

Pilliroo ja teravilja puhastusjääkide põletuskatse Soomes, Halikko vallas, Hei Vahala Oy kasvumajade katlamajas

Sissejuhatus

Pilliroo ja viljapuhastusjääkide põletuskatse korraldati EL Interreg IIIA projekti „Roostike strateegia Soomes ja Eestis” raames ja selles osalesid Eesti poolt TTÜ soojustehnika instituudi teadurid Ülo Kask, Livia Kask ja tehniline töötaja Triin Aavik. Soome poolt osalesid Eija Hagelberg ja Iiro Ikonen (Lounais-Suomi Ympäristökeskus), Sämi Lyytinen (Turu AMK) Mimmi Vuoristo ja Erkki Väisänen

Ettevalmistus katseks

Põletuskatse algas 9.00 ja lõppes 13.00 ning see toimus 13.04.2004. aastal. Katsepäevale eelneval õhtul toodi kütuse lattu ligikaudu 10 m³ (500-600 kg) purustatud pilliroogu (foto 1), mis osaliselt oli laotatud viljapuhastusjääkide peale ja segatud nendega. Öö jooksul olid lao liikuva põhjaga osas purustatud pilliroog muust kütusest välja separeerunud ja kogunenud lao sellesse ossa, kuhu liikuva põhja (hüdraulilised rooplatid, *hydraulic pushers*) abil tõugatakse kütus kruvitransportöörile ehk kruvisöötjale (*screw conveyer*) (foto 2).

Pilliroog oli peenestatud põllumajandusliku hekslimasinaga, mis peenestab edukalt märga rohtu, kuid kuiva ja sitket pilliroogu purustas halvasti. Purustatud kõrte pikkus oli kohati 30-40 cm, kuigi valdav osa 5-15 cm.



Foto 1. Pilliroog katlamaa laos



Foto 2. Muust kütusest separeerunud pilliroog



Foto 4. Segukütus varisemas kruvisöötjale



Foto 3. Viljapuhastusjäägid (põhikütus)

Katlamaja töö kirjeldus

Kui kütuselaos rooplatid liiguvad, variseb tolmukujuline viljapuhastusjääkide mass (foto 3) läbi rookõrte ja need jäävadki lõpuks kütusekuhja peale. Osa rookõrtest jõudis koos viljapuhastusjääkidega ka kruvisöötjasse (foto 4) ja sealt edasi katla koldesse. Kruvisöötja edastas segukütust hästi ja probleeme ei tekkinud ka üleminekusõlmes (fotod 5 ja 6). Kui roogu sattus kruvisöötjale palju korraka, siis tekkis kohev võlv ja roog ei vajunud kruvile isegi siis, kui talle rohkelt viljapuhastusjääke peale varises. Võlvi tuli mehaaniliselt mõjutada, näiteks suruda puitlatiga kütusekihti, et kruvisöötja seda haaraks ja edastaks (foto 7).



Foto 5. Kruvisöötjate üleminekusõlm



Foto 6. Segukütus üleminekusõlmes



Foto 7. Kütusevõlvi lõhkumine kruvisöötjas



Foto 8. Kruvisöötja, kolle ja katel

Kolde restile jõudnud segukütus põles suure leegiga (foto 9). Koldest ja multitsükloni alt kruvitransportööriga eemaldatud tuhk oli halli värvi ja peenefraktsiooniline, siiski esines ka kergelt paakunud suuremaid tuhaosakesi (terakesi, foto 10). Katse käigus tekkinud tuha suutsid tuhatransportöörid koldest eemaldada (viljapuhastusjääkide ja pilliroo tuhasus on ligikaudu sarnane 3-4%). Tuhk sobib laotamiseks põldudele, heinamaadele või lisana orgaaniliste jäätmete komposteerimiseks.

Katsekäigu kirjeldus

Katse alguses oli katla koormus madal ja kolde temperatuur 270 °C. Katse jooksul suurendati pilliroo osa kuni 50-60% (mahu järgi). Küllaltki koheva pilliroo edastamiseks tuli laos kütusekihti kruvisöötja kohal pidevalt kohendada/vajutada. Kolde temperatuur ja koormus kasvasid veidi, kuigi segukütusega jõudis vähem energiat koldesse (pilliroo mahukaal on ligi 4 korda viljapuhastusjääkide omast väiksem) kui ainult viljapuhastusjääke kasutades. Kolde temperatuuri väärtus jõudis kuni

350 °C ja lahkvate suitsugaaside temperatuur kuni 100-110 °C. Kolde temperatuuri ja katla koormuse tõstmiseks suurendati kruvisöötja pöörlemiskiirust 10% võrra ja vähendati pilliroo osakaalu umbes 20%ni. Aegamisi kolde temperatuur tõusis 650 °Cni, lahkvate suitsugaaside temperatuur 135 °Cni ja katla koormus 625 kWni (rohkem ei olnud vaja soojuskoormust tõsta). Katlast väljuva ja siseneva vee temperatuurid oli vastavalt 82 °C ja 68 °C.

Katse jooksul ei märgatud tuha sulamist koldes ega sulanud tuhka (šlakki) ei jõudnud ka tuhakasti. Üksikuid paakunud tuhaterakesi siiski täheldati. Esimesel ekspluatatsioon aastal tekitas tuhasulamine koldes tõsist muret, kuid nüüdseks on välja ehitatud suitsugaaside ringlussüsteem (katla tagant juhitaks osa suitsugaase koldesse resti alla). Nimetatud täiendus võimaldas alandada põlemistemperatuuri restil ja seega peaaegu vältida tuha sulamiseks sobivaid tingimusi. Katla kolde müüritisel on siiski näha kohati rohkeid sadestisi (foto 11), mis võisid tekkida perioodil, mil puudus veel suitsugaaside ringlus. Katlast väljuv suits oli kogu katse jooksul hele ja vähemärgatav. Multitsüklon jõuab tahked osakesed ligi 95% selt kinni püüda.

