

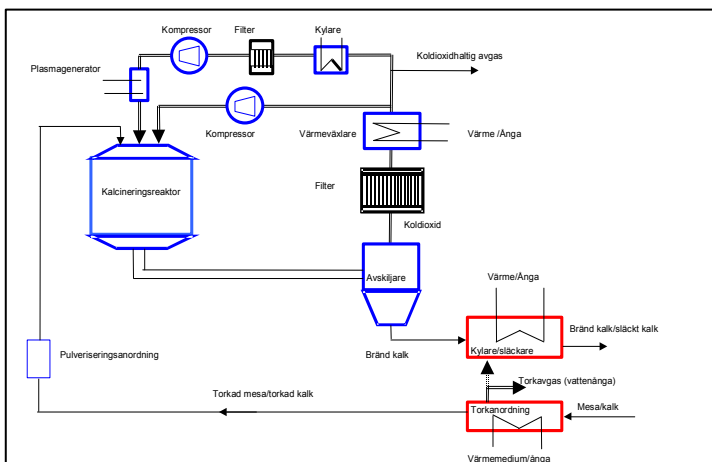
Elmesa –Ny teknik för effektivisering av kalkcykeln

Det är idag vanligt att mesaugnen begränsar möjligheterna till ökad produktion i ett bruk. I många fall går redan mesaugnen på överkapacitet vilket leder till sämre verkningsgrad, ökade emissioner och driftstörningar. Att bygga en ny mesaugn är en stor investering. Mesaugnen är ofta den sista stora oljeförbrukaren och stora mängder energi förloras som spillvärme.

Den nya teknik som beskrivs här – som vi kallar **Elmesa** – innefattar dels en ny teknik för kalcinering där energitillförseln sker med en plasmagenerator. Dels en ny teknik för släckning av den brända mesakalken, där släckningsmediet är vattenånga och släckningen sker i torr tillstånd vid hög temperatur. Jämfört med dagens teknik erbjuder Elmesa flera fördelar, såsom kompakthet, energibesparing, avskiljning av CO₂ och lägre emissioner.

Processbeskrivning – Eldriven kalcinering

I figuren nedan visas en skiss över processen. Inkommande mesa torkas och finfördelas vid behov till pulverstorlek. Det torra pulvret förs till kalcineringsreaktorn där det blandas med het gas från plasmageneratoren. I plasmageneratoren tillförs elektrisk energi till en gas genom en ljusbåge bildad mellan elektroder, varvid gasen delvis joniserats och bildar ett energirikt gasplasma. Kännetecknande för plasmateknik är hög energitäthet (3-5 kWh/nm³ gas). Den höga energitätheten tillsammans med mesan i pulverform medför en mycket kompakt reaktor med effektiv värmeöverföring och hög reaktionshastighet. Mesan kalcineras på delar av sekund. Den plasmateknik som är avsedd att användas kan levereras av ScanArc AB i Hofors.



Från kalcineringsreaktorn förs den brända kalken direkt till en cyklon där gas och bränd kalk separeras. Genom att hålla temperaturen över 800-900 °C undviks återkarbonatisering.

Värmet i gasen utnyttjas för produktion av lågtrycksånga innan den återanvänds som bärgas och joniseringsgas i plasmageneratoren. På så sätt erhålls en avgas som nästan enbart består av koldioxid. Den del av gasen som leds genom plasmageneratoren måste trycksättas till 6-7 bar. Bärgasen utnyttjas för spridning och atomisering av inkommande kalk i kalcineringsreaktorn. Kalken går vidare till släckningskärl.

Kapacitetshöjning

Den nya tekniken byggs upp av en eller flera mindre moduler till önskad storlek. Den lämpar sig därför till kapacitetsökning av befintliga mesaugnar. Kompaktheten gör den lämplig till installation parallellt med befintlig utrustning. Den gamla mesaugnen kan avlastas och vid behov ersättas successivt genom att allt eftersom bygga på med fler Elmesa-moduler.

Avskiljning av CO₂

Genom att kalcinering sker utan förbränning och tillsats av luft, och genom att utnyttja recirkulerad gas i plasmageneratoren, kommer gasen ut från kalcineringsreaktorn att bestå av nästan enbart CO₂. Det kan jämföras med ca 25% CO₂ i rökgasen från en oljedriven mesaugn. Avgasvolymen blir endast ca 15% av rökgasvolymen från en bränsleledad ugn. Den höga koncentrationen erbjuder möjlighet att avskilja CO₂ från processen till en rimlig kostnad.

