

Proces: **Pyrolyse**

Functie: omzetten van een vaste naar een olieachtige en gasvormige brandstof om de productie en de gebruik van de brandstof te ontkoppelen

Algemeen principe: Het is een thermische omzetting zonder lucht of zuurstof bij temperaturen tussen 450 en 750°C

Werking: Pyrolyse zet vaste biomassa - waaronder reststromen - om naar een olie (pyrolyse olie) en gas. Bij dit proces wordt de conversie en het gebruik van biomassa losgekoppeld. Dit houdt in dat de geproduceerde pyrolyse olie niet op dezelfde locatie hoeft te worden ingezet waar deze geproduceerd wordt. Doordat de energie-inhoud bij pyrolyse per kubieke meter wordt verhoogd ten opzichte van de input, is de olie makkelijker en goedkoper te transporteren.

Input

Alle organische biomassa. Enkele soorten biomassa die reeds succesvol zijn omgezet naar pyrolyse olie zijn: hout, rijstschillen, bagasse, slib, tabak, palmolieresiduen, stro en olijfresiduen.

Eisen aan de input

- Biomassadeeltjes dienen kleiner te zijn dan 10 mm
- Biomassa mag maximaal 10% water bevatten. Biomassa met een hoger percentage water dient eerst gedroogd te worden.

Hulpstoffen en energie

- Adsorbents
- Water
- Warmte t.b.v. het drogen van biomassa als deze zeer nat is.

Output

Producten van een typische pyrolyse fabriek gebaseerd op (relatief droog) hout zijn:

- Pyrolyse-olie: 0.55 GJ per GJ input
- Warmte: 0.21 GJ per GJ input
- Elektriciteit: 0,004 MWh per GJ input

De warmte wordt binnen de installatie gebruikt om de biomassa te drogen. Als de biomassa-input zeer nat is (>60% vocht), is er additionele energie nodig voor droging. Als de biomassa minder nat is, is er warmte over die door derden benut kan worden. Daarnaast wordt een deel van de opgewekte elektriciteit gebruikt binnen de installatie. Het surplus is beschikbaar voor derden.

Emissies

De emissies van de installaties zijn vergelijkbaar met typische emissies zoals deze vrijkomen bij verbranding. Deze emissies zijn:

- Zwavelstofdioxide (SO_x)
- Stikstofdioxide (NO_x)
- Stof

- Overige emissies

Door middel van rookgasreiniging kan de uitstoot teruggebracht worden tot onder de Nederlandse normen (bijvoorbeeld de BEMS, NeR en/of de BVA).

Eigenschappen van de output

Het proces zet de (vaste) biomassa om in een olie met de volgende eigenschappen:

- *Samenstelling:* $C_2H_5O_2$
- *Dichtheid:* 1,150 – 1,250 kg/m³
- *Verbrandingswaarde (LHV):* 17 – 20 MJ/m³
- *Water:* 15-30%
- *Viscositeit:* 25 – 1,000 cP
- *As:* <0.1%

Rendement

Afhankelijk van de gebruikte input ligt het energetisch rendement van een typische pyrolyseinstallatie tussen de 80% en 85%.

Procesbeheersing

Het proces is grotendeels afhankelijk van de volgende parameters:

- Deeltjesgrootte van de biomassa (kleiner dan 10mm)
- Temperatuur (450-600 graden Celcius)

In het proces kan binnen bepaalde grenzen afgeweken worden van deze parameters om de optimale productie voor de betreffende biomassa te bereiken.

Kansen en belemmeringen

- Ontkoppeling van conversie en gebruik is een belangrijk voordeel van pyrolyse. Hierdoor kan de biomassa ook buiten de installatie gebruikt worden voor het opwekken van elektriciteit en warmte, op de tijd, plaats, en in die hoeveelheden die de gebruiker het beste uitkomt.
- Pyrolyse olie kan als vervanging dienen van vloeibare grondstoffen. Momenteel wordt onderzoek gedaan naar het direct opwerken van pyrolyse olie tot transportbrandstoffen.
- Pyrolyse olie is vrijgesteld van accijns, waardoor het een kostenvoordeel heeft ten opzichte van fossiele brandstoffen.
- Doordat pyrolyse normaal gesproken geproduceerd wordt uit reststoffen, voldoet pyrolyse olie aan de strengste duurzaamheidseisen zoals geformuleerd door de Commissie Cramer, De temperatuur die gebruikt wordt bij pyrolyse is relatief laag. Zware metalen en alkali's verdwijnen daardoor niet in de atmosfeer, maar worden opgenomen in de as.
- De olie kan dienen als grondstof van verschillende chemicaliën, waaronder organische zuren.

