

3. Сучасний стан переходу обліку природного газу в енергетичні одиниці / М.П. Андрійшин, К.І. Капітанчук // XXII Міжнар. наук.-тех. конф. АС ППТ “Промислова гідраліка і пневматика”, 17–18 листопада 2021 року, Київ: матеріали конференції. – Вінниця: «ГЛОБУС–ПРЕС». – 2021. – С. 170–173. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/54343>

4. Трубопровідний транспорт газу: підручник / О.М. Сусак, В.К. Касперович, М.П. Андрійшин. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2013. – 345 с.

URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/41213>

5. Дослідження впливу газо-водневої суміші на газотермо-динамічні параметри роботи газоперекачувального агрегата компресорної станції / М.П. Андрійшин, К.І. Капітанчук, Н.М. Андрійшин // 29 Apr 2023 – Sciences & Technologie, 57 (1). Related articles.

DOI: 10.18372/2310-5461.57.17447

6. ENTSOG & GIE. Hydrogen Transport and Storage Q&A: Questions and Answers on Hydrogen Transport and Storage. GIE/ENTSOG, 2021. URL: <https://www.gie.eu>.

7. Martinez, A., Lopez, S. Hydrogen blending in gas pipelines: The role of compressors. Chemical Engineering Science, 2020, Vol. 229, 115864. DOI: 10.1016/j.ces.2020.115864.

8. Zhang, X., Wang, Y., Liu, Z. Optimization of hydrogen blending in natural gas pipelines. Springer Energy Systems, 2024.

URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s41403-024-00482-7>.

9. Компресорні станції магістральних газопроводів: методичні рекомендації до виконання курсового проєкту / уклад.: М.П. Андрійшин, К.І. Капітанчук, В.В. Козлов. – К.: НАУ. – 2018. – 60 с.

URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/39833>

10. Визначення ефективності роботи газоперекачувального агрегата компресорної станції за даними її експлуатації / М.П. Андрійшин, К.І. Капітанчук, Н.М. Андрійшин // Наукоємні технології, №1 (49). – 2021. – С. 49–56.

URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/50467>

Андрійшин, М.П., канд. техн. наук,  
Капітанчук, К.І., канд. техн. наук,  
С.А. Якимчук

Державний університет  
«Київський авіаційний інститут»

### ВИМІРЮВАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕНТИЛЯТОРІВ ВІДПОВІДНО ДО СТАНДАРТУ ANSI/AMCA 210-07

Стенди для вимірювання аеродинамічних характеристик вентиляторів є невід’ємною частиною досліджень та випробувань у галузі вентиляційної техніки. Проектування та експлуатація вентиляторів базуються на вимогах стандарту ANSI/AMCA 210-07 / ANSI/ASHRAE 51-07 «Laboratory Methods of Testing Fans for Certified Aerodynamic Performance Rating» [1, 2].

Для отримання сертифікованих показників та аеродинамічної продуктивності вентиляторів стандарт визначає методи випробувань на стендах, принципова схема яких надана на рисунку 1.

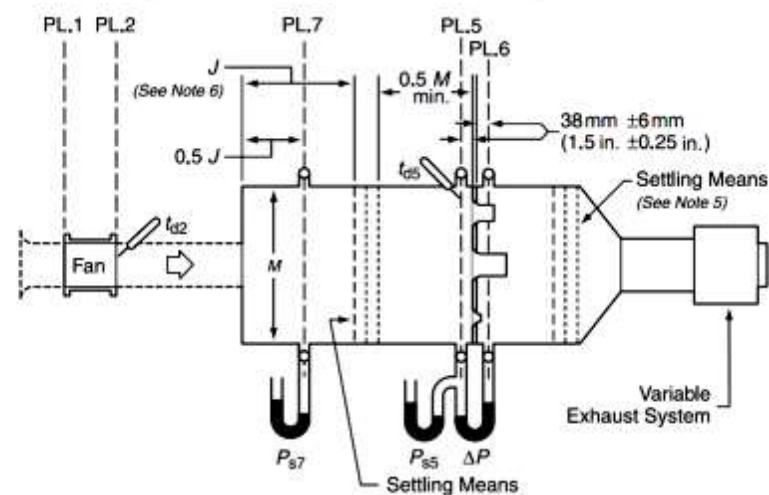


Рисунок 1 – Принципова схема випробувального стенда за ANSI/AMCA 210-07

Зокрема, для визначення витрати повітря передбачено використання вимірювальних сопел, які мають різні діапазони вимірювань.