Även utan avskiljning av CO₂ minskas brukets CO₂-utsläpp eftersom Elmesa i de flesta fall ersätter oljeeldning. P.g.a. CO₂-skatten är det inte bara miljömässigt utan även ekonomiskt fördelaktigt. Den avskiljda koldioxiden kan på olika sätt också utnyttjas för återvinning av värme i processen eller genom produktion av mellantrycksånga.

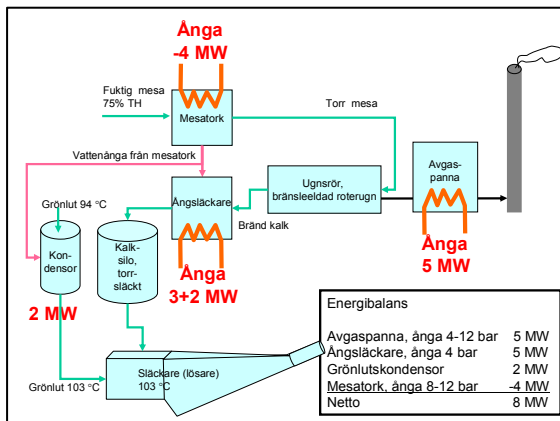
Fördelar med eldriven kalcinering

Möjligheterna till **kapacitetsökning** och **CO₂-avskiljning** samt en **lägre investering** är de största vinsterna som vi ser det med den nya tekniken jämfört med en konventionell mesaugn. Men det finns även andra fördelar:

- **Hög energieffektivitet** – genom hög verkningsgrad (85-90%) för energiomvandling mellan el och plasma (förlusterna utgörs av kylning av elektroderna och strömförsörjning) och genom värmeåtervinning erhålls en hög energieffektivitet.
- **Låga emissioner** – eftersom ingen förbränning sker undviks en stor mängd rökgas med därtill hörande föroreningar (stoff, CO, SO₂,...).
- **Snabb reglering** – med hög reaktionshastighet på delar av en sekund följer en snabb reglering.
- **Integrering med torkning och släckning** – Möjligheter finns att integrera Elmesa-processen med torkning av mesan och släckning av den brända kalken för att på så sätt effektivisera hela kalkcykeln.

Processbeskrivning – Ångsläckning

Ångsläckning innebär att bränd kalk i torrt tillstånd och vid hög temperatur absorberar vattenånga. Uppemot 60% mer värme utvinns genom att vattnets ångbildningsvärme frigörs och tas tillvara, förutom



hydratiseringsenergin som vid vanlig släckning med vatten i vätskeform. Genom att släcka den brända mesakalken med vattenånga ifrån en indirekt uppvärmd mesatork uppnås en avsevärd energibesparing i kausticeringen, samtidigt som återvunnet värme erhålls vid hög temperatur så att processånga kan genereras.

Ångsläckning går att tillämpa tillsammans med elkalcinering, men även tillsammans med konventionell bränsleledad roterugn. I båda fallen föreslås att mesan torkas i en indirekt ångvärmad tork som levererar den avdunstate vattenångan från mesan till ångsläckaren. Då ångsläckning kombineras med bränsleledad mesaugn återvinns värme ur mesaugnens rökgaser med hjälp av en avgaspanna.

Värmeforskprojekt Ångsläckning

Pilotförsök med ångsläckning utfördes 2005 i ett Värmeforskprojekt hos SMA Mineral AB i Sandarne tillsammans med en maskinleverantör, KTH och skogsindustrin, varvid processen och maskintekniken utvärderades. År 2007 gjordes i ett Värmeforskprojekt (rapport nr 944) tillsammans med bland andra KTH uppföljande labförsök där ångsläckningens kinetik närmare studerades, varvid mesakalk från ett par källor undersöktes. Ångsläckningen utfördes vid olika temperaturer och olika tryck (atmosfärstryck och undertryck). Vidare undersöktes hur omblandning (friktion) påverkade släckningshastigheten. I projektet gjordes även en inventering av maskinutrustningar på marknaden som kan vara lämpliga att utföra ångsläckning i.

Paddle Cooler/Dryer

En av de utrustningar som studerades var en Paddle Cooler från det nederländska företaget GMF-Gouda. Den kännetecknas av hög värmeöverföring i förhållande till volym och uppges finnas i ett tusental exemplar i olika applikationer för kylning eller torkning av pulver- och pastaformiga eller granulerade material. En preliminär dimensionering ger vid handen att det är rimligt att utföra släckningen vid 250 C i en sådan utrustning. Vid ångsläckning (Paddle Cooler) behöver man föra bort släckningsvärmets, vilket sker indirekt via de ihåliga paddlarna och manteln med trycksatt matarvatten alternativt hetolja. Släckningsvärmets kan återvinnas som 4 bars ånga.