Wettelijke kwesties

- Een pyrolyse installatie dient te voldoen aan alle normale wettelijke eisen die ook gelden voor andere installaties of bouwwerken. Er dient een bouwvergunning, milieuvergunning en watervergunning aangevraagd te worden. In voorkomende gevallen is ook een milieu-effect rapportage (MER) verplicht.
- Of een installatie moet participeren aan het ETS CO₂ emissiehandelssysteem is afhankelijk van de schaalgrootte van de installatie. Indien de capaciteit boven de 20 MW_{th} uitkomt dient de installatie mee te doen met het ETS. Een typische installatie van 5 ton droge biomassa per uur die een thermische (verbrandings)capaciteit heeft van 12,5 MW_{th} hoeft dus niet deel te nemen.

Andere indicatoren

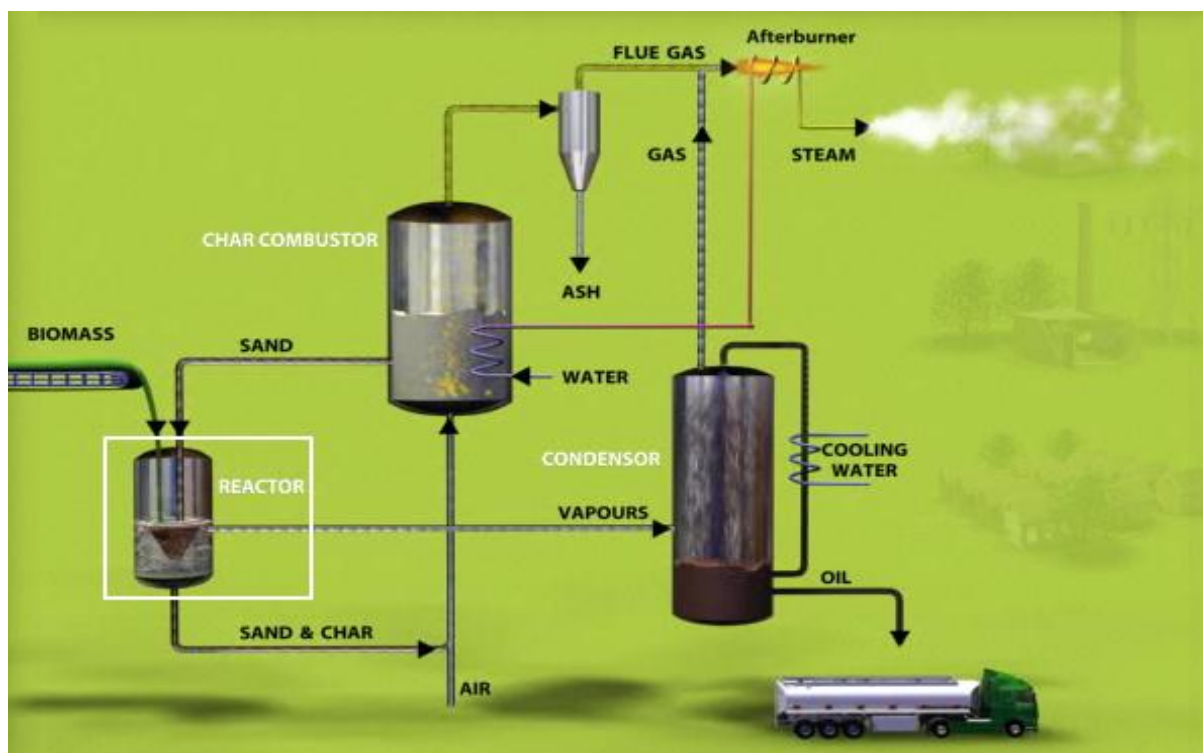
Een pyrolyse installatie kan voor enige geuroverlast zorgen in de nabije omgeving. Voorbeelden van zaken die geuroverlast kunnen veroorzaken zijn broei in de biomassa die ligt opgeslagen en emissies die vrijkomen bij het drogen van hout.

Ook op het gebied van geluid zou mogelijk overlast kunnen ontstaan, maar dit is afhankelijk van de bouw van de installatie. Eventuele geluidsoverlast kan voorkomen worden door met de best beschikbare technieken, zoals geluidsarme apparatuur e.d. te werken. Dit wordt over het algemeen door het bevoegd gezag vereist.

Toelichting

Deze factsheet richt zich op het flash pyrolyse systeem. Binnen flash pyrolyse bestaan weer verschillende technieken, zoals bijvoorbeeld pyrolyse in een gefluidiseerd bed, ablatieve pyrolyse, etc.. De beschrijving hieronder zal zich richten op flash pyrolyse met een rotating cone reactor (RCR).

