

FLUIDOEN INSTALAZIOAK ETA MAKINAK: LABORATEGIKO PRAKTIKEN GIDOIA

8. PRAKTIKA: HAIZAGAILUAK: Haizagailua erradiala edo zentrifugoa

Ingeniaritza Nuklearra eta Fluidoek Mekanika Saila

EDUKIAK

1. Helburuak	1
2. Prozedura esperimentalak: praktika egitea	1
3. Emaitzak	5
4. Ondorioak	5
5. Praktika betetzeko datuak	6

1. HELBURUAK

Haizagailu erradial edo zentrifugo baten ezaugarrien ikasketa.

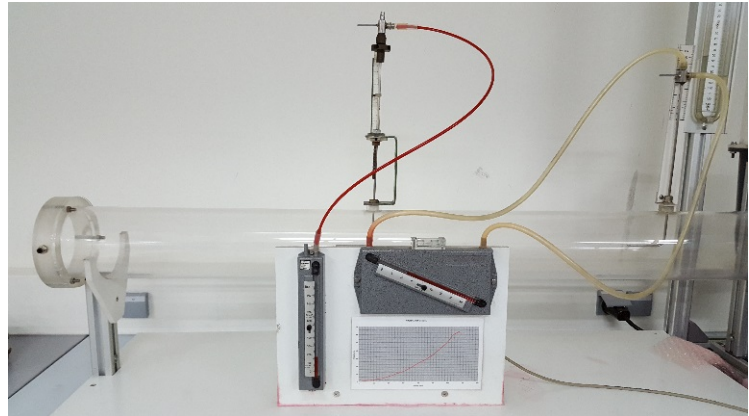
- Haizagailu erradial baten funtzionamenduaren ikusketa.
- Pitot tutua erabiltzea emaria neurtzeko. Xurgapen-hodiko abiadura profila lortzea.
- Haizagailu erradial baten kurba karakteristikoen zehaztapena: presio estatikoa, presio dinamikoa, presio totala, potentziak eta errendimenduak, emariaren arabera.
- Haizagailu erradial baten erregulazioaren ikasketa, biraketa-abiaduraren aldakuntzaren bidez. Kurba karakteristikoen lorpena biraketa-abiadura ezberdinetan. Haizagailuei aplikaturiko antzekotasun-legeak.

2. PROZEDURA ESPERIMENTALA: PRAKTIKA GAUZATZEA

Praktika gauzatzeko, honako prozedura hau jarraitu behar da: lehenengo, sarrerako presio-hartunearen kalibrazioa egin behar da, eta, ondoren, haizagailuaren kurba karakteristikokoak eraiki.

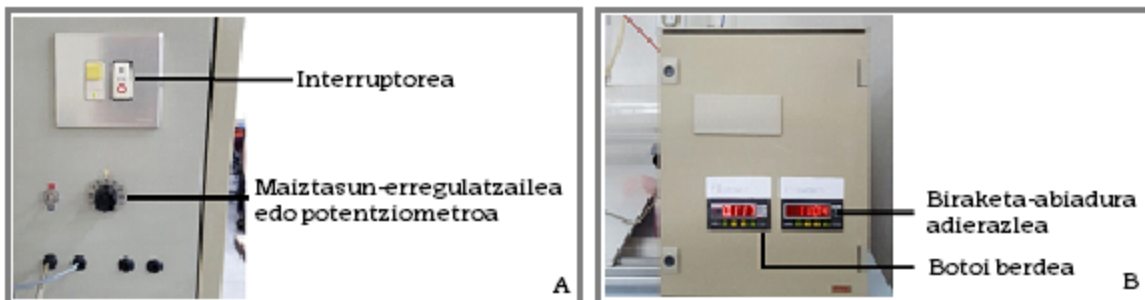
Presio-hartunearen kalibrazioa: K konstantearen lorpena.

- 1- Presioa neurtzeko gailuak behar diren bezala kokatuta daudela egiaztatu behar da, xurgapen-hodiaren erdian (56 mm), korrante lerroekiko paralelo eta fluxuarekiko aurrez aurre. Erregulazio-balbulak guztiz irekita egon behar du, eta presioa adierazten duten likidoen mailak zeroan.



3. irudia. Presio estatikoa neurtzeko hartunea lehenengo Prandtl tutuaren bidez (1 neurgailua), eta presio dinamikoa bigarren Prandtl tutuaren bidez (2 neurgailua).

- 2- Kontrol-panelean dagoen interruptorea sakatuz haizagailua pizten da. Potentzia-irakurketa doitzen dugu, adierazten diren unitateak kW-tan egon arte. Horretarako, potentzia-adierazgailuaren eskuin eskuian dagoen botoi berdea besterik ez da sakatu behar. Ondoren, maiztasun-erregulatzailea 8 zenbakian jartzen da.



