

Стенд за моделни изпитвания на вентилатори

Огнян Бекриев, Кирил Кирилов

Резюме

В работа е дадено проучване на методите за моделни изпитвания на вентилатори. Разработен е стенд с измерване разход на въздух чрез паралелни дюзи. Определени са различните режими на изпитване.

Ключови думи: вентилатор, паралелни дюзи, AMCA 210

Test bench for model testing fans

Ognyan Bekriev, Kiril Kirilov

Summary

The paper presents the research on methods for model testing fans. Developed test bench with multiple nozzles for measuring air flow rate. Determined are different test modes.

Keyword: fan, multiple nozzles, AMCA 210

Увод

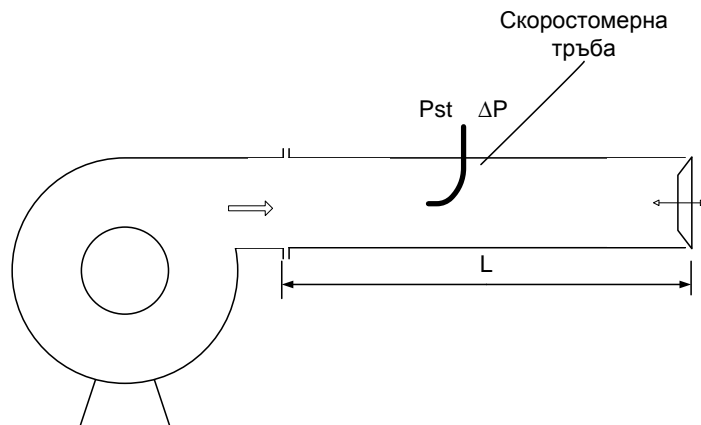
При изпитване на вентилатори за определяне на техните аеродинамични характеристики основно се използват стендове, отговарящи на изискванията, регламентирани в AMCA 210 или ISO 5801. При извършването на моделни изпитания за доказване на параметри на вентилатори основно се използва AMCA 210. И в двата стандарта се дават различни варианти на стендове, което осигурява значителна свобода при избора на подходяща конструкция. Трябва да се отбележи, че лабораториите в университетите [3,4,5] основно използват AMCA 210 при разработването на стендовете си.

За основен критерий при избора на конструкцията на стенда обикновено се използва разполагаемото помещение, в което ще се монтира стенда. Като критерий ще се използва и възможността за изработка и монтаж на измервателните средства.

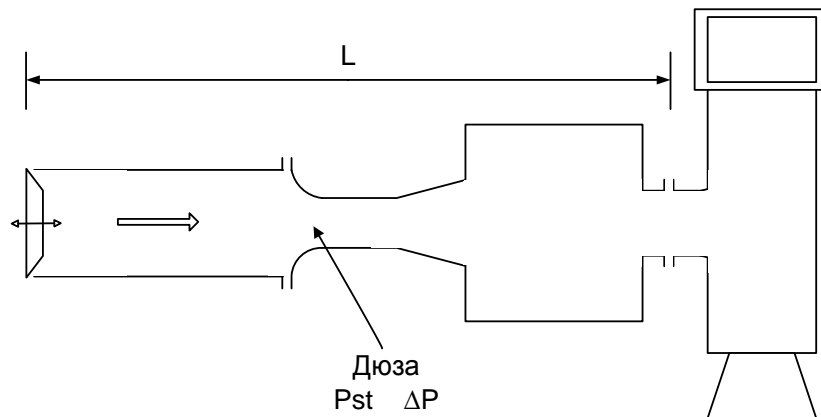
Видове стендове

В AMCA 210 са дадени три основни вида стендове за изпитване, спрямо начина за измерване разхода на въздух:

- чрез снемане скоростен профил, със скоростомерна тръба (фиг. 1);
- чрез дюза в тръбопровод (фиг. 2);
- с изравнителна камера, в която са поставени няколко на брой измервателни дюзи (фиг. 3).

