MATEMATISKT BEVIS AV ANTAGANDEN I SPIRALFLÄKT RAPPORT

AV

Bengt-Olof Drugge

1998-02-24

INLEDNING

I rapporten ”Spiralfläkten” (1993-03-28) så hänvisar jag till ett par antaganden för att konstruera Spiralfläktar.
Dessa är:

(a) Genomströmningshastigheten i en centrifugalfläkt med konstant genomloppsarea kan inte överskrida maximal periferi hastighet hos fläkthjulet.

(b) Maximal genomströmningshastighet uppnås i de fall där tangentalhastigheten vid början av vingen är minst lika stor som den radiella hastigheten, där vingen formas enl ekv (4) och hastighetsskillnaden mellan tangentalhastigheten är minst lika stor som den radiella hastigheten Vingarna i fläkten skall överlappa varandra.

Jag avser med detta bevis, visa att åtminstone antagande (a) gäller.

TEORI

När gas strömmar genom en centrifugalfläkt så antas idag genomströmningen av gasmängden kunna variera oändligt vid raka vingar på fläkthjulet, allt i enlighet med Euler-Head teorin. Jag menar att detta är omöjligt och avser presentera en modell som påvisar detta.
För enkelhetens skull behandlar jag en centrifugalfläkt med raka vingar. När luft strömmar genom en centrifugalfläkt så är det enligt min mening cenrifugalkrafterna i fläkten som ger upphov till den radiella strömningshastigheten.

Det vill säga när jag startar upp centrifugalfläkten med en konstant rotationshastighet så sker en acceleration av luften efter den raka vingen, tills luften når ett jämviktsläge och genomströmningen förblir konstant.

Detta förlopp kan beskrivas enligt differentialekvationen:

(1) r´´=k^2*r

Där;
r´´ är centrifugalaccelerationen.
k är rotationshastigheten.
r är radien på fläkten.

Den allmänna lösningen på denna differentialekvation är:

(2) r=B*e^(-k*t)+A*e^(k*t)

Vi har alltså med ett begynnelsevärdes problem att göra. Vi vet i det här fallet att hastigheten på luften, vid början av fläkt vingen är noll och centrifugalaccelerationen vid slutet av fläktvingen är:

(3) a=k^2*r1

Där;
a = accelerationen vid slutet på fläkthjulet.
k = rotationshastigheten
r1 = ytterradien på fläkthjulet.

Vi behöver alltså veta första och andra derivatorna av ekv (2) för att bestämma variablerna A, B och t.
Dom är:

Första derivatan.
(4) r´=-B*e^(-k*t)*k+A*e^(k*t)*k

Andra derivatan
(5) r´´=B*e(-k*t)*k^2+A*e^(k*t)*k^2

Vi vet nu att ekvation (3) är lika med ekvation (5). Man kan även visa att konstanterna A och B i detta fall är r/2.
Där r varierar från 0 till r1.
Löses denna ekvation så kan accelerations tiden bestämmas.
Och den blir:

(6) t=Log[(r1+Sqrt[-r^2+r1^2])/r]/k

Insätts ekv(6) i ekv(4) och A=B=r/2 så varierar hastigheten enligt:

(7) r´=-k*r^2/(2*(r1-Sqrt[-r^2+r1^2]))+1/2*k*(r1+Sqrt[-r^2+r1^2])

Där;
r = radien där luften startar sin acceleration

Om vi nu låter r gå mot 0 så blir ekv(7):

(8) r´=k*r1

Här ser vi alltså att hastigheten på luften inte kan överskrida maximal pereferihastighet hos fläkthjulet (k*r1) enligt min ovan nämnda modell.

Gäller dessa antaganden så inses att oavsett hur jag formar vingarna så kan jag inte överskrida k*r1, detta gäller då alltså även för framåt böjda vingar.

BEVIS AV ANTAGANDE (a) ENLIGT ENERGI METODEN (20050114)

Vi vet att centripetalkraften varierar enligt:

(1) F=m*ώ^2*r

Integrerar vi ekv(1) med avseende på r så får vi centrifugalenergin:

(2) W=m*ώ^2*r^2/2

Den kinetiska energin är :

(3) W=m*v^2/2

Sätts ekv(3) = ekv(2) och v löses ut så får vi:

(4) v= ώ*r

Här ser vi att den radiella hastigheten inte kan överskrida max periferihastighet hos fläkthjulet enligt energi modellen.
Inom fläktteorin så hävdar man att man kan få en större genomströmnings hastighet Hos fläkthjulet vid framåt böjda vingar än ekv(4). Men jag visar här att det inte är möjligt enligt energi lagarna. Därför kommer fenomen som stöt att bli mycket stor vid framåtböjda vingar. Och jag visar därmed att flödet har en max punkt där det inte kan nå längre.
I fläktteori så antas flödet kunna variera oändligt vid raka och framåtböjda vingar.
Gör man så att man vinklar bladen tilläckligt mycket bakåt så når man börvärdet och maximalt teoretiskt flöde nås.
Och max verkningsgrad ligger då på mitten av kurvan.

Bengt-Olof Drugge