

Vraag 1:

Tentamen Fysische Transportverschijnselen 1

Donderdag 2 juli 2009

Examenhal / 14:00–17:00 uur + HT 00:30

Schrijf op het eerste blad met je antwoorden:

- Naam
- Adres, postcode, woonplaats
- Geboortedatum
- Studierichting
- Collegekaartnummer

En op alle volgende bladen:

- Naam

Veel succes!

Prof.dr.ir. L.P.B.M. Janssen

Vraag 1:

In een staalbandwalserij moet een ingenieur een nieuwe installatie ontwerpen om stalen platen voor de autoindustrie te coaten met een roestwerend middel. Hiervoor moet hij weten welke kracht nodig is om een lange dunne stalen plaat in horizontale richting door een zeer diepe, zeer brede bak met coatingvloeistof te trekken. Hij besluit hiervoor proeven op kleine schaal te laten uitvoeren. Hierbij wordt de kracht F (in N) gemeten, die nodig is om platen met verschillende breedtes door water te trekken. De lengte van het deel van de platen, dat door het water gaat is bij deze proeven steeds 1 meter.

1. Stel door middel van dimensieanalyse een dimensieloze uitdrukking op voor de kracht die nodig is om platen door vloeistof te trekken.

Als resultaat van de proeven wordt de volgende vergelijking gevonden:

$$\frac{F}{B} = 2,83 \cdot v^{9/5}$$

waarin B de breedte van de plaat (in m) en v de snelheid (in m/s) is.

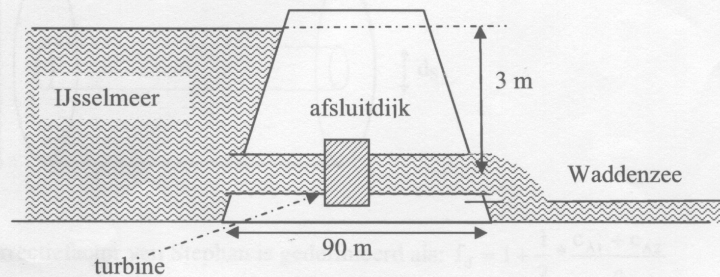
2. Gevraagd wordt de kracht te berekenen die nodig is om een plaat met een breedte van 2,90 m met een snelheid van 2 m/s door een coatingvloeistof met een viscositeit (η) van 10^{-2} Pa.s en met een dichtheid (ρ) van 10^3 kg/m³ te trekken. De lengte van de plaat, die door deze vloeistof gaat is 20 m.

Verdere gegevens: De viscositeit van water bedraagt 10^{-3} Pa.s en de dichtheid van water is 10^3 kg/m³.

Vraag 2:

Verleden jaar stelde een commissie voor om het waterpeil in het IJsselmeer te verhogen om zo een grotere opslag van zoet water mogelijk te maken. Onmiddellijk speculeerden enkele kranten over het idee om dit verhoogde waterniveau te gebruiken om waterkracht energie op te wekken. Dit zou bijvoorbeeld verwezenlijkt kunnen worden door het aanleggen van 100 buizen met een diameter van 2 m en een lengte van 90 m onder door de afsluitdijk met een turbine in iedere buis. Het centrum van deze buizen zou 3 m onder het (nieuwe) niveau van het IJsselmeer komen te liggen. Na het passeren van de buizen stroomt het water vrij uit in de Waddenzee, de totale doorzet bedraagt $200 \text{ m}^3/\text{s}$. De frictiefactor in de buizen wordt gegeven door $f = 0,0025$.

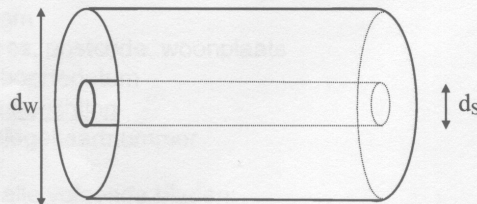
1. Wat is het maximale vermogen dat deze waterkrachtcentrale met 100 buizen kan leveren? Voor een eerste benadering mag u de wrijvingsverliezen in de buizen en de intree-effecten (veroorzaakt door de versnelling van het water bij het binnenstromen in de buizen) verwaarlozen.
2. Laat zien of de aannamen van verwaarloosbare wrijvingsverliezen en verwaarloosbare intree-effecten gerechtvaardigd is.



Vraag 3:

Men wil op de binnenzijde van een buis een hardingslaagje aanbrengen. Daartoe wordt in de buis concentrisch een staaf aangebracht, van waaruit door verhitting het hardingsmateriaal A verdampt (zie figuur). Stof A diffundeert door een inert gas van de staaf naar de buis. De concentratie aan het oppervlak van de staaf bedraagt $c_{A,S} = 5 \text{ mol/m}^3$. Op de buiswand slaat stof A onmiddellijk neer, zodat daar de concentratie in de gasfase wordt: $c_{A,W} = 0$. De binnendiameter van de buis is $d_w = 10 \text{ cm}$, de diameter van de staaf is $d_s = 2 \text{ cm}$. De diffusiecoëfficiënt van A in het inerte gas bedraagt $D_A = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

- Als gegeven is, dat de concentratie van het inerte gas veel hoger is, dan de concentratie van stof A, bereken dan het concentratieprofiel van stof A als functie van de radius r .
- Bereken de molenstroom, die per meter lengte op de buis neerslaat.
- Om het proces te versnellen wordt de druk in de buis aanzienlijk terug gebracht, waardoor de gemiddelde concentratie van het inerte gas gelijk wordt aan 5 mol/m^3 . Hoe groot wordt nu de molenstroom per meter?



N.B. de correctiefactor van Stephan is gedefinieerd als: $f_d = 1 + \frac{1}{2} * \frac{c_{A1} + c_{A2}}{c}$