Як приклад, вимірювальний стенд «Стенд для лабораторних випробувань» забезпечує діапазон вимірювань від 0 до 1800 м<sup>3</sup>/год.

Згідно з вимогами стандарту розроблена принципова схема стенду, що надана на рисунок – 2, яка має відмінності у частині вимірювального обладнання [3].

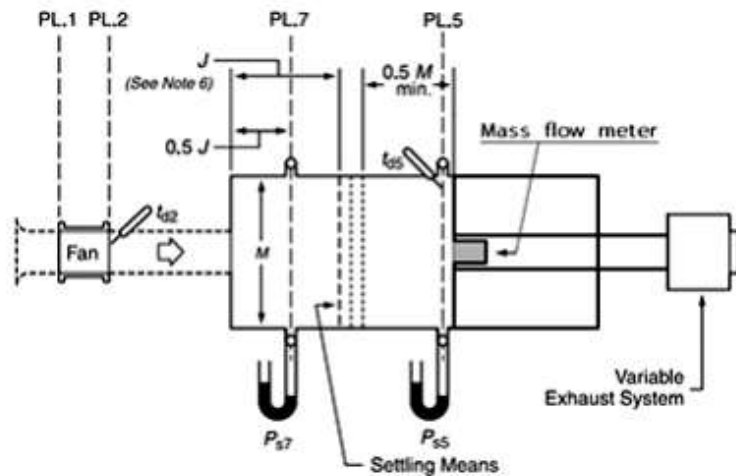


Рисунок 2 – Принципова схема створеного випробувального стенда

При проектуванні та складання вимірювального стенду враховані і витримані всі необхідні вимоги стандарту в частині габаритів і розмірів .

1. Пунктирні лінії на вході вентилятора вказують вхідну воронку та один еквівалентний діаметр повітропроводу, який імітує вхідний канал повітропроводу. Тертя повітропроводів не враховується.

2. Пунктирні лінії на виході з вентилятора вказують на єдиний канал від 2 до 3 еквівалентних діаметрів у довжину та області у межах  $\pm 1\%$  від площі виходу вентилятора та форми, щоб відповідати виходу вентилятора, що імітує вихідний канал. Тертя вихідного каналу не враховується.

3. Вентилятор може бути випробуваний без вихідного каналу, в цьому випадку він повинен бути встановлений в кінці камери.

4. Змінна випускна система (Variable exhaust system) може бути як допоміжним вентилятором, так і дросельним пристроєм.

5. Розмір  $J$  повинен дорівнювати одному діаметру виходу еквівалентного вентилятора для вентиляторів з віссю обертання перпендикулярного потоку повітря, що більше ніж у 2,0 рази більше діаметра виходу еквівалентного вентилятора з віссю обертання паралельного потоку повітря. Оптимальним вважається співвідношення габаритних розмірів, яке дорівнює  $J = 0,35$  м.



