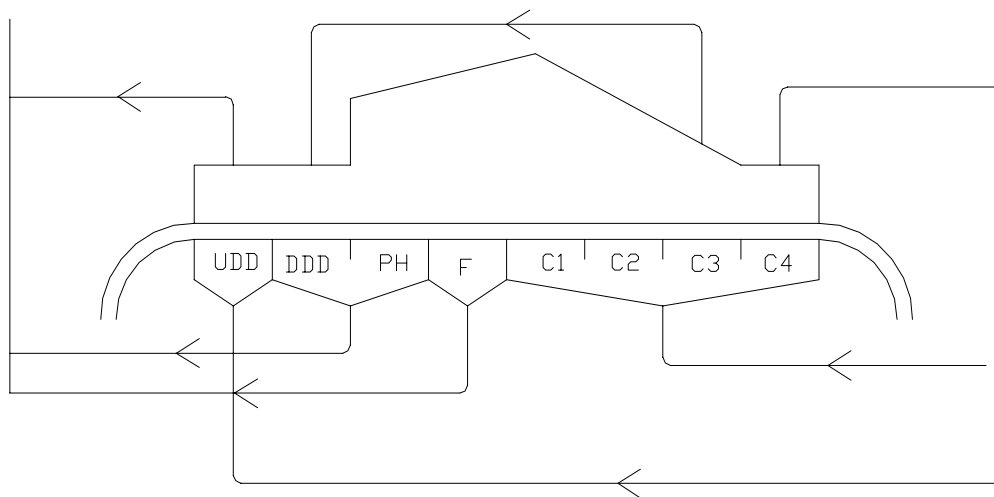


FÖRSLAG PÅ ATT ÖKA PRODUKTIONEN OCH SÄNKA ENERGI FÖRBRUKNINGEN I BANDUGNSVERKET

AV
Bengt-Olof Drugge



2003-07-23

SAMMANFATTNING

Jag har vid närmare studium av BUV kommit på ett sätt där man kan spara energi och öka produktionen i bandugnsverket.

Genom att bygga om verket enligt bilaga 1 så kan man öka produktionen med 50 % (till 6 Mton) och sänka oljeförbrukningen med 2 l/ton.

Produktionsökningen ges dels genom att dubbla höjden på produktlagret och minska matningshastigheten med 33 %. Man måste även öka gasen in i processen med 50 %. Totalhöjden på bädden är oförändrad.

Idag sker en sänkning av produktlagrets temperatur och en ökning av härdlagrets temperatur i zonen After Firing. Genom att ta bort den zonen och bygga ut kyl zonen så höjes temperaturen på gasen in till firing med ca 250 grader, vilket leder till att gasen behöver värmas upp 250 grader mindre än nu och det ger en energi besparing på ca 2 l olja/ton.

Eftersom man ökar produktlagret till det dubbla så kompenserar man den lägre temperaturen som blir i härdlagret med min lösning.

I firing zonen har jag satt en egen fläkt för att kunna optimera gas mängden med avseende på oxidationsprocessen, detta leder till att energiåtgången i processen kan optimeras och att produktlagret når sökt sluttemperatur.

Jag avser med detta förslag även presentera en matematisk modell hur man räknar på värme överföringen mellan bädd och luft.

INLEDNING

Min process bygger på iden att man skall ta värme från kyl sidan och överföra det till uppvärmnings sida. För enkelheten skall så delar jag in kyl zonen i 4 delar C1, C2, C3 och C4. Där zonerna kopplas C1 -F, C2 – PH, C3 – DDD och C4 – UDD. Jag har konstaterat att man idag får en temperatur minskning på produktlagret i zonen AfterFiring, eftersom man med 900 gradig luft kyler en 1300 gradig bädd. Samtidigt värmes den 900 gradiga luften upp över produktlagret och på detta sätt värmes sedan härdlagret upp och därefter sjunker gas temperaturen till 500 grader. Uppskattningsvis så kyles produktlagret med 200 grader, värme som man inte kan tillgodogöra sig kylaren.

Genom att använda min lösning och koppla zonerna enligt bilaga1 så går ingen värme förlorad i processen i after firingzonen (eftersom den inte finns). Det innebär att man kan höja den ingående gas temperaturen till firing och på detta sätt minska bränsle förbrukningen.

För att kompensera att härdlagret inte värms upp i samma utsträckning som idag så ökar man tjockleken på produktlagret och minskar tjockleken på härdlagret, så att oförändrad total bäddhöjd erhålles. Man måste i mitt fall även minska matningshastigheten på bädden.

Eftersom man bygger ut kylaren så minskas även den lufthastigheten in i bädden vilket är bra ur värmeöverförings synpunkt. Man värmer upp luften mer med en lägre hastighet på luften.

