

Towards more efficient biomass gasification - Thermodynamic analysis and integration with torrefaction

Dr.ir. M.J. Prins, Technische Universiteit Eindhoven

Onderdeel van het programma 'Biomass as a sustainable energy source: environmental load, cost-effectiveness and public acceptance'

Aanleiding

Biomassa is een belangrijke bron van energie. Op het moment wordt biomassa voornamelijk verbrand, maar biomassa kan beter vergast worden om zo de efficiëntie te verhogen. Het geproduceerde gas kan vervolgens gebruikt worden in moderne apparatuur zoals gasturbines en brandstofcellen.

Het doel van dit onderzoek is het bepalen van de invloed van de voedingssamenstelling (van steenkool tot biomassa) op de efficiëntie van vergassing; vervolgens wordt bestudeerd of het mogelijk is door thermische voorbehandeling van biomassa (torrefactie) de efficiëntie te verhogen.

Methode

De efficiëntie van het vergassen van biomassa wordt gedefinieerd als de toename van de exergie (potentiële arbeid die een hoeveelheid materie kan verrichten) van het gas gedeeld door de afname van de exergie van de vaste brandstof.

Torrefactie (verwijderen van onder andere CO₂ en H₂O door biomassa te verhitten) verandert de samenstelling van hout en beïnvloedt de efficiëntie.

Resultaten

- De efficiency van biomassavergassing dient bepaald te worden op basis van exergie.
- Bij het vergassingsproces van vaste koolstof in plaats van complete verbranding dalen de thermodynamische verliezen van 14-16% tot 5-7%.
- Naarmate de zuurstof/koolstof-verhouding (de O/C-ratio) van de brandstof stijgt (bijvoorbeeld van 0.3 naar 0.4), daalt de optimumtemperatuur voor vergassing (van 1227°C naar 927°C). Biomassa zoals hout heeft een veel hogere O/C-ratio (0.7-0.8) en zal bij gangbare vergassingstemperaturen overgeoxideerd worden. Daarom is het aantrekkelijk om de O/C-ratio te verlagen door vóór het vergassingsproces een extra bewerking uit te voeren.
- Als lucht-gevoede biomassavergassers gekoppeld worden aan het Fischer-Tropsch-proces, is de vergasser de grootste veroorzaker van intern energieverlies. Dit verlies kan teruggedrongen worden door de calorische waarde te verhogen.

Torrefactie

- Wilgenhout vergt een voorbehandeling van 3 uur op 230°C en verminderd tot 10 minuten op 300°C.
- Loofhout is reactiever dan naaldhout tussen de 225 en 300°C. Dit proces levert getorificeerd hout. Een verhitting van 15 minuten lang op 270 °C verhoogt de netto verbrandingswaarde van 17,7 MJ/kg tot 20,7 MJ/kg (voor wilgenhout).
- Tijdens het torrificeren van hout komen vluchtige gassen vrij die bijgemengd kunnen worden met het geproduceerde gas.

Consequenties en aanbevelingen

Het integreren van torrefactie bij biomassavergassing blijkt zinvol. Het strekt dan ook tot aanbeveling om verder onderzoek te doen naar:

- de temperatuursrange waarbinnen torrefactie plaatsvindt;
- het verband tussen chemische samenstelling, reactiviteit en brosheid van het product.

Aanbevelingen voor verder onderzoek aangaande het vergassen van getorrificeerd hout:

- het ontwikkelen van niet-slakkende vergassinginstallaties speciaal voor getorrificeerd hout;
- het ontwikkelen van een slakkende vergassingsinstallatie. Deze is flexibeler omdat het dan mogelijk is om kolen te covergassen met getorrificeerd hout.

Meer informatie

Mark Prins, m.j.prins@tue.nl, 040 247 2393

Meer informatie over de dissertatie (2005) en het totale onderzoeksprogramma via:

http://www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWOP_5W8CBN