



Air Vision,

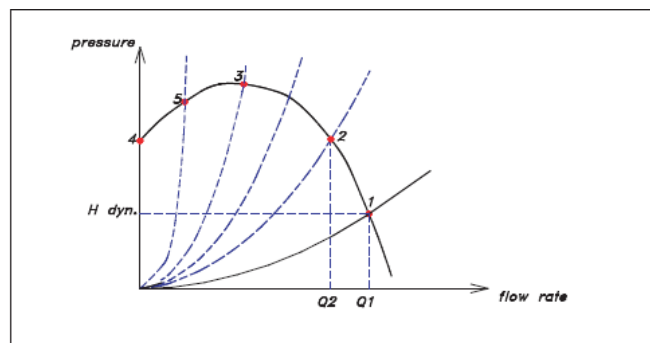
Wat is het pompverschijnsel van een ventilator ?

Verrassend effect !

Als kind hebben we allemaal wel het pompverschijnsel meegemaakt bij het opblazen van een nieuwe ballon: de druk van de longen die lucht in de ballon stuwen, haalt het soms niet van de weerstand van de ballon, waardoor deze terug leegloopt in de mond. Bij een ventilator die in een gesloten opslagtank blaast, bekomen we een gelijkaardig effect. Het debiet zal progressief verminderen met de toenemende druk in de opslagtank. Op het moment dat de geleverde druk van de ventilator zijn hoogste punt bereikt, zal de luchtstroom omkeren en in omgekeerde richting door de ventilator stromen, totdat de ventilator de druk in de opslagtank opnieuw kan overwinnen.

Verklaring van het fenomeen.

De verklaring van dit fenomeen is als volgt: aan het begin van de bijgevoegde grafiek (punt 1 aan de rechterkant van de curve) produceert de ventilator een debiet Q_1 . Dit punt is tegelijkertijd het snijpunt van de ventilatorcurve met de curve van het equivalent weerstandscircuit. De ontwikkelde druk is gelijk aan de dynamische druk aan de uitlaat van de ventilator, aangezien er geen ander drukverlies is. Van zodra de druk in de opslagtank toeneemt, zal de curve beginnen afbuigen en het debiet afnemen. De curve loopt door het punt 2 voor het aan punt 3 reikt, waarbij de druk maximaal is in de opslagtank. Op dat moment is de ventilator niet meer in staat een hogere druk te ontwikkelen dan diegene die in de opslagtank heerst: de druk in de opslagtank wordt de motor van het systeem, en veroorzaakt een luchtstroom vanuit de tank door de ventilator. Het werkingpunt verspringt dan ook plots naar punt 4, met een debiet aan 0. De ventilator kan opnieuw een positief debiet ontwikkelen van zodra de druk in de tank overeenkomt met de druk in punt 4, en het werkingpunt zich opnieuw verplaatst naar punt 3, maar dan via punt 5. Dit verschijnsel zal zich tot in het oneindige herhalen. Het pulserende debiet wordt ook wel het pompverschijnsel in de vaktaal genoemd. Afgezien van het ondoeltreffende gedrag, kan dit fenomeen een verontrustend pulserend lawaai veroorzaken en de goede werking van drukmeters en stroommeters verstoren. Dit verschijnsel kan ook schadelijk trillingen veroorzaken voor de leidingen, de ventilator of voor de draagstructuur van de ventilator. Men moet er dus alles aan doen om dit te vermijden.



Een gesloten opslagtank is uiteraard geen courante toepassing. In de praktijk is een luchtcircuit steeds min of meer open, en heeft de curve een parabool vorm. Als deze door punt 5 loopt met een maximum druk in punt 3, dan zal deze een pompverschijnsel veroorzaken tussen deze 2 punten. De amplitude is in verhouding met het drukverschil tussen de punten 3 en 5, en de frequentie is in verhouding tot het luchtvolume in het circuit (hoe groter het volume, hoe meer tijd de lucht nodig heeft om van het circuit door de ventilator te lopen, en omgekeerd, om de ventilator de lucht terug in circuit te laten blazen tot het punt van maximale druk).