Med min lösning är det också en separat fläkt för firingzonen. Med det blir det lättare att reglera sökt slut temp på produktlagret så att man kan avpassa den exakta gas mängden in i zonen.

TEORI

När man räknar på värme överföringen mellan pellets och luft använder jag mig av teorin för konvektion. Jag börjar med att ställa upp en modell för värmeöverföringen mellan en kula och luft.

$$(1) P = \alpha * A_k * (T_l - T_k)$$

Där

P = Konvektionseffekten

A_k = Mantelarea på kula

Alpaha = Värmeövergångs tal

T_l = Temperatur på luft in till kula

T_k = Temperatur på kula

Vi vet att värme energin det åtgår för att höja temperaturen på kulan svarar mot:

$$(2) Q = m * C_{pfe} * \Delta T_k$$

Där

Q = Värmeenergin för att värma upp kula med ΔT_k

m = massan på kulan

C_{pfe} = Specifik värme kapacitet hos järn

ΔT_k = Skillnaden i kulans temperatur

Om jag sedan dividerar ekv(2) med Δt och låter den gå mot noll så får jag om jag en differential ekvation.

$$(3) P = m * C_{pfe} * T_k'$$

Om jag sätter ekv(3) = ekv(1) så erhålles energibalans och vi får följande differential ekvation.

$$(4) T_k' = k_1 * (T_l - T_k)$$

Där

$$K_1 = \alpha * A_k / (m * C_{pfe})$$

Lösningen på ekv(4) är:

$$(5) T_K(t) = e^{(-k_1*t)}(T_{K0} - T_1 + e^{(k_1*t)} T_1)$$

Där

T_{K0} = Kulans temperatur vid tiden 0

T_1 = Temperatur på luft in till kula

Ekv (5) visar hur kulans temperatur varierar med avseende på tiden. Nu har vi behandlat hur värmeöverföringen mellan luft och kula ser ut och vi skall nu börja titta på hur värme överföringen mellan bädd och luft ser ut.

Om vi tänker oss ett koordinatsystem där y axeln är höjden på bädden och x axeln är tiden. Då kan man efter ett visst arbete härleda dessa två ekvationer.

$$(6) T_1(t,h) = T_B(t,h) - (T_B(t,h) - T_{g0}) * e^{(-k_2*h)}$$

$$(7) T_B(t,h) = e^{(-k_1*t)}(T_{B0} - T_1(t,h)) + e^{(k_1*t)} T_1(t,h)$$

Där

$$K_2 = \alpha * A_k / (V_k * V_m * C_{pluft})$$

V_m = gas hastighet

V_k = volym på kula

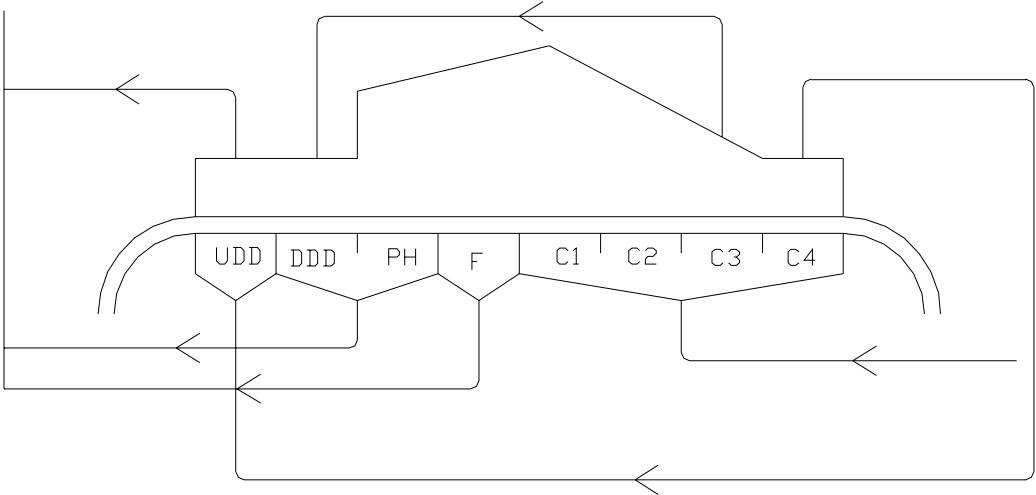
T_{B0} = Ingående bädd temp på h axeln

T_{g0} = Ingående gas temp på t axeln

Nu ser vi att ekv(6) och ekv(7) är beroende av varandra här använder vi oss av en iterations process d.v.s. vi gissar start värdena och itererar oss fram till lösningen genom att sätta in ekv(7) i ekv(6) och ekv(6) i ekv(7).

På detta sätt kan vi alltså beskriva hur temperatur på gas respektive bädd varierar med avseende på t och h.

Bilaga 1



STRAIGHT GRATE AT MALMBERGET

