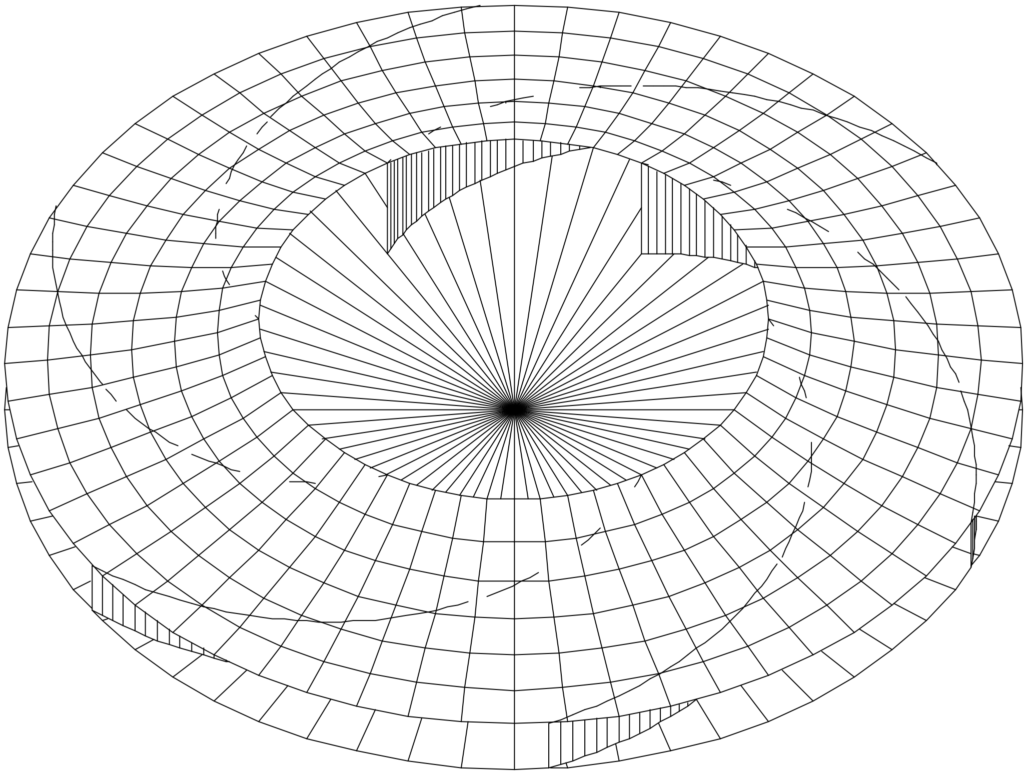
SPIRALFLÄKTEN

AV

Bengt-Olof Drugge



INLEDNING

Centrifugalfläkten är en typ av fläkt där en fluid transporteras ut från fläkten radiellt. Denna fläkttyp ger höga tryck och har sin bästa verkningsgrad kring mitten av fläktkurvan. Problemet med att dimensionera centrifugalfläktar är att det i praktiken förekommer fenomen som kallas chock (turbulens) och slip.

Detta gör det svårt att teoretiskt förutsäga var optimal verkningsgrad erhålles med avseende på tryck och flöde, eftersom det verkliga flödet ofta understiger det teoretiska enligt Euler-Head teorin.

Jag avser med denna rapport presentera en modell för att konstruera en centrifugalfläkt, som jag kallar Spiralfläkt. I denna fläkt är chock och slip minimerade och gör att det går att förutsäga bästa verkningsgrad med avseende på tryck och flöde. Spiralfläkten har även friblåsande, en hög verkningsgrad.

Jag grundar modellen på Euler-Headteorin och vissa antagenden gällande fläktgeometri och vingens geometri.

TEORI

Inom fläktteori införes begreppet HEAD, vilket beskriver det endimensionella fallet av hur en fluid beter sig i centrifugalfläkten m.h.a vektorer.

