

Die probleem met gebruikte voertuigbande: Plasmavergassing as oplossing

AA Jansen,¹ IJ van der Walt,² PL Crouse¹

¹Departement Chemiese Ingenieurswese, Universiteit van Pretoria, Suid-Afrika

²Die Suid-Afrikaanse Kernenergiekorporasie (Necsa), Suid-Afrika

Korresponderende outeur: Arnold Jansen **E-pos:** u04497873@tuks.co.za

The problem with used vehicle tyres – Plasma gasification as solution: Plasma-assisted gasification with CO₂ is proposed as an alternative solution to the problem of end-of-life vehicle tyres. Thermodynamic modelling, kinetic parameter determination, and single-particle heat-transfer modelling have been completed. CFD process simulation has been initiated. The models will be calibrated against experimental work to be done in a tube furnace for single-rubber crumbs and a kg/h-scale 30 kW plasma reactor, with the results used to estimate process parameters for the design of a transportable plasma-gasification plant.

Omdat voertuigbande ontwerp word om duursaam te wees, skep dit aan die einde van hul ekonomiese lewe 'n groot afvalprobleem. Bande is nie bio-afbreekbaar nie en berging veroorsaak gesondheids-, besoedelings- en brandgevaar. Wêreldwyd word jaarliks ongeveer 1.6 miljard nuwe bande vervaardig, en 1 miljard uit diens gestel, waarvan naasteby 100 miljoen deur die herwinningsindustrie geprosesseer word. Bandkarkasse wat ongeskik is vir versoling, word hoofsaaklik herwin vir granulering, of energieverhaling, veral in stoomketels, sement- en papiervervaardiging. Dit word ook gebruik in siviele konstruksiewerk as vulmateriaal en die granules vir oppervlakbedekking op paaie, speelgronde en sportgronde. 'n Reeks olies, gasse en vaste stowwe kan herwin word deur pirolise- en vergassingsprosesse.

Piroliseprosesse lewer 'n reeks olies, ligte koolwaterstowwe en koolwaterstofgasse, met koolstof en koolstofswart as neweprodukte. Die prosessering word gewoonlik uitgevoer teen 400 tot 600 °C en die temperatuur bepaal die produksamestelling. Vergassing kan outotermies of allotermies teen ongeveer 900 °C en hoër uitgevoer word in die teenwoordigheid van beperkte suurstoftoevoer in die vorm van lug, O₂, stoom, CO₂ of kombinasies hiervan. Konvensionele vergassingsprosesse verloop gewoonlik outotermies deur 'n gedeelte van die voermateriaal te verbrand. Stoom kan toegevoeg word om die samestelling van die sintesegas te manipuleer. Vir allotermiese vergassing word die energie deur 'n eksterne bron verskaf, waarvan plasmas 'n voorbeeld is.

In hierdie projek word aandag geskenk aan plasmagesteunde vergassing met CO₂ as oksideermiddel in die tru-Boudouard-reaksie vir die produksie van sintesegas wat vir kragopwekking aangewend kan word. Hiervoor word beplan om die vergassing met behulp van 'n 30 kW(e) plasmaopstelling by die Suid-Afrikaanse Kernenergiekorporasie (Necsa) te doen. Die plasmabranders is 'n nie-oordragboog-tipe wat met N₂ as plasmagas bedryf word. Die energie-inset kan maklik gereguleer word deur 'n kombinasie van gasvloei en elektriese stroomtoevoer waardeur die entalpie van die gas beheer kan word. Die oksideermiddel, in hierdie geval CO₂, word in die stertvlam van die plasma ingevoer.

As onderbou vir die plasmavergassingsproses is termodinamiese modellering van die vergassingsproses met CO₂ asook termogravimetriese pirolise- en vergassingsanalises onder N₂- en CO₂-vloei uitgevoer. Gebaseer hierop is 'n ingenieursgerigte reaksiekinetiese model ontwikkel, wat die volgende insluit:

- 'n Eersteorde-hitteoordragmodel vir rubberpartikels.
- 'n Voorlopige prosesvloei-diagram.
- Inisiëring van 'n berekeningsvloei-dinamika-analise van die hitteoordrag na 'n rubberpartikel.
- Die temperatuur- en vloeivelde in die plasmareaktor.

Die volgende uitstaande werk vir die verifiëring en aanpassing van die modelleringvoorspellings is in 'n gevorderde beplanningstadium:

- Die pirolise/vergassing van 10 tot 30 mm rubberblokke in 'n buisoond by verskillende temperature tussen 250 en 1000 °C onder CO₂-vloei om die kinetiese en hitteoordragmodelle prakties met die vertoefte van verskillende groottes partikels in die oond in verband te bring.
- Die beplande plasmagesteunde vergassing van rubber sal gedoen word by 900 tot 1100 °C onder kontinue toevoer van tot 1 kg/h.

Die resultate van hierdie navorsing kan gebruik word in die ontwerp van die plasmareaktor vir 'n vervoerbare vergassingsaanleg wat by bergingsterreine vir bande opgestel kan word.

Nota: 'n Seleksie van referaatopsommings: Studentesimposium in die Natuurwetenskappe, 28–29 Oktober 2021, Noordwes-Universiteit. Reëlingskomitee: Prof Rudi Pretorius (Departement Geografie, Universiteit van Suid-Afrika); Dr Hertzog Bisset (Suid-Afrikaanse Kernenergie-korporasie); Prof Cornie van Sittert (Navorsingsfokusarea: Chemiese Hulpbronverdeling, Noordwes-Universiteit).