4. irudia. Haizagailuaren interruptorea eta maiztasun-erregulatzailea edo potentziometroa (4.A). Potentzia eta biraketa-abiaduraren neurriak hartzeko panela (4.B)

- 3- Presio estatikoak neurtzeko Prandtl tutuaren posizioa ez da aldatu behar (1 neurgailua), ezta presio dinamikoa neurtzeko Prandtl tutuaren konexioak ere (2 neurgailua). 1 neurgailuak adierazten duen presio estatikoaren neurria hartuko da. Horrez gain, 2 neurgailuak adierazten duen presio dinamikoa ere hartuko da, zeinaren posizioa aldatzen joango baita, ondoren azaltzen den bezala.
- 4- 2 neurgailua hodiaren hondora arte sartzen da, puntu hori «0» puntu edo hasierako puntutat hartuz. Puntu horretan, presio estatikoa eta dinamikoa neurtzen dira.
- 5- 2 neurgailua progresiboki igoko da: xurgapen hodiaren hondotik xurgapen-hodiaren erdiko posiziora arte (6 puntu, 56 mm). 2 neurgailuko posizio ezberdinetan presio estatikoaren eta presio dinamikokoaren neurketak egingo dira, dagozkien balioak apuntatuz. Momentu oro

neurgailuen posizioei so egin behar zaie neurketa baliagarria izan dadin: euren orientazioa paralelo mantenduz eta fluxuaren korrante lerroekiko aurrez aurre.

1. taula. Datu esperimentalen neurketa. Sarrerako emariaren neurketa.

N (bira/min)	Irakurket a	p_e 1 neurgailua (Pa)	2 neurgailua posizioa (mm)	p_d 2 neurgailua (mm U.Z.)
	1			
	2			
	...			

- 6- Emaria lortuko da aurreko abiadura-irakurketen batezbestekotik abiatuta, eta xurgapen-hodiko barne-diametroa jakinda.

$$Q = v \cdot S \quad (\text{barne} - \text{diametroa } 112 \text{ mm delarik})$$

- 7- Emari berri bat ezartzen da, biraketa-abiadura aldatuz. Horretarako, aurretik deskribatu den prozedura errepikatzen da potentziometroa 6 zenbakian kokatuz.
- 8- Haizagailuaren sarrerako presio-hartunearen emariarekiko kalibrazioa K konstantea kalkulatzu gauzatuko da. Biraketa-abiadura bakoitzarentzat K -ren balio bat kalkulatu da, honako adierazpen matematiko honen arabera. Erabili behar den K -ren balioa hiru balioen batezbestekoa izango da:

$$K = \frac{Q}{\sqrt{p_e}}$$

Horretarako, presio estatikoen batez besteko balioak hartuko dira, baita abiaduraren batez besteko balioa ere (emariaren kalkulua). Lortutako bi K balioen arteko batezbestekoa egingo da.

Haizagailuaren kurba karakteristikoak

- 1- Presioa neurtzeko gailuak behar diren bezala kokatuta daudela egiaztatu behar da, xurgapen-hodiaren erdian, korrante-lerroekiko paralelo eta fluxuarekiko aurrez aurre. Iris-aren balbulak guztiz irekita egon behar du.
- 2- Kokatu potentziometroa 8 posizioan.
- 3- 1 neurgailua erabiliko da emaria zenbatekoa den jakiteko, aurreko atalean egin den kalibrazioari esker.
- 4- Haizagailuaren kurbak lortzeko, beharrezkoa da presio estatikoaren gehikuntza haizagailuan uretan gora eta uretan behera ezagutzea. Horretarako, ur-zutabedun manometro diferentziala erabiliko da.
- 5- Erregulazio-balbularen posizioa aldatuko da, gutxienez 8 posizio desberdin ezarriz, guztiz zabalduta dagoen posiziotik guztiz itxi arte.
- 6- Presio estatikoaren, (P_a), presio dinamikoaren (mm U. Z.), manometro diferentzialaren koten (mm U. Z.), potentziaren (kW) eta biraketa-abiaduraren balioak apuntatuko dira, balbula-irekiera bakoitzeko.

Aurreko ataleko datuetatik lortutako K -ren balioa erabiliko da, haizagailuan zehar dabilen emaria neurtu ahal izateko, aurretik zehaztu den K , p_e eta Q arteko erlazioa ezagututa.

2. *taula*. Biraketa-abiadura ezberdinetan kurba karakteristikoak kalkulatzeko datu esperimentalak.

N (bira/min)	Balbularen posizioa	p_e 1 neurgailua (Pa)	p_d 2 neurgailua (mm U. Z.)	Δp_e (mm U. Z.)	$P_{xurgatutakoa}$ (kW)
	1				
	2				
	...				

- 7- Aurretik deskribatutako pausoak errepikatu behar dira biraketa-abiadura ezberdinetan. Horretarako, neurketa berriak egingo dira haizagailuaren potentziometroaren balioa 6 posizioan kokatuz.

