



Reaktorin designnäkökohtia entrained flow biomassan kaasutukselle

Johdanto

Keväällä ja kesällä 2010 on ETC Piteåon suunniteltu asentaa 1 MW 10 barin PEBG koetehdas (PEBG = Pressurized Entrained flow Biomass Gasification). Reaktoriosassa (Texaco reaktorityyppi) orgaaniset ainekset muuntuvat synteesikaasuksi, joka on sekoitus vetyä ja hiili-monoksidia. Periaatteessa, polttoaineen lähde reagoi rajallisen happi-määrän kanssa tulenkestäväksi vuoratussa reaktorissa lämpötilavälillä 1200 - 1500 C ja normaalia korkeammassa paineissa (10 – 50 bar). Näiden ääriolosuhteiden tarkoituksena on tuhota polttoaineessa olevat hiilivedyt (HC) ja muut orgaaniset polymeerit ja välttää ei-toivottujen orgaanisten sivutuotteiden, kuten tervojen ja kevyiden hiilivetyjen muodostumista. Lisäksi, noin korkeissa lämpötiloissa, perinteisistä polttoaineista jäljelle jäänyt tuhka sulaa muodostaen inerttiä lasinomaista kuonaa. Joihinkin polttoaineisiin, joiden tervalla on korkea sulamispiste, täytyy lisätä silikapohjaisia lisäaineita, jotta saadaan tuhka, joka sulaa mainituissa lämpötiloissa.

Tämän INFO lehtisen tavoitteena on esittää yleiskuva reaktorin designparametreista, joita pitää tarkastella entrained flow biomassan kaasutuksessa PEBG käsitteen mukaan. Lisätietoa ETC PEBG-tehtaasta löytyy aikaisemmasta HighBio projekti-INFO:sta numero 33.

Reaktorin prosessin tavoitteet

PEBG-prosessissa täytyy tarkastella seuraavia tavoitteita koskien reaktorin designia:

- Turvallinen ja stabiili käytössä oleva tehdas.
- Polttoaineelle tarpeeksi pitkä oleskeluaika reaktorissa, jotta polttoaineessa oleva orgaaninen materiaali muuntuu täysin.
- Reaktorin tilavuuden minimointi, jotta saadaan madallettua tuotanto- ja huoltokustannuksia.
- Reaktorin halkaisijan minimointi, jotta voidaan vähentää painevaipan paksuutta.
- Matala tulenkestävän vuorauksen ja polttimen kulumisen, jotta vältetään reaktorin tarpeetonta huoltoa.

Kaikkia näitä tavoitteita täytyy tarkastella reaktorin designissa, jotta prosessin toiminnasta saadaan tehokas ja taloudellisesti kannattava.

Reaktorin designparametrit

Jotta yllä olevat tavoitteet täyttyvät, täytyy tiettyjen reaktorin designparametrien olla oikein säädetty. Ensin täytyy tarkastella kupolin ja polttimen suuttimen muotoja reaktorin yläpäässä. Nämä vaikuttavat kiertävän kaasun sytytykseen ja liekin muotoon polttimen lähellä olevalla alueella ja näin ollen myös stabiilisuuteen, polttimen kestoon ja polttoaineen lämmitysnopeuteen. Reaktorin manttelin pituus (L) ja halkaisija (D) määrää koko reaktorin tilavuuden sekä tarvittavan reaktorin vaipan paksuuden kestääkseen paineen vastuksen. L/D suhdetta käytetään usein luonteenomaisena arvona reaktorin isomman skaalan muotoon, joka vaikuttaa suuresti sekä massa kaasun että polttoainepartikkelien oleskeluaikaan kuin myös saatuun toridiaaliseen uudelleenkiertovyöhykkeeseen. Näihin vasteisiin vaikuttavat myös kartiokulma ja reaktorin ulostulon halkaisija (d).

