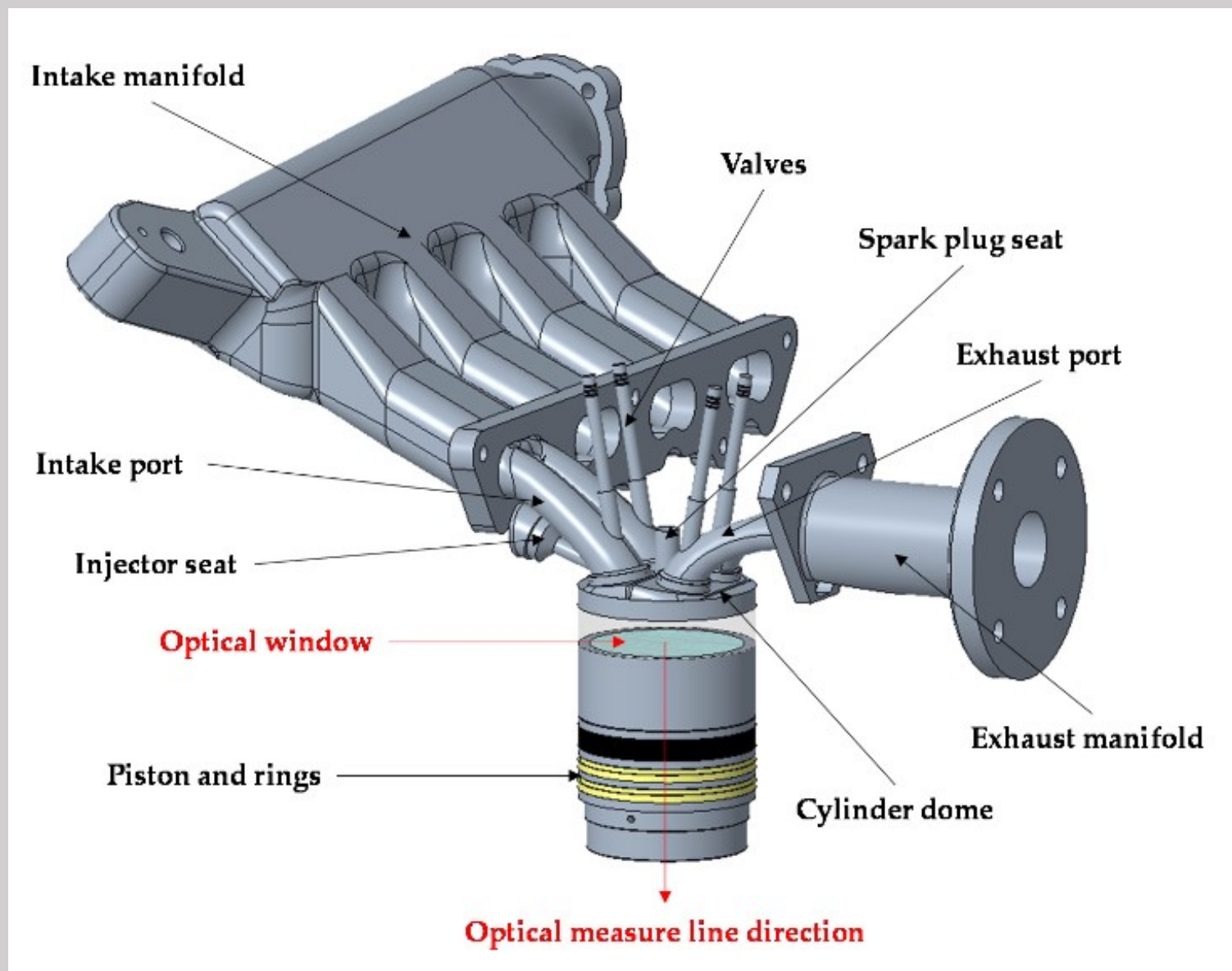


Рисунок 1 – Загальний вигляд моделюючої установки [1]

Для підвищення точності експериментального дослідження автори використовували оптичні методи та, додатково, порівняльні чисельні експерименти з використанням CFD-технологій.

Зокрема авторами [2] було створено макет двигуна в програменому комплексі OpenWAM (рисунок 2).