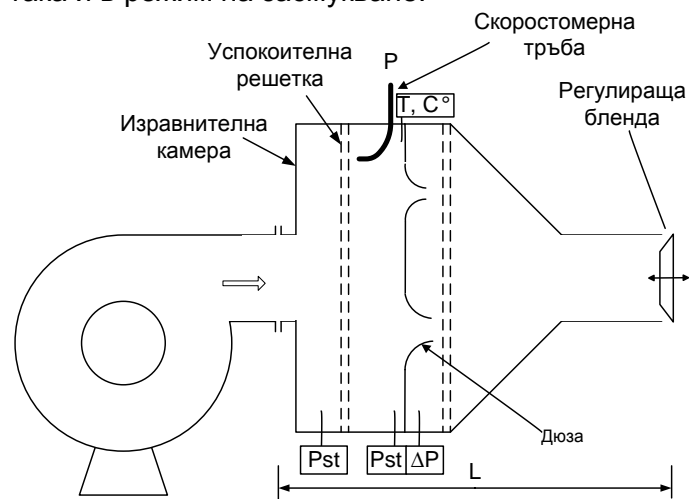


Фиг.1 Стенд с измерване разход на въздух чрез скоростомерна тръба



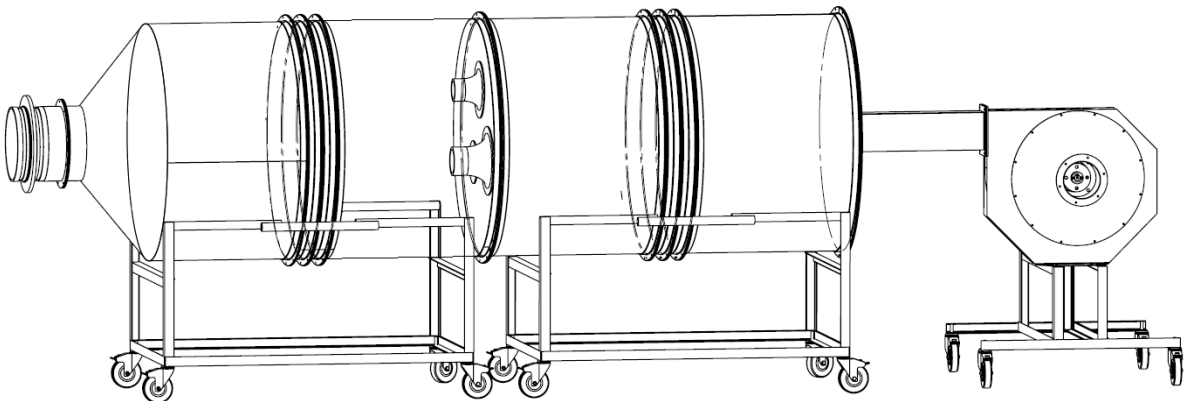
Фиг.2 Стенд с измерване разход на въздух чрез дюза

При измерване на зададен разход на въздух, с най-малка линейна дължина L от трите стенда е показания на фиг.3. Основен елемент на този стенд е изравнителната камера. Нейното предназначение е да намали максимално скоростта на въздуха, като осигури равномерен скоростен профил в напречно сечение. В нея е монтирана преграда със секция от паралелни дюзи, чрез които се измерва разхода на въздух. При реализиране на такъв стенд, е възможно той да се използва за изпитване на вентилатори, както в режим на нагнетяване (фиг. 3), така и в режим на засмукване.