Рисунок 3 – Фото випробувального стенда LW-9185

Стенд обладнаний додатковими вимірювальними приладами та механізмами, які дозволяють в ручному, автоматичному чи напівавтоматичному режимі, проводити вимірювання всіх необхідних параметрів. А саме:

- цифровий диференціальний манометр (HM28.D3B1.00) – для вимірювання параметрів статичного (або перепаду) тиску та передачі значень на комп'ютер (далі – ПК);
- цифровий лазерний оптичний датчик QS30LD вимірювання швидкості обертання крильчатки/двигуна з можливістю передачі значень на ПК;
- силовий блок живлення з можливістю регулювання та заданням параметрів вихідної напруги та частоти мережі живлення;
- цифровий мультиметр PF140A – для вимірювання електричних параметрів виробів при випробуваннях та передачі значень на ПК;

- допоміжний вентилятор «Variable exhaust system з частотним перетворювачем, за допомогою якого відбувається керування. Управління частотним перетворювачем відбувається автоматично (або в ручному режимі) оператором ПК;

- механічна заслінка з електронним електроприводом для керування у ручному (або автоматичному) режимі через ПК.

Проведення випробувань здійснюється відповідно до регламентів під кожний з типів виробів. При проведенні аеродинамічних випробувань вентилятор або інший виріб позначений як «Fan» на рисунках 1 та 2) встановлюється на вході вимірювального стенду. Під кожний типорозмір вихідного каналу вентилятора передбачено відповідну зйомну панель на стенді.

На блоці живлення встановлюється вихідна напруга та частота мережі, що відповідає виробу (або двигуну). Перед початком проведення вимірювань показання витратомірів та диференціальних манометрів обнуляються.

Після вище описаних дій на виріб подається живлення та за допомогою вбудованих програмних алгоритмів (або в ручному режимі) за допомогою допоміжного вентилятора (Variable exhaust system) визначається значення максимальної витрати повітря.  $Q_{max}$  – це точка, коли статичний тиск дорівнює нулю, щодо атмосферного.

Після визначення цього значення графік умовно розбивається кількість точок (мінімум дев'ять) від 0 до  $Q_{max}$  для рівномірного розподілу їх у графіці. Кожна наступна точка встановлюється шляхом зміни навантаження (статичного тиску) механічною заслінкою та одночасно регулюванням продуктивності допоміжного вентилятора. Останньою точкою вимірювань вважається максимальний тиск створеного виробом, при нульовій витраті (заслінка повністю закрита, допоміжний вентилятор вимкнений).

У кожній вимірюваній точці слід записувати параметри: споживання електроенергії, косинус кута між активною та реактивною потужністю, швидкістю обертання двигуна (якщо це можливо), статичний тиск та витрату повітря.

## Список використаних джерел

1. ANSI/AMCA 210-07 / ANSI/ASHRAE 51-07. Laboratory Methods of Testing Fans for Certified Aerodynamic Performance Rating. Air Movement and Control Association (AMCA) International Inc. Доступно у магазині AMCA або через ANSI Webstore.

2. ASHRAE. "Laboratory Methods of Testing Fans." Стандарти та керівництва. Офіційний сайт ASHRAE.

3. Нагнітачі природного газу: підручник / М.С. Кулик, К.І. Капітанчук, М.П. Андрійшин. – К.: НАУ, 2022. – 228 с.

URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/55906>

УДК 66.084:66.021.1(043.5)

**Бага, В.М., канд. техн наук**  
Сумський державний університет

## ГІДРОМЕХАНІЧНІ ПРОЦЕСИ АБРАЗИВОСТРУМЕНЕВОГО ОБРОБЛЕННЯ ПОВЕРХОНЬ МАТЕРІАЛІВ

Для виконання абразивоструменевого оброблення різного роду забруднених поверхонь матеріалів вживається енергоємне обладнання та досить дорогої абразивний матеріал, через що підвищення вимог до енергозбереження абразивоструменевої установки є актуальним. Абразивоструменева обробка дає можливість якісно обробляти конструкції будь-яких форм та матеріалів в різних галузях. Абразивоструменева установка складається з джерела стисненого повітря, абразивоструменевого апарату, ресивера, пневмомережі, об'язувальної арматури та робочого сопла. Саме від ефективності робочого сопла більшою мірою залежить ефективність роботи абразивоструменевої установки вцілому.

Основними показниками ефективності робочого сопла, за результатами виконаної серії числових та фізичних експериментів,