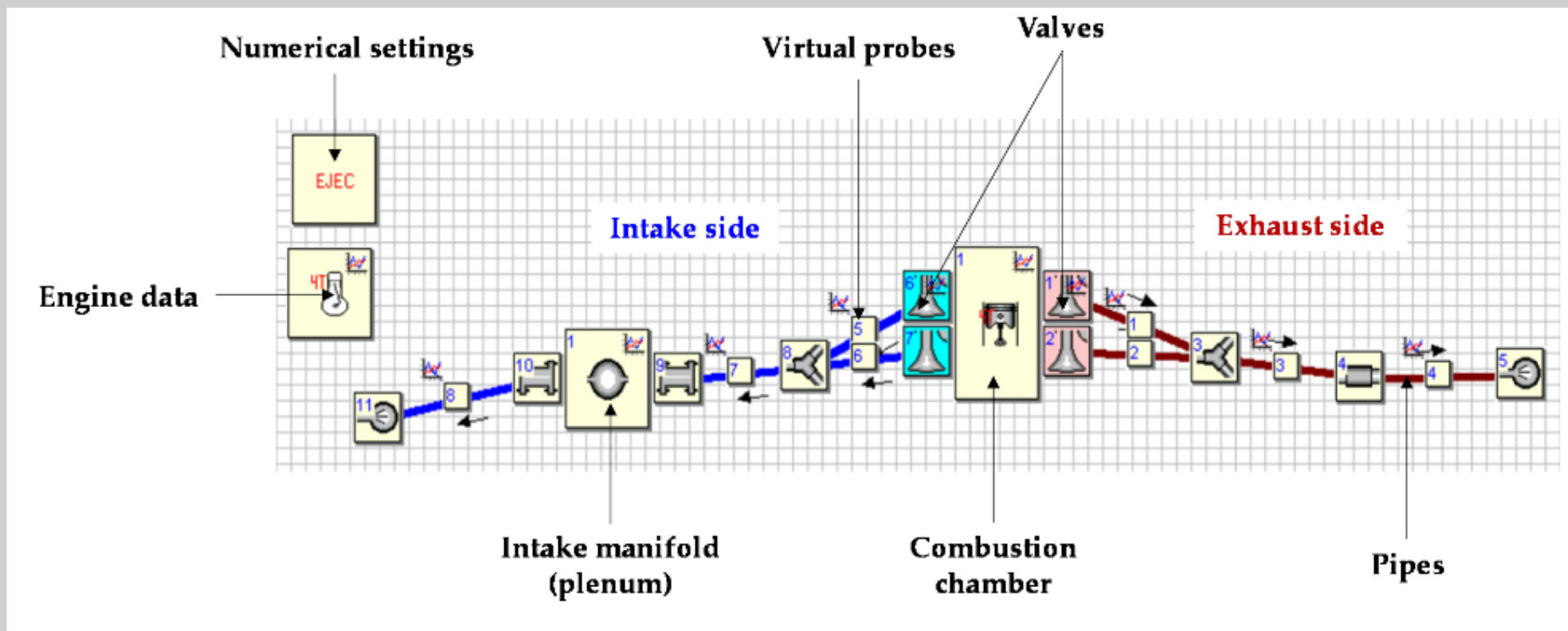


Рисунок 2 – Опис моделі дослідного двигуна в середовищі OpenWAM [2]

Такий підхід дозволяє в режимі конструктора формувати проточну частину впускного та випускного тракту двигуна та з мінімальними витратними часу проводити порівняльні розрахунки. Запропонована методика, навіть дозволяє оцінювати втрати повітря крізь перше компресійне кільце [2]. Порівняння результатів розрахунку та експерименту наведено на рисунку 3.

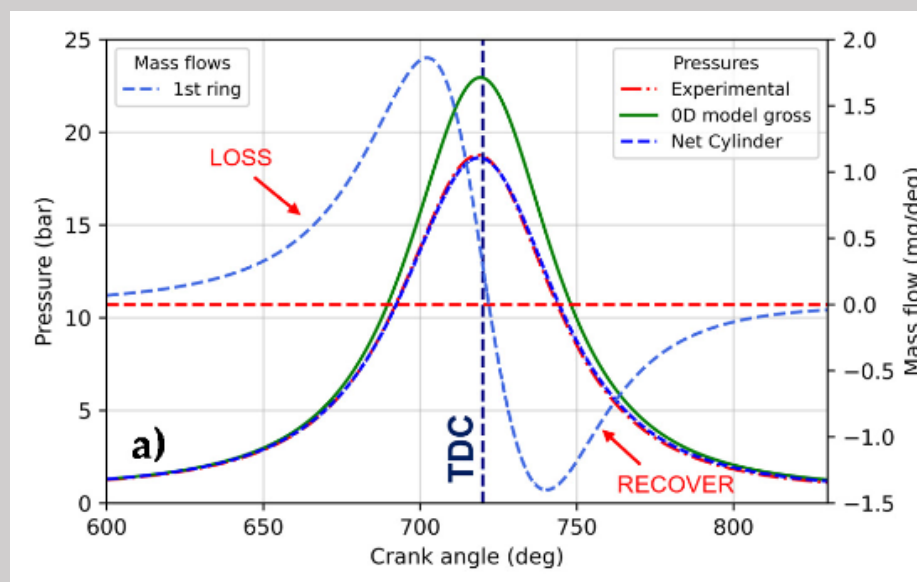


Рисунок 3 – Порівняння розрахункового, змодельованого у 0 - мірній постановці та експериментального (пунктирна червона лінія) тиску - в автономному режимі в моторних умовах [2]

Принципова схема моделі двигуна із запалюванням від стиснення для аналізу процесу наповнення наведена на рисунку 4.