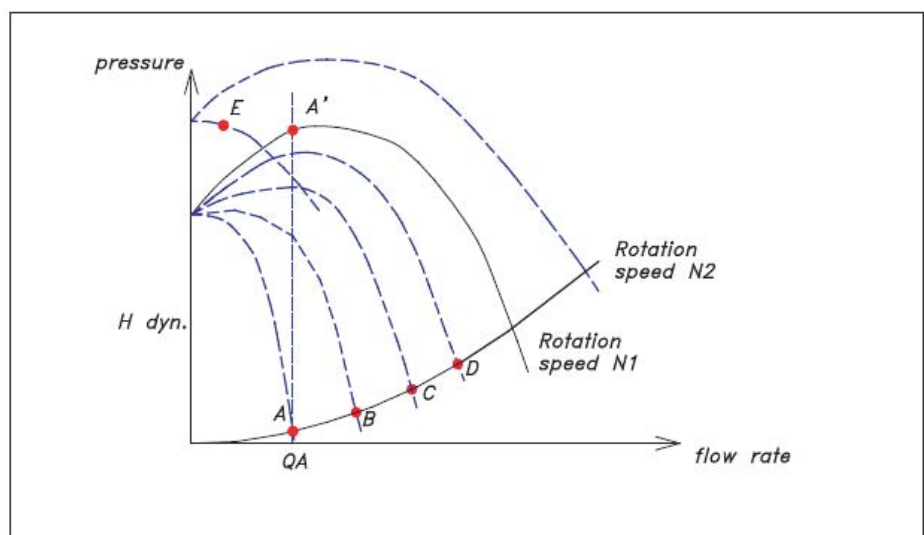


Men kan bijgevolg aantonen dat de ventilatorcurve instabiel is tussen de punten 4 en 3, en stabiel rechts van punt 3. Laten we punt 2 nog eens bekijken: dit werkpunt is stabiel, omdat we voor het verpompen van een debiet Q_2 een druk nodig hebben die exact overeenkomt met de druk die de ventilator kan ontwikkelen. Willen we een hoger debiet verpompen, dan vraagt het circuit een hogere druk dan dewelke de ventilator kan ontwikkelen: het debiet kan dus niet toenemen. Omgekeerd is het zo dat als we het debiet verminderen de ventilator een hogere druk kan ontwikkelen dan de druk vereist voor dat debiet. De ventilator keert dus steeds terug naar hetzelfde werkpunt Q_2 , wat erop duidt dat dit punt stabiel is. Daartegenover staat dat punt 5 instabiel is. Een verhoging van het debiet wordt gecombineerd met een verhoging van de geleverde druk door de ventilator, en iedere verlaging van het debiet wordt gecombineerd met een verlaging van de geleverde druk, in overeenstemming met het equivalente weerstandscircuit. Hierdoor verplaatst het werkpunt zich steeds.

Wat zijn de oplossingen ?

Hoe kunnen we dit pompverschijnsel vermijden? Een goede ventilator, zijnde een ventilator met een goed rendement, vertoont meestal een ventilatorcurve die aan het begin stijgt en vervolgens daalt. De selectie van de ventilator moet zodanig gebeuren dat het gevraagde werkpunt in het stabiele gedeelte van de ventilator curve ligt. Voor bepaalde toepassingen is het echter noodzakelijk met verschillende werkpunten rekening te houden waarvan sommige in het instabiele gebied liggen.

De regelklep (of "inlet vane control") is als machineonderdeel zeer geschikt voor deze toepassingen. Deze regelklep wordt op de inlaat van de ventilator gemonteerd, en heeft de eigenschap de curve van de ventilator te "degraderen" door het bovenste deel van de curve af te vlakken. De werking is gelijkaardig aan een gewone klep met behoud van de werkpunten in de stabiele zone. Zo laat deze "inlet vane control" steeds een stabiel werkpunt toe (punten A, B, C of D op de equivalente weerstandslijn hieronder), wat ook het gevraagde debiet is. Dit terwijl een gewone klep de ventilator verplicht werkpunt A' op te zoeken met een debiet Q_A , door het drukverlies AA' over de klep, wat opnieuw tot pompen van de ventilator zal leiden.



Als één van de mogelijke werkpunten samenvalt met punt E op de curve, dan volstaat het een ventilator te kiezen waarvan men de snelheid kan verhogen (de curve verschuift van N_1 naar N_2) om vervolgens de regelklep te sluiten om de curve N_2 af te vlakken. Het punt bevindt zich aldus op een dalende en stabiele curve.

Een andere, minder elegante en minder rendabele oplossing is ook mogelijk: bij een werking aan een gedeeltelijk debiet, kan men naast het sluiten van de regelklep ook de overschot aan luchtdebiet terugsturen naar de inlaat van de ventilator, of simpelweg uitblazen in de omgevingslucht om aldus een constant debiet en een stabiel werkpunt te kunnen garanderen.