

Testek ellenállás tényezőjének mérése szélcsatornával

A szélcsatorna kísérleti berendezés, melyet elsősorban testek körül áramló közeg hatásainak vizsgálatára fejlesztettek ki. Ezek a vizsgálatok irányulhatnak a következőkre:

- az áramlásba helyezett testre ható légerők (felhajtóerő, közegellenállás, légerők nyomatóka)
- nyomáseloszlás az áramlásba helyezett test körül
- a határréteg viselkedésének tanulmányozása
- az áramvonalak alakja
- légáramlás keltette rezgés és zaj tanulmányozására
- áramlásba helyezett test hőátadása

Az első szélcsatornát Francis Herbert Wenham (1824-1908) angol mérnök készítette 1871-ben. Osborne Reynolds volt az első, aki a manchesteri egyetemen igazolta, hogy a kismintákon végzett méréseket át lehet számítani a nagy berendezésekre is. A Wright fivérek saját készítésű szélcsatornán kísérletezték ki repülőgépük szárnyszelvényét. A szélcsatornák azóta világszerte elterjedtek, a második világháború idején kezdődtek a vizsgálatok szuperszonikus szélcsatornákkal is.

Saját szélcsatornája van például a NASA-nak és szinte minden járműgyártó cégek (Ferrari, Airbus, Boeing, Toyota, Imabari).

A szélcsatornáknak nagyon sok típusa van, amelyeknek az előadása több órát venne, igénybe ezért mi csak az általunk épített NPL (National Physical Laboratory) típusú szélcsatornát mutatjuk be.

Két fő részre bontható. A csatornára és a mérőrészre.

Csatorna

A csatorna a szélcsatornának azon része, amelyben a közeget áramoltatva mérjük meg a test ellenállási tényezőjét. Négy részből áll. Első rész a konfúzor, második az egyenirányító szakasz, a harmadik pedig a mérőcsatorna, majd végül egy diffúzort találhatunk.

A konfúzor a csatornánk első része nem más, mint egy szűkülő cső. Ennek a szerepe nem más, mint hogy a beszívott levegőt a Bernoulli törvény alapján felgyorsítja.

Az egyenirányító elejénél találhatunk egy hálót, amely az egyenletes sebesség elosztást teszi lehetővé a mérőtérben. Az egyenirányítóval pedig elérjük azt, hogy a mérőtérben a test meg fűvése egyenletes legyen, azaz ne keletkezzen turbulencia, amely miatt téves eredményt kaphatunk.

A mérőcsatornában szükséges elvégezni a test mérése előtt a rá ható meg fűvási sebességet és a nyomást. Ezt a szélcsatorna gyártói előre meghatározzák. Mi erre majd később térünk vissza.

Végül a végén találhatjuk a ventillátort vagy propellert, amely mi csatornánknál a mérendő test felé szívja be a levegőt. Az ilyen rendszerű csatornákat nevezzük beszívó csatornának. Majd következik egy diffúzor amely megkönnyíti a levegő kiáramlását.

Ahhoz hogy a méréseket elvégezzük fontos tudnunk az előbb említett meg fűvási sebességet és a nyomást. A nyomást manométerekkel (nyomásmérőkkel) határozzák meg. Mi a nyomást egy ilyen házilag készített manométerrel határoztuk meg.

Nyomás megmérése után Bernoulli törvényéből a meg fúvási sebesség: $v = \frac{1}{2} * \rho * p$

Konfúzor, diffúzor azért nem került fel a mi mérőszerkezetünkre, mert a mérést valamilyen ismeretlen oknál fogva elrontotta.

A mérőszerkezet

A mérési feladat és a mérőrendszer kiépítése az áramlási sebesség irányába mutató erő, azaz Az ellenállási erő mérését teszi lehetővé. A feladat lényege a meg fúvási sebesség és a testre Ható erő meghatározása, amiből az ellenállás-tényező már meghatározható.

$$F_{test} = \frac{1}{2} c * \rho * v^2$$

Ahol c az ellenállás-tényező, v [m/s] a meg fúvási sebesség, A [m²] a test meg fúvási sebességre merőleges vetületének területe, ρ [kg/m³] az áramló levegő sűrűsége. A testre ható erő a felfüggesztésen és a testen kialakuló nyomatéki egyensúlyok felírásából határozható meg. Fontos magára az egyedülálló (a mérendő test nélküli) a felfüggesztésre ható erő meghatározása, amit le kell vonni a testre ható erő mérésekor, hisz ekkor a testre és a felfüggesztésre ható erők együttesét mérjük. A testet ilyenkor csak behelyeztük a mérlegkar elé, de nem erősítjük rá - ez az ún. kitakarás módszere - és így csak a mérlegkarra hatóerőből származó nyomatékot (M_{kar}) mérjük.

Ekkor felírható nyomatéki viszonyok test nélkül:

$$k_2 * F_{mértkar} = M_{kar}$$

Ahol k_2 a tengelytől a mérőszerkezetig (rugós erőmérő) a kar hossza, $F_{mértkar}$ az, amit a rugós erőmérő mutat.

Ezután a testtel együtt is felírható:

$$F_{test} * k_1 + F_{mértkar} * k_2 = F_{mért} * k_3$$

Ahonnán kiszámolható az F_{test} (k_1 a testtől a mérőkar forgáspontjáig a távolság; k_3 pedig a mérőszerkezettől a mérőkar forgáspontjáig mért távolság).

Készítette:

Losonczy Roland; Németh Sándor; Török Máté Márk; Tucsá Levente