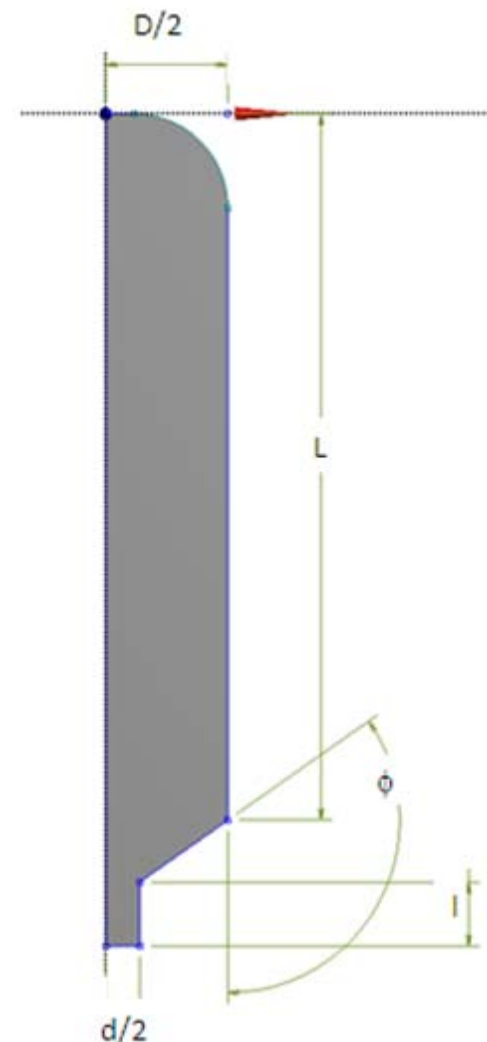
Käsiteltyjen yllä olevien reaktorin geometrinen designparametrien lisäksi (katso myös kuva 1 seuraavalla sivulla), on polttimen konfiguraatio myös tärkeä tarkasteltujen tavoitteiden suhteen. Polttoaineen sisään-tulo (polttoaineen syöttö joko pneumaattisesti tai mekaanisesti), hapettimen sisään-tulo (happi ja/tai höyry), pyörteisyys ja polttimen jäähdytys vaikuttavat suuresti tavoitteisiin.

Vaste muuttujat

Riippuen valitusta reaktorimallista, voidaan reaktorin suoritus karakterisoida monilla vaste muuttujilla (merkitty *italics*). Useimpia näistä on vaikea mitata tarkalleen, mutta niitä voidaan kuitenkin arvioida joko yksinkertaisilla taulukkolaskentaohjelma laskuilla tai vaativilla reaktorin CFD-simulaatioilla. Käyttäen jälkimmäistä tekniikkaa, voidaan *polttoainepartikkelien oleskeluajat ja hetkellinen koko* mitata. Lisäksi, *uudelleenkiertovyöhykkeen keskus ja voimakkuus* voidaan myöskin löytää CFD-simulaatioista kuten myös liekin muoto. Kaikkiin näihin vasteisiin vaikuttaa suuresti polttimesta tulevan *kierteisyyden määrä*. Yksinkertaiset lisäominaisuudet, kuten *keskimääräinen ulosmenovirtaus nopeus*, voidaan perustaa taulukkolaskentaohjelman avulla.

Loppukommentit

Keväällä ja kesällä 2010 on ETC Piteåon suunniteltu asentaa 1 MW 10 barin PEBG koetehdas. Yksi tärkeimmistä tehtaan osista on kaasutusreaktori. Jotta saadaan turvallinen, stabiili ja tehokas prosessi, täytyy reaktorin designparametrit valita huolella. Tarkastella voidaan monia designparametreja ja monia tulosvasteita voidaan arvioida ennen rakentamista ja mahdollisia modifikaatioita. Tämä INFO-lehtinen käsittää lyhyesti tärkeimmät osat.



Kuva 1: Geometriset reaktorin designparametrit.

ETC

Magnus Marklund
+46 911 23 23 85