Vid användning som mesatork (Paddle Dryer) tillförs värmets manteln och de ihåliga paddlarna, vanligen som ånga 4-12 bar.

Fördelar med ångsläckning

Potentialen med ångsläckning ligger främst i att kunna erhålla en väsentligt bättre energibalans. Angivna värden nedan är hämtade ur Värmeforskrapport 944 och avser en fabrik av storleksordning 1000 ton massa/dygn i vilken ångsläckning integreras med konventionell bränsleeldad mesaugn:

- **Mer värme** – 8 MW värme kan återvinnas från mesaugn och kausticering, jämfört med 3 MW i nuläget.
- **Värmeåtervinning vid högre temperatur** – Av återvunnet värme är 6 MW som ånga och 2 MW som vitlut, jämfört med 1 MW varmvatten och 2 MW vitlut med konventionell teknik.
- **Ekonomi**– Vid ökande energipris finns signifikant kostnadsfördel jämfört med nuvarande teknik.

Status idag och utvecklingsbehov

Vi bedömer att Elmesa ligger i tiden med stigande energipriser och krav att minska koldioxidutsläpp och miljöpåverkan. Elektricitet anses ibland felaktigt "för fin" för att användas istället för bränslen, men i högtemperaturprocesser är elektricitet ofta det bästa alternativet, medan exempelvis biobränslen gör störst nytta i kraftvärmeverk. Förnybar energi som ska ersätta fossilbränslen kommer också huvudsakligen att levereras som el, exempelvis från vindkraft mm. Genom att investera i vindkraft får skogsindustrin nu tillgång till förnybar el som inte påverkas av stigande priser på bränslen.

Elmesaprocesserna är patenterade och teoretiska beräkningar har utförts hos Carnot AB, Vattenfall AB och KTH Energiprocesser. Tekniken har bedömts som mycket lovande.

Eldriven kalcinering har inte testats i pilotskala ännu. En detaljerad processutformning har föreslagits inom ramen för ett projektarbete vid KTH Energiprocesser (2002). Nästa steg kan därför vara att verifiera tekniken experimentellt:

- Test i pilotskala av kalcinering av mesa i plasmaugn. Detta kan t.ex. genomföras hos ScanArc i Hofors.
- Säkerställa att erhållen kalk uppfyller de kvalitetskrav som ställs från bruket i övrigt, t.ex. vad avser reaktivitet.
- Verifiera processutformningen och utföra noggrannare ekonomiska beräkningar.
- Ser det fortfarande lovande ut bör möjligheter att demonstrera eldriven kalcinering i ett bruk undersökas.

Vid utnyttjande av eldriven kalcinering enligt Elmesa-konceptet parallellt med bränsleeldad mesaugn för kapacitetsökning krävs också att kalkkvaliteterna från de två processerna kan kombineras. Det som vi ser som det största hotet är risken för dödbräning av kalken. Gasen ut från plasmageneratorn får en mycket hög temperatur (3000 °C) vilket ställer stora krav på inmatning och reglering. Hos ScanArc finns lång erfarenhet från inmatning av elfilterstoff. De slutliga svaren på dessa frågor får vi dock först vid praktiska försök i lämplig skala.

Inom Värmeforsk-projekten har ångsläckning provats i lab- och pilotskala, inventering av marknaden har resulterat i att ytterligare tänkbara maskinleverantörer identifierats. Nästa steg kan därför vara att

- Testa ångsläckning och mesatorkning hos maskinleverantör för att verifiera tillämpligheten i deras utrustning och göra noggrannare dimensioneringsberäkningar.
- Göra detaljerad investeringskalkyl och energiberäkning för en anläggning med utvald maskinutrustning för ångsläckning, mesatorkning och avgaspanna kombinerat med konventionell bränsleeldad mesaugn.
- Ser det fortfarande lovande ut bör möjligheter att demonstrera ångsläckning i ett bruk undersökas.

Carnot AB erbjuder energianalyser och energisparlösningar inom bland annat massa- och pappersindustrin. Elmesa-processen passar väl in i denna verksamhet, men Carnot AB saknar egna resurser för att ensamt fullfölja utvecklingsarbetet. Vi letar därför efter företag att samarbeta med i utveckling av processen, och som kan ta på sig denna roll i framtiden. Olika samarbetsformer och äganden av immaterialrätter är tänkbara.

Vill du veta mer om Elmesa-processen, kontakta

Roland Lundqvist, Carnot AB

www.carnot.se