



GÖTEBORGS UNIVERSITET

# **Alkali Release and Effects on Biomass Thermal Conversion Processes**

**Yaxin Ge**

Institutionen för kemi och molekylärbiologi  
Naturvetenskapliga fakulteten

Akademisk avhandling för filosofie doktorsexamen i Naturvetenskap, som med tillstånd från Naturvetenskapliga fakulteten kommer att offentligt försvaras tisdag den 18, oktober, 2022 kl. 9:00 i 10:an, Institutionen för kemi och molekylärbiologi, Kemigården 4, Göteborg.

ISBN: 978-91-8009-927-1 (PRINT)

ISBN: 978-91-8009-928-8 (PDF)



## GÖTEBORGS UNIVERSITET

### Svensk summering

En hög alkalihalt är en viktig egenskap hos biomassa, och den har en rad konsekvenser för termiska omvandlingsprocesser. Detta arbete fokuserar på alkaliutsläpp under flera termiska omvandlingsprocesser för biomassa, inklusive pyrolys, träkol-förgasning, omvandling av blandningar av olika typer av biomassa och termisk omvandling av biomassa blandad med färska och använda bäddmaterial. Alkaliemission studeras också i kombination med bränsleomvandling för att ta reda på underliggande samband. Dessutom undersöks partikelutsläpp vid ångförgasning av träkol.

Studierna utfördes i olika reaktorer från mikro- till pilotskala. En metodik för att samtidigt detektera alkalifrisättning och provmassa har utvecklats baserat på en kombination av en termogravimetrisk analysator och en ytjoniseringsdetektor (TGA-SID). Med hjälp av TGA-SID observerades en anmärkningsvärd alkaliemission när kolomvandlingen närmar sig fullbordan under CO<sub>2</sub>-förgasning av träkol, medan alkaliutsläpp från halmkol kontinuerligt minskade under hela processen. Alkalimigration från halm till trä observerades över 600 °C under sampyrolys med hjälp av online alkalimätningar. Positiva och negativa synergistiska effekter observerades under samförgasningen vid låg respektive hög omvandling av kol, vilket beror på alkali- och kiselmigration från halm till trä. Färska bäddmaterial påverkar trä- och halmkolförgasning i reaktivitet och alkalifrisättning, och olika bäddmaterial kan spela olika roller. Till exempel kan alkalihaltigt bäddmaterial förbättra kolförgasning i det inledande skedet, Si-innehållande bäddmaterial hämmar kolförgasning och alkalifrisättning vid hög omvandling av kol, Al-innehållande bäddmaterial kan hämma omvandling när kolet har ett högt kiselinnehåll, och Mg- och Ca-innehållande bäddmaterial kan göra att mer alkali överlever i aktiva former, och bidrar därmed till en hög alkalifrisättning. Använt kiselbäddmaterial har en ytbeläggning som innehåller Ca, Si, K och Mg, vilken påverkar kolförgasningen. Dessa ämnen kan migrera till kolytan och påverka termiska omvandlingsprocesser.

Dessutom har ett system baserat på spädare, aerosolpartikelmätare och SID framgångsrikt använts för partikel- och alkalimätningar i reaktorer i laboratorie- och pilotskala. Ångförgasning i laboratorieskala visar att träkol frigör anmärkningsvärda mängder alkali när kolomvandlingen närmar sig fullbordan under förgasningen. Användning av ånga som förgasningsmedel resulterar i en högre alkalifrisättning under större delen av förgasningssteget än vid användning av CO<sub>2</sub>. Aerosolpartiklar frigörs också under förgasningen och halten av partiklar varierar med mer än en faktor tio beroende på kolets sammansättning.

Denna studie bidrar till en bättre förståelse för alkalifrisättning, migration och reaktioner under termiska omvandling av biomassa och ger grundläggande data som kan användas för reaktordesign, optimering av samförgasning och val av bäddmaterial.

**Keywords:** Alkali, biomass, co-conversion, bed material, thermal conversion, online measurements.