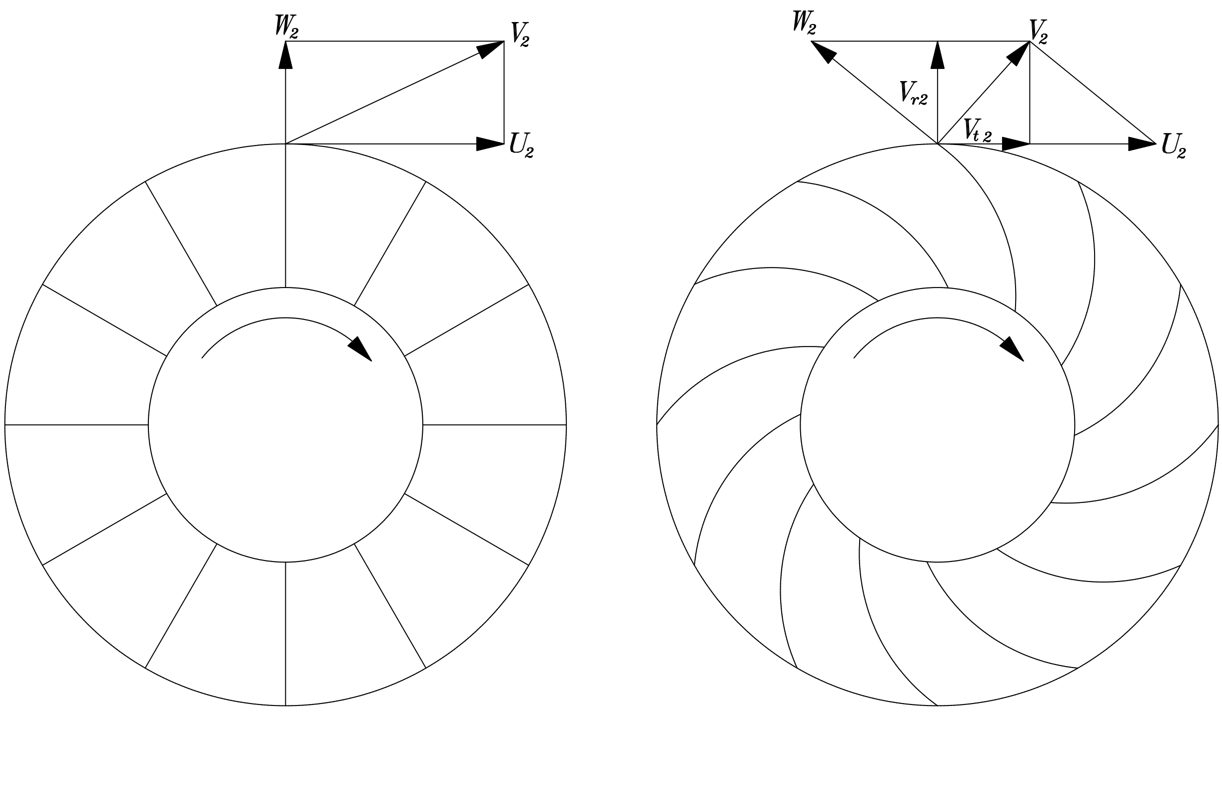
Headen definieras som:

(1) $He = \frac{w}{g} \cdot (r_2 \cdot Vt_2 - r_1 \cdot Vt_1) = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \cdot g} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2 \cdot g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2 \cdot g}$

Där:

w = Vinkelhastighet på fläkthjul
r_2 = Yterradie på fläkthjul
r_1 = Innerradie på fläkthjul
g = Allm gravitationskonstanten

$(V_2^2 - V_1^2)/2 \cdot g$=ändring i hastighets Head med avseende på kinetisk energiändring
$(U_2^2 - U_1^2)/2 \cdot g$=ändring i tryck Head med avseende på centrifugal krafter
$(W_2^2 - W_1^2)/2 \cdot g$=ändring i tryck Head relativt fläktbladen



I spiralfläkten antas genomloppsarean vara konstant, dvs inloppet i fläkten har en area som är lika med utloppet. Detta leder till minemal hastighetsvariation genom fläkten enligt kontunitetsvillkoret.

(2) $v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2$ (inkompressibel strömning antagen)
där A=konst, ger v=konst

Om vi sedan tänker oss en roterande skiva med given ytterradie och konstant vinkelhastighet. Antag att man vill transportera en fluidpartikel med given radiell hastighet ut från skivan. Tag då en penna och dra ett streck från centrum till ytterradie med given radiell hastighet.
Du har nu uppritat en spiralform på skivan. På detta sätt skall fläktvingen formas och det inses att det inte går att överskrida denna radiella hastighet med givna villkor om vinkelhastighet.

Fläktkurvan kan skrivas som:

(3) $He = U_2/g \cdot (U_2 - Q/A_2 \cdot \cot B_1) - U_1/g \cdot (U_1 - Q/A_1 \cdot \cot B_2)$

Omformas denna ekvation till antagna geometriska villkor beskrives vingformen som, när vi valt radiell hastighet vr.

(4) $B = \arctan(vr/w \cdot r)$

Vidare kan ekv (3) skrivas om till:

(5) $He = U_2/g \cdot (U_2 - v \cdot w \cdot r_2/vr) - U_1/g \cdot (U_1 - v \cdot w \cdot r_1/vr)$

Där v=Q/A

Om vingen formas efter ovanstående metod, innebär det att vi kan forma vingen efter den genomströmningshastighet vi vill. Men det inses att väljes t.ex en oändlig genomströmningshastighet så kommer den inte att uppnås (vingen skulle i detta fall bli helt rak).
Samtidigt vet vi att det är en begränsad pereferihastighet hos fläkthjulet och vid givna förhållanden antas den radiella hastigheten inte kunna överskrida max tangentalhastighet hos fläkthjulet.

Med hänvisning till given argumentation gör jag ett par antaganden.

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

Vidare gäller med hänsyn till (a) att:

(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 har genomfört praktiska försök och har konstaterat att ovanstående antaganden tycks gälla. Detta innebär att ingående bladvinkel i fläkten inte bör överstiga 45º.

