

Samenvatting

Modellering van mengselstromingen met hoge dichtheden in horizontale pijpleidingen

A.C. Korving

In deze afstudeerscriptie worden de verschijnselen in fijne zand-water mengselstromingen in een horizontale pijpleiding onderzocht. Hierbij ligt het interessegebied bij de hoge mengseldichtheden. Het stromingsgedrag zal door middel van een mathematisch model getracht te worden beschreven. Deze beschrijving zal middels eigen modellen, maar ook door aanpassing van reeds bestaande modellen, tot stand komen. Vervolgens worden de uitkomsten vergeleken met experimentele data. Naar aanleiding van de vergelijking zullen een aantal uitspraken gedaan kunnen worden wat betreft het fysische gedrag van een slurry-stroming met hoge zandconcentraties.

De meest gebruikte modellen zijn met behulp van empirie opgesteld. Er worden dimensieloze kentallen uit de voornaamste stromingseigenschappen afgeleid. De onderlinge relaties tussen de kentallen worden door middel van experimenten gekalibreerd. Wilson introduceerde een model dat op een krachterevenwicht tussen twee lagen in de stroming was gebaseerd. Verder is veel onderzoek is er verder gedaan op het gebied van de tweefase stroming en met name scheidingsvlak verschijnselen.

Getracht is een model te ontwikkelen waarbij stromingen met verschillende korreldimensies en mengseldichtheden de leidingweerstand kunnen verklaren. Een computermodel is gemaakt van een twee-lagen stroming waarbij de hoogte van het bed indirect wordt bepaald door turbulente diffusie. Wanneer er sprake is van een volledig verzadigde mengselstroming waarbij korrels opgesloten worden door een laminaire sublaag is een model ontwikkeld die de stroming als capsuletransport beschouwd. Ook is van dit principe uitgegaan bij het bepalen van de leidingweerstand als gevolg van de visceuze wrijving aan de wand. Dit model wordt analytisch opgesteld door de Navier-Stokes vergelijkingen voor een grenslaag op te lossen. Voor een volledig mechanisch transport, waarbij het korrelpakket zich als een blok over de buiswand sleept, wordt het twee-lagen model aangepast door de interne afschuielhoek van zand en neutrale gronddruk hierin te verdisconteren. Ten slotte wordt in dit onderzoek gebruik gemaakt van het equivalente vloeistof model. Er wordt vanuit uitgegaan dat met behulp van dit model de leidingweerstand voor fijn materiaal te beschrijven is.

Ten behoeve van de verificatie van de opgestelde modellen en de interesse naar de fenomenen die zich bij extreem hoge mengseldichtheden zullen voordoen, is bij het Mineraal Technologisch Instituut een leidingcircuit ontwikkeld waarbij het mogelijk moet zijn een mengseldichtheid van 1800 kg/m^3 te halen. Bij de experimenten is zand gebruikt met een

mediane korreldiameter van 100 micrometer. De buisdiameter van leidingcircuit was 158 mm. Tijdens de experimenten met een mengseldichtheid van 1800 kg/m^3 zijn verrassende verschijnselen geconstateerd, ten aanzien van de toename van de leidingweerstand ten opzichte van lagere mengseldichtheden. Het bereik van de experimenten bij de hoogste concentratie is echter beperkt gebleven door een gebrek aan pompcapaciteit.

De experimenten van het MTI worden vergeleken met de data uit het laboratorium van Baggertechnologie van de Technische Universiteit in Delft. Bij deze vergelijking dient vermeld te worden dat in Delft een ander zand en leidingdiameter gebruikt is. Uit de vergelijking zijn enkele grote verschillen geconstateerd. Deze fenomenen zullen worden geanalyseerd en verklaard aan de hand van eigen of aangepaste bestaande modellen.