Фиг.3 Стенд с измерване разход на въздух чрез секция от паралелни дюзи

Реализиран стенд

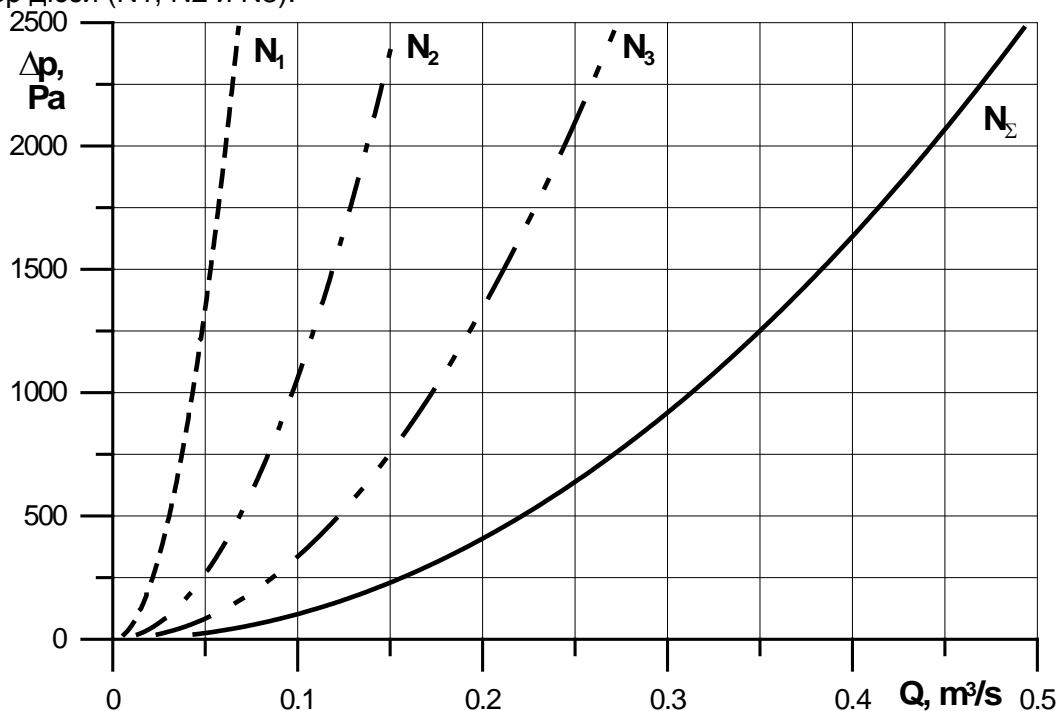


Фиг. 4 Схема на реализирания стенд

На фиг. 4 е показана схема на стенда, който е проектиран и реализиран. Минималният разход на въздух, който може да бъде измерен е $0.006 \text{ m}^3/\text{s}$, а максималния е $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Задвижващият електродвигател е с мощност $5,5 \text{ kW}$ при честота на въртене 2900 min^{-1} . Управлява се чрез честотен инвертор, което дава възможност за точно задаване на необходимата честота на въртене. Показаната схема на фиг.4 е за изпитване при работа на вентилатора по схема на нагнетяване. Стенда е проектиран така, че да може да се изпитва вентилатор и при работа по схема на засмукване.

В изравнителната камера, съгласно изискванията са поставени успокоителни решетки. При верификацията на изравнителната камера ще бъде извършено измерване на скоростния профил след предните успокоителни решетки. Това ще бъде извършено със скоростомерна тръба, която е показана на фиг. 3. Изискването е след решетката максималната скорост да не бъде по-голяма от 20% от средната измерена.

Основен елемент на реализирания стенд е преграда с монтирана секция от паралелни дюзи. Дюзите са проектирани и изпълнени в съответствие с препоръките дадени в ISO 5167-3 [2]. Разположението на дюзите върху преградата отговаря на изискванията регламентирани в AMCA 210. В конкретният случай е избрана секция от три различни по диаметър дюзи (N_1 , N_2 и N_3).



Фиг.5 Диапазон на измервания разход на въздух в стенда

От фиг.5 се вижда, че избраният вариант дава възможност за измерване разход на въздух в относително широк диапазон, без да се променя линейната дължина на стенда. Преди провеждане на измерване трябва да се направи необходимата комбинация от дюзи за покриване на цялата характеристика на вентилатора.

Определянето на разхода на въздух Q в стенда става по следната формула [1]:

$$Q = \sqrt{2} \cdot Y \cdot \frac{\sqrt{\Delta p}}{\rho} \cdot \Sigma(C \cdot A) ,$$

където: Y – коефициент на разширение (Expansion factor);
 ρ – плътност на течността в манометрите;
 Δp – пад на налягане;
 C – коефициент на разход;
 A – площ на дюзите.

Освен секцията от паралелни дюзи за измерване разход на въздух, стенда е оборудван и с измервателни средства за определяне на останалите параметри на вентилатор. Тези средства са дадени в таблица 1.

Таблица 1.

№	Измервана величина	Измервателно средство
1	статично налягане	Диференциален електронен манометър тип Testo 521-1, Germany
2	диференциално налягане	
3	температура	Цифров термометър тип TN 20 „Унисист инж” ООД, България
4	електрическа мощност	Анализатор на мощност тип Power Q ^{Plus} MI 2392, Metrel, Slovenia
5	шум	Цифров интегриращ шумомер тип CEL-244, Casella CEL., UK
6	честота на въртене	Цифров тахометър тип DT-2234A, Mastech, US
7	параметри на околната среда (барометрично налягане, относителна влажност, температура)	Термо-хигро барометър тип C4141. Comet, Чехия

Заклучение

Така реализирания стенд дава възможност за коректно провеждане на експерименти за определяне на аеродинамичните характеристики на вентилатори. Възможностите му за работа както по схема на засмукване, така и по схема за нагнетяване осигурява провеждането на изследвания на вентилатори за високо налягане по двете схеми. По този начин може да се реализира и зададено разпределение на налягането между входа и изхода на вентилатора. Чрез широкия диапазон на измерването на разхода на въздух е осигурена възможността на един и същи стенд да се извършва моделно изследване на геометрично подобни вентилатори.

Научните изследвания, резултатите от които са предоставени в настоящата публикация са финансирани от Вътрешния конкурс на ТУ-София-2014 г.

Литература

1. AMCA 210: Laboratory Methods of Testing Fans for Ratings
2. ISO 5167-3:2003(E) Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular-cross section conduits running full – Part 3: Nuzzles and Venturi nozzles.
3. http://www.euroventcertification.com/fic_bdd/en/1376935161_Eurovent_FCP_Air_flow_6_10.pdf
4. http://hightech.lbl.gov/documents/cleanrooms/LBNL_FFUTestProc_v1-3.pdf
5. http://www.hvi.org/ratings/HVI916_1March2009.pdf

Автори: Огнян Никифоров Бекриев, доцент, д-р, инж. ТУ-София,
02 965 2567, e-mail: bekriev@tu-sofia.bg
Кирил Йорданов Кирилов, инж., докторант, ТУ-София,
02 965 2038, e-mail: kkirilov86@abv.bg