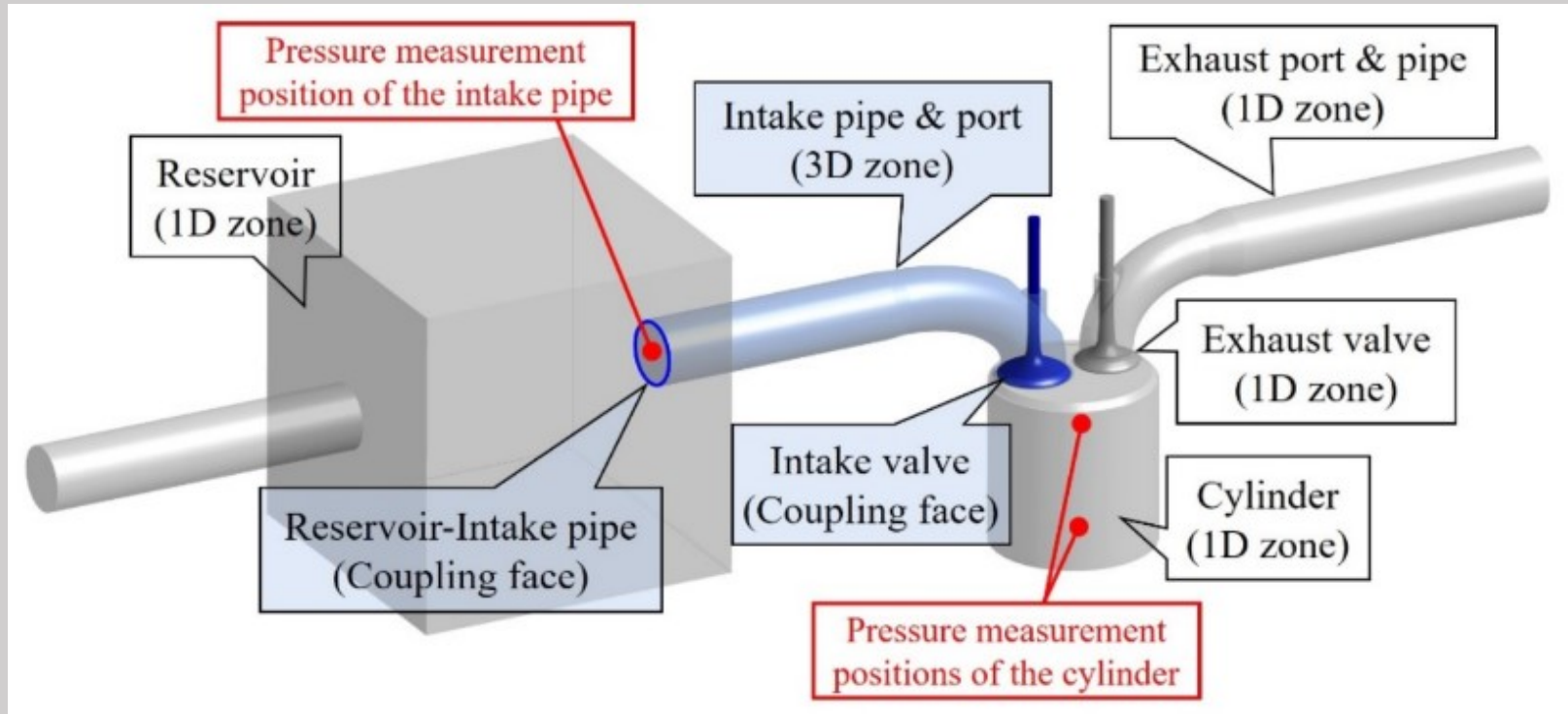


Рисунок 4 – Принципова схема моделі двигуна із запалюванням від стиснення [3]

Приклад конструкції експериментального впускного колектора наведено на рисунку 5.

