



GÖTEBORGS UNIVERSITET

**Alkali Uptake and Release from Oxygen
Carriers in Chemical Looping Applications
Development and Application of Reactor Systems and
Measurement Techniques**

Viktor Andersson

Institutionen för kemi och molekylärbiologi
Naturvetenskapliga fakulteten

Akademisk avhandling för filosofie doktorsexamen i naturvetenskap, inriktning kemi,
som med tillstånd från Naturvetenskapliga fakulteten kommer att offentligt försvaras
fredag den 8, december, 2023 kl. 10:00 i Korallrevet, Institutionen för kemi och
molekylärbiologi, Medicinaregatan 7B, Göteborg.

ISBN: 978-91-8069-543-5 (print)

ISBN: 978-91-8069-544-2 (pdf)



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Svensk summering

Kemcyklisk förbränning av biomassa kan användas för värme- och elproduktion med minimala kostnader för koldioxidinfångning, vilket kan resultera i negativa CO₂ utsläpp. Tekniken använder fluidiserade bäddar av syrebärrpartiklar för att separera CO₂ från förbränningsluften. De höga halterna av kalium- och natriumföreningar i biomassa kan orsaka stora problem för termisk bränsleomvandling, så som agglomerering, påväxt och korrosion, medan de samtidigt kan förbättra förbränningsprocessen genom sin katalytiska förmåga. För att kunna skala upp och kommersialisera kemcyklisk förbränning av biomassa så krävs förbättrade kunskaper om alkaliprocesser, inklusive absorption och desorption från syrebärrmaterial samt speciering av alkaliutsläpp i rökgaserna.

Målet med denna avhandling är att förbättra förståelsen av alkaliföreningars växelverkan med syrebärrare under förhållanden som representerar kemcyklisk förbränning av biomassa. En ny mätmetod som baseras på ytjonisation med temperaturmodulering har utvecklats för att bestämma bidragen av alkaliklorider, -hydroxider och -sulfater i utsläppen från olika reaktorsystem. En ny reaktor på laboratorieskala utvecklades, där alkaligas förs in i en fluidiserad bädd medan koncentrationen av alkali och gaser mäts i reaktoravgaserna. Ytterligare en metod utvecklades, där alkaliutsläpp och viktminskning mäts i realtid från små prover, så som syrebärrpartiklar eller biomassa.

Typen av syrebärrare har stor betydelse för alkaliupptag och fluidbäddar av tre lovande material för kemcyklisk förbränning: kalciummanganat, manganoxid och ilmenit, uppvisar olika grad av upptag beroende på omgivande miljö. Ilmenit upptar nästan all introducerad alkali, speciellt under reducerande förhållanden, vilket gör den eftertraktad med avseende på minskade alkaliutsläpp. Mätningar visar att KCl och NaCl dominerar utsläppen när dessa alkalisalter förs in i reaktorn, och liknande resultat erhöles för alkalisulfater. Injektion av alkalihydroxid resulterande i högt alkaliupptag av fluidbäddarna, och alkaliutsläppen domineras av alkalihydroxider och alkaliklorider. Studien visar på betydelsen av en avvägning mellan effektiviteten av alkaliabsorption och bränsleomvandling/syreupptagningseffektivitet hos syrebärrarna. Medan ilmenit visar excellent alkaliupptag, så är manganoxid och kalciummanganat överlägsna med avseende på bränsleomvandling och oxidationseffektivitet. Det observerades även att ilmenit som tidigare använts vid industriförbränning av biomassa släpper ifrån sig alkali i både inert och oxiderande miljö vid höga temperaturer. Sammanfattningsvis konstateras att utvecklingen och tillämpningen av de nya metoderna skapar nya möjligheter att förstå och optimera kemcyklisk förbränning av biomassa.

Keywords: Alkali speciering, Biomassa, Kemcyklisk förbränning, Syrebärrare