Binnen dit flash pyrolyse proces wordt organisch materiaal snel verhit door heet zand tot 450 tot 600 graden Celcius onder uitsluiting van zuurstof. Hieruit ontstaan pyrolysedampen die na condensatie grotendeels vloeibaar zijn. Deze vloeistof heet dan pyrolyse olie. De niet-condenseerbare gassen worden verbrand en gebruikt voor stroomproductie. In de reactor ontstaat naast pyrolysedampen ook kool. Deze kool wordt samen met het afgekoelde zand in een koolverbrander gevoerd, waarbij het zand weer wordt opgewarmd tot de juiste temperatuur. De kool wordt dus hergebruikt om het warmte vragende pyrolyseproces in de reactor op gang te houden. Het overschot aan warmte in de verbrander wordt ook gebruikt voor het opwekken van stoom.



Figuur 1. Het flash pyrolyse proces.

Voor- en nabehandeling

Er dienen drie stappen uitgevoerd te worden voorafgaand aan het pyrolyse proces, dit zijn:

1. Het verkleinen van de biomassa tot de gewenste grootte
2. Het zeven van de biomassa op ongewenste materialen en te grote delen
3. Het drogen van de biomassa tot de gewenste vochtigheidsgraad

Na het proces is de pyrolyse olie vrijwel direct geschikt voor gebruik. Er kan nog een extra stap worden toegepast waarbij waterige fracties worden afgescheiden en er 'ingedikte' pyrolyseolie ontstaat.

In de fabriek worden verder nog de volgende processtappen doorlopen:

1. Elektriciteit en stoomproductie
2. Rookgasreiniging
3. Afvoer en eventuele behandeling van as en overige afvalstoffen

Uitvoeringen

Typische schaalgrootte

- Kan wisselen per installatie. De grootste installaties die nu in bedrijf zijn of worden ontwikkeld hebben een input van rond de 35.000 ton droog hout per jaar (5 ton per uur) en een capaciteit van 16-25 MW thermisch. Installaties met een lagere input dan 35.000 ton per jaar zijn economisch minder rendabel.

Efficiëntie

- Deze is afhankelijk van de gebruikte biomassa, maar ligt gemiddeld bij een typische installatie tussen de 80% en 85%. Deze efficiëntie kan zo hoog zijn, doordat veel van de warmte binnen het proces kan worden hergebruikt. Ook kan er door middel van stoom elektriciteit voor eigen gebruik en van derden opgewekt worden. De efficiëntie kan verder verhoogd worden als er in de buurt van de installatie vraag is naar laagwaardige warmte.

Financieel

- Investeringskosten variëren per toepassing. Grofweg kan aangegeven worden dat de 'kern' van het pyrolyse proces (dus zonder droging, kosten van land, civiele werken, e.d.) 200-300 Euro/MW_{th} is.

Operationele condities

- Temperatuur: 450 tot 600 graden Celsius
- Druk: atmosferisch

Mate van ontwikkeling

De techniek bevindt zich momenteel nog in de demo fase en ontwikkelt zich richting commerciële toepasbaarheid. Daarnaast zijn er ontwikkelingen gaande op het gebied van de inzet van de olie. Zo is verbranding van pyrolyse olie in ketels en grote elektriciteitscentrales al proven technology. Momenteel wordt onderzoek gedaan met betrekking tot het gebruik in dieselmotoren en gasturbines.

Er zijn wereldwijd drie partijen die de technologie op een demo-schaal hebben toegepast:

- Dynamotive: 2 installaties in Canada
- Ensyn: 6 installaties in de Verenigde Staten
- BTG-BTL: Empyro installatie in Hengelo (in ontwikkeling) en installatie in Maleisië

Daarnaast is het bedrijf Bio-olie Nederland bezig met het ontwikkeling van een installatie in Delfzijl.

Nadere info installaties:

<http://www.pyne.co.uk>

<http://www.btg-btl.com>

<http://www.ensyn.com>

<http://www.dynamotive.com>

Document kenmerken

auteur / meest recente update (per auteur):

Patrick Reumerman & Peter van Sleen – 28-01-2011

Hannes Pieper 06-12-2012

Referenties

- Bridgwater, A.V. (2002). Fast prolysis of Biomosas: A handbook Volume 2. *CPL Press*: Newbury, United Kingdom.
- Mahfud, F. H. (2007). Proefschrift: Exploratory Studies on Fast Pyrolysis Oil Upgrading. Universiteit Groningen.
- Nag. A. (2010). Biosystems analysis and optimization biomass pyrolysis and bio-oil refineries sustainability. *McGraw Hill*.