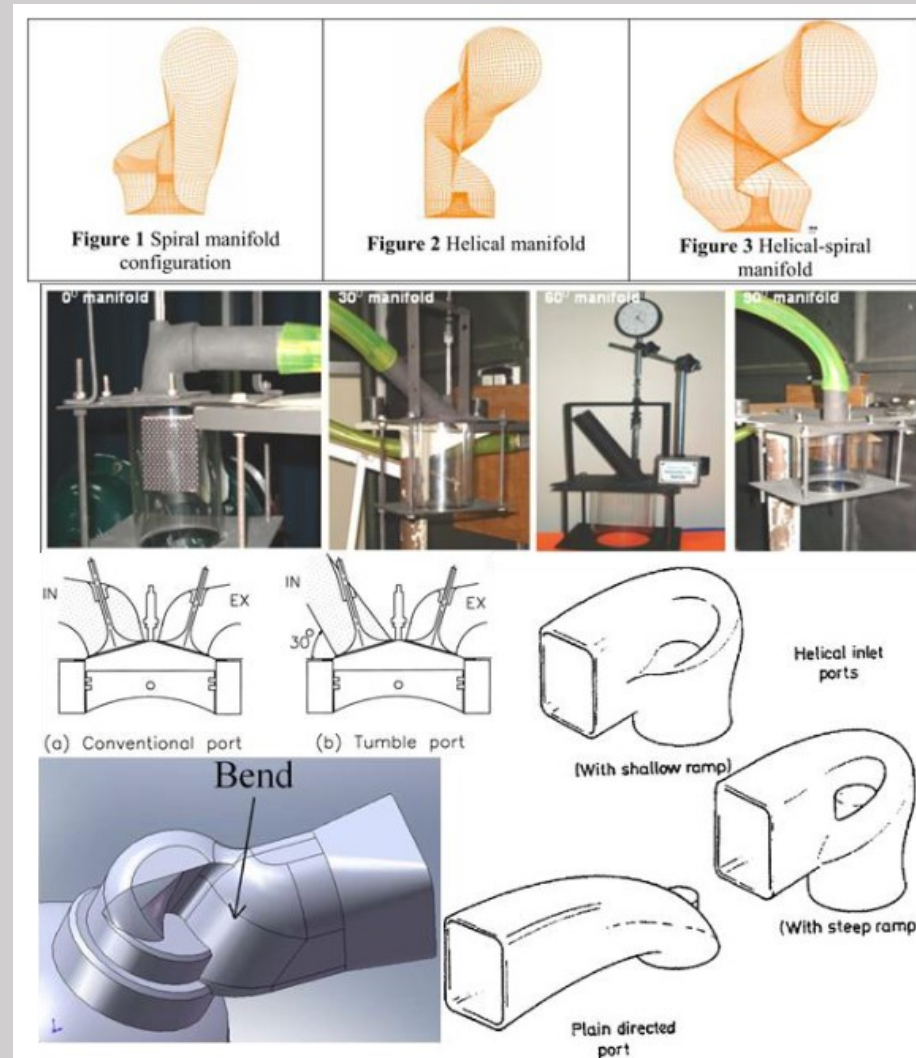


Рисунок 5 – Приклад конструкції експериментального впускного колектора [4]



# Висновки

- проведено аналіз підходів з поліпшення умов процесу наповнення циліндра свіжим повітрям. Встановлено, що геометрія впускного колектора суттєво впливає на умови наповнення циліндра свіжим повітрям. Використання резонансних явищ у впускному колекторі та турбулізуючих вставок дозволяє поліпшити умови наповнення циліндра свіжим повітрям;

- показано, що використання безмоторних стендів для дослідження умов наповнення циліндрів свіжим зарядом має багато переваг, та, в поєднанні з чисельними експериментами, дозволяє значно скоротити час на розробку нової конструкції ДВЗ та доведення існуючої.

## Література

1. DE Winterbone and RJ Pearson, Theory of engine manifold design, 1st edition, Professional Engineering Limited, UK 2000, pp. 13- 462
2. De Renzis, E.; Mariani, V.; Bianchi, G.M.; Cazzoli, G.; Falfari, S.; Antetomaso, C.; Irimescu, A. Implementation of a Multi-Zone Numerical Blow-by Model and Its Integration with CFD Simulations for Estimating Collateral Mass and Heat Fluxes in Optical Engines. *Energies* 2021, 14, 8566. <https://doi.org/10.3390/en14248566>
3. Kim, K.-H.; Kong, K.-J. 1D–3D Coupling for Gas Flow Analysis of the Air-Intake System in a Compression Ignition Engine. *J. Mar. Sci. Eng.* 2021, 9, 553. <https://doi.org/10.3390/jmse9050553>
4. S. Bari, S.N. Hossain, I. Saad, A review on improving airflow characteristics inside the combustion chamber of CI engines to improve the performance with higher viscous biofuels, *Fuel*, Volume 264, 2020,116769, <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116769>