3. Emaitzak

Ikasleak datu-taula bat eraikiko du EXCEL fitxategi batean. Taula horretan jasoko dira datu esperimentalak, baita horietatik kalkulaturako parametroen balioak ere. Emaitza esperimentaletatik lortutako emaitzetatik abiatuta, honako grafiko hauek egin beharko dira:

- **1. grafikoa.** Abiadura-profila. Irudikatu grafiko bakar batean biraketa-abiadura bakoitzarentzat 2 neurgailuaren posizioa (mm) abiaduraren menpe (m/s). K konstantearen kalkulua [$m^3 \cdot h^{-1} \cdot Pa^{-1/2}$] adierazi. Lorturiko abiadura-profilen arabera, adierazi zein den xurgapen-hodian zehar ematen den erregimena, laminarra edo zurrunbilotsua.
- **2. grafikoa.** Emariaren adierazpen grafikoa sarrerako presio estatikoaren batezbestekoaren erro karratuaren menpe. K konstantearen balioa adierazi lortutako doikuntzaren arabera (zuzen baten malda). Konparatu aurreko atalean lortutako K balioarekin.
- **3. eta 4. grafikoak.** Adierazi grafiko bakar batean xurgapen-hodiko eta bulkatze-hodiko presio estatikoaren diferentzia (Δp_e , Pa-etan) emariarekiko (m^3/s). Egin grafiko bat aztertutako biraketa-abiadura bakoitzarentzat.
- **5. grafikoa.** Potentziometroaren 8. posiziorako, adierazi emariaren arabera xurgapen-hodiko presio estatikoa, dinamikoa eta totala en, presio dinamikoaren arteko diferentzia, eta presio totala [Pa-tan].
- **6. grafikoa.** Antzekotasuna: potentziometroak 8 posizioan lortutako Δp_e-Q kurba erreferentziatzen hartuta eta antzekotasun-legeak aplikatuta, kalkulatu potentziometroaren 6. posizioari dagokion kurba karakteristikoa, Δp_e-Q kurba. Antzekotasuna aplikatuz, konparatu lortutako kurbak esperimentalki lortutakoekin (4. grafikoa).

Kurba guztiak dagozkien polinomiora doitu behar dira, erregresioa ikusi egin beharko da, eta baita dagozkien ekuazioak ere. Grafiko guztiek izenburua eduki beharko dute, eta baita ardatzen adierazpena ere dagozkien unitateekin. Grafiko horiek txostenean aurkeztuko dira, eta grafikoak irudikatzeko erabilitako datuak EXCEL fitxategiko tauletan aurkeztu beharko dira.

4. Ondorioak

EXCEL bertan, ikasleek kurben joeren formak azaldu beharko dituzte, eta baita emaitza teoriko eta esperimentalen arteko diferentzia ere.

5. Praktika betetzeko datuak.

Presio-hartunearen kalibrazioa: K konstantearen lorpena.

8 bira	Irakurketa	p_e 1 neurgailua (Pa)	2 neurgailua posizioa (mm)	p_d 2 neurgailua (mm U.Z.)
2200 r.p.m.	0	0	165	10,0
	1	10	165	12,0
	2	20	165	13,0
	3	30	165	13,5
	4	45	165	14,0
	5	56	165	14,0
	6	72	165	14,0
	7	82	165	13,5
	8	92	165	13,0
	9	102	165	12
	10	112	165	10

6 bira	Irakurketa	p_e 1 neurgailua (Pa)	2 neurgailua posizioa (mm)	p_d 2 neurgailua (mm U.Z.)
1450 r.p.m.	0	0	70	4,0
	1	10	70	5,0
	2	20	70	5,5
	3	30	70	6,0
	4	45	70	6,25
	5	56	70	6,5
	6	72	70	6,25
	7	82	70	6,0
	8	92	70	5,5
	9	102	70	5,0
	10	112	70	4,0

Haizagailuaren kurba karakteristikoak

Biraketa	N	Kokapena	p_e	p_d Prandtl	$\Delta p_{\text{estatikoa asp-imp}}$		P_{xurgatua}
	(r.p.m.)	Balbula	(Pa)	(mm C.A.)	(mm C.A.)	(mm C.A.)	(kW)
8	2200	Abierta	165	12	52	88	0,399
		1	145	10	50	92	0,395
		2	115	8,5	45	96	0,375
		3	70	5,5	38	103	0,330
		4	10	1,5	33	119	0,241
		Cerrada	0	1	34	107	0,190

Biraketa	N	Kokapena	p_e	p_d Prandtl	$\Delta p_{\text{estatikoa asp-imp}}$		P_{xurgatua}
	(r.p.m.)	Balbula	(Pa)	(mm C.A.)	(mm C.A.)	(mm C.A.)	(kW)
7	1800	Abierta	105	8	60	82	0,245
		1	85	6,5	57	84	0,238
		2	70	5,5	54	87	0,230
		3	30	3	49	92	0,190
		4	5	1	48	94	0,150
		Cerrada	0	1	49	93	0,135

Biraketa	N	Kokapena	p_e	p_d Prandtl	$\Delta p_{\text{estatikoa asp-imp}}$		P_{xurgatua}
	(r.p.m.)	Balbula	(Pa)	(mm C.A.)	(mm C.A.)	(mm C.A.)	(kW)
6	1450	Abierta	70	5,5	63	78	0,170
		1	60	5	62	80	0,165
		2	50	4	61	82	0,160
		3	25	2	56	86	0,140
		4	5	1	55	87	0,110
		Cerrada	0	1	56	86	0,100