Katse käigus võeti kahel korral segukütuse proove söötjate üleminekusõlmest ja koldetuha proove õues asuvast tuhakastist. Proovid võeti ka laos olevatest viljapuhastusjääkidest ja purustatud roost.

Katse jooksul mõõdeti suitsugaaside parameetreid ja koostis gaasianalüsaatoriga Testo 350 M/XL.



Foto 9. Segukütus põleb suure leegiga



Foto 10. Tuhk



Foto 11. Tuhasadestised kolde müüritisel



Foto 12. Hele suits korstnast väljudes

Suitsugaaside mõõtmise tulemusi

Katse alguses, kui kolde temperatuur oli ~300 °C ja lahkuvate suitsugaaside temperatuur alla 110 °C, mõõdeti:

$O_2 = 19,3\%$, $CO_2 = 1,0\%$, $CO = 255$ ppm, $NO = 22$ ppm ja $NO_2 = 0,18$ ppm, $C_xH_y = 1\ 540$ ppm.

Katse lõpus, kui kolde temperatuur oli ~640 °C ja lahkuvate suitsugaaside temperatuur alla 132 °C, mõõdeti:

$O_2 = 17,3\%$, $CO_2 = 2,1\%$, $CO = 212$ ppm, $NO = 74$ ppm ja $NO_2 = 2,4$ ppm, $C_xH_y = 4\ 490$ ppm.

Katlamaja siseõhu temperatuur oli tõusnud 26 °Clt 31 °Cni.

Järeldused katsest

- Pikemad pillirookõrred separeerusid laos rooplattide liikumise tulemusena kütusehunniku pinnale.
- Katlamaja ruumis edastavad kruvisöötjad segukütust tõrgeteta, lao osas oli vaja kütusekihti kruvisöötja kohal mehaaniliselt mõjutada.
- Optimaalsel hulgal pilliroo lisamine ei halvenda katla käiduparameetreid.
- Pilliroog muudab kütuse kihi kolde restil kohevamaks, mis soodustab paremat õhu juurdepääsu kütuse kihile ja seega kiirendab kihi läbipõlemist.
- Liiga suur pilliroo osakaal koldesse antavas kütuses vähendab katla koormust ja soojuslikku võimsust.
- Peenestatud pilliroogu ja viljapuhastusjääke on võimalik edukalt koos põletada.
- Katla koormuse tõustes kasvas kõige märgatavamalt põlemata lämmastikoksiide osa suitsugaasides (kuni 13% NO_2 puhul). Süsinikmonooksiidi sisaldus (CO) isegi vähenes mõnevõrra ja süsivesinike osa kasvas ligi 3 korda. Vähetõenäoline, et olulisi muutusi põhjustas pilliroo lisamine kütusesse. Pigem viitab vingugaasi (CO) osa vähenemine põlemisõhu juurdepääsu paranemisele kütusekihti ja viimase paremale läbipõlemisele. Puudus ka tahmaheide korstnast (õrn nähtav, hele suits korstnast). Teatav kadu keemiliselt mittetäielikust põlemisest siiski esineb (kuni 0,5%), kuid seda võib lugeda nii kasutatava kütuse kui katlatüübi iseärasuseks.

Soovitused ettepanekud

Antud katlamajas viljapuhastusjääkide ja pilliroo edukaks koospõletamiseks;

- tuleb pilliroo kõrred purustada võimalikult peeneks, osakese pikim mõõt peaks olema lühem kui 20 mm, soovitatavalt 90% massist lühem kui 10 mm;
- peenestatud pilliroog ja viljapuhastusjäägid tuleb katlamaja laos või enne ladustamist võimalikult homogeenseks massiks segada (raske teostada, sest viljapuhastusjäägid tolmavad tohutult).
- pilliroo osakaal segukütuses peaks jääma alla 25% (mahu järgi st $1\ m^3$ purustatud pilliroogu ja $3\ m^3$ viljapuhastusjääke). Pilliroo mahukaal on väiksem (~60 kg/ m^3) viljapuhastusjääkide mahukaalust (~240 kg/ m^3) ja esimese liiga suur osakaal ei võimalda edastada vajalikus hulgas kütust (keemilist energiat) koldesse vaatamata nende kütuste enam-vähem sarnasele massiühiku kütteväärtusele ~4 kWh/kg). Näiteks $4\ m^3$ viljapuhastusjääkidega antakse koldesse 3,84 MWh energiat, aga seguga, milles on $1\ m^3$ peenestatud pilliroogu ja $3\ m^3$ viljapuhastusjääke 3,12 MWh energiat ehk 19% vähem. Kütuste suhe 1:3 võimaldab siiski kindlustada katla kolde soojuskoormuse 1,05 MW, kui katel on puhastatud ja välja reguleeritud optimaalne põlemisrežiim. Ainult viljapuhastusjääke põletades on saavutatud ka 1,3 MW koormus.

- Sagedamini tuleks reguleerida primaar- ja sekundaarõhu vahetõrget ja seadistada katelt kindlasti kütuse koostise muutuste korral (nt viljapuhastusjäätid ja peenestatud pilliroog). Loodetavasti aitab see vähendada süsivesinike heidet suitsugaasides ja tõstab katla kasutegurit.