Vi har nu behandlat den högra delen av fläktkurvan och vi skall titta närmare på den vänstra delen. Den maximala teoretiska Headen vid bakåt böjda vingar är enligt ekv(6).

(6) $Hmax=(U_2^2-U_1^2)/g$

Erfarenhetsmässigt så uppnås aldrig Hmax, på grund av slip och chock. I denna fläkttyp är chocken minimerad vid den högra delen av fläktkurvan och är endast koncentrerad kring den vänstra delen. Detta gör att kurvan får en uppåtvälvd form. Slipen kan beskrivas någorlunda enligt den empiriska formeln.

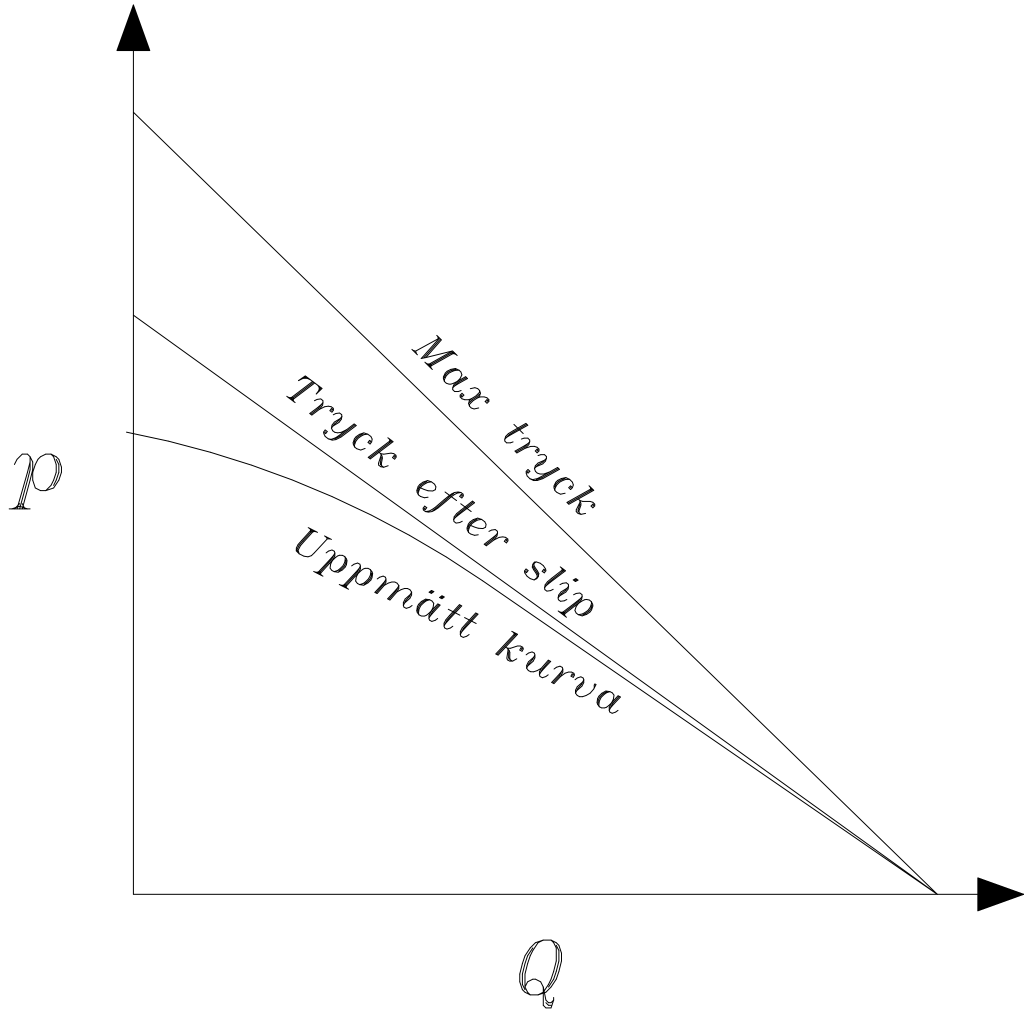
(7) $dH=U_2^2/g\cdot(K\cdot pi\cdot \sin B_2/nb)$

Där:
K=En korrektionsfaktor (approximativt 1)
B_2=Utgående bladvinkel
nb=Antal vingar

Trycket som fläkten ger kan beskrivas enl:

(8) $p=H\cdot g\cdot dens$

Där:
p=Tryck
g=Allm gravitationskonstanten
dens=Densitet på fluid
Nu kan vi rita upp fläktkurvan efter att vi dragit ifrån ekv(7) från ekv(6), samtidigt vet vi var vi har maximalt flöde (vr·A).



Enligt denna metod vet vi att den bästa verkningsgraden ligger kring mitten av fläktkurvan. Trycket avviker marginellt från det teoretiska. Detta gör att vi genom att utforma fläktarna på detta vis kan förutsäga tryck och flöde för att uppnå maximal verkningsgrad.

Verkningsgraden är hög över större delen av kurvan och är även mycket hög vid friblåsande fläkt.