



Rekuperatorteknik i ugnar

I en rekuperator förvärms förbränningsluft med hjälp av heta avgaser från förbränningen varvid förbränningsverkningsgraden väsentligt ökar.

Vid en uppföljning av två ugnar, vilka byggts om med tillämpning av rekuperatorteknik, har det bland annat konstaterats

- Minskad energiåtgång
- Temperaturjämnheten i ugn och gjutgods blev väsentligt bättre
- NO_x -halten ökade på grund av luftförvärmningen

Studierna har också visat att investeringar i rekuperatorteknik är lönsamma. Tack vare de stora energibesparingarna är merinvesteringarna betalda inom 2 till 3,5 år.

Inledning

Med rekuperatorteknik menas teknik där förbränningsluften förvärms med hjälp av de heta avgaserna från förbränningen.

Förvärmningen kan ske antingen i själva brännaren (rekuperativ brännare) eller i en yttre krets (rekuperatorkrets). Exempel på en rekuperativ brännare visas i figur 1, där avgaserna leds tillbaka i en yttre mantel som omger själva brännaren.

Rekuperativa brännare ska ej förväxlas med regenerativa brännarsystem, vilka består av två brännare hopbyggda till en enhet. Dessa brännare används växelvis, och lagrad värme i den ena brännaren förvärmer förbränningsluften för den andra, aktiva, brännaren.

Den största fördelen med rekuperatortekniken är en ökad verkningsgrad. En nackdel är att NO_x -bildningen i allmänhet ökar på grund av högre förbrännings-temperatur.

Inom SGC har gjorts en uppföljning av två ugnar som byggts om med tillämpning av rekuperatortekniken.

Uppföljningen gick i princip ut på att kartlägga ändringar i energiförbrukning, emissioner och produktkvalitet vid övergång från konventionell förbränningsteknik till rekuperatorteknik.

Vagnugn - Svedala-Arbrå

Svedala-Arbrå AB tillverkar kross- och sorteringsverk för gruv- och stenindustrin. Företaget övergick 1990 från olja till naturgas.

I stålgljuteriet finns två ugnar för värmebehandling av gjutgods; en stegbalksugn och en vagnugn.

Vagnugnen, som klarar av en gjutgodscharge på 30 ton, eldades före konverteringen med Eo 1 och var då utrustad med åtta brännare om totalt 2 000 kW. Före konverteringen fanns ingen återvinning av värme ur avgaserna.

Ugnen används bland annat för släckglödning av manganstål. Detta innebär att godset värms till 1050-1100°C och hålls vid denna temperatur under fem timmar. Godset tas sedan ur ugnen och sänks ned i ett vattenbad för härdning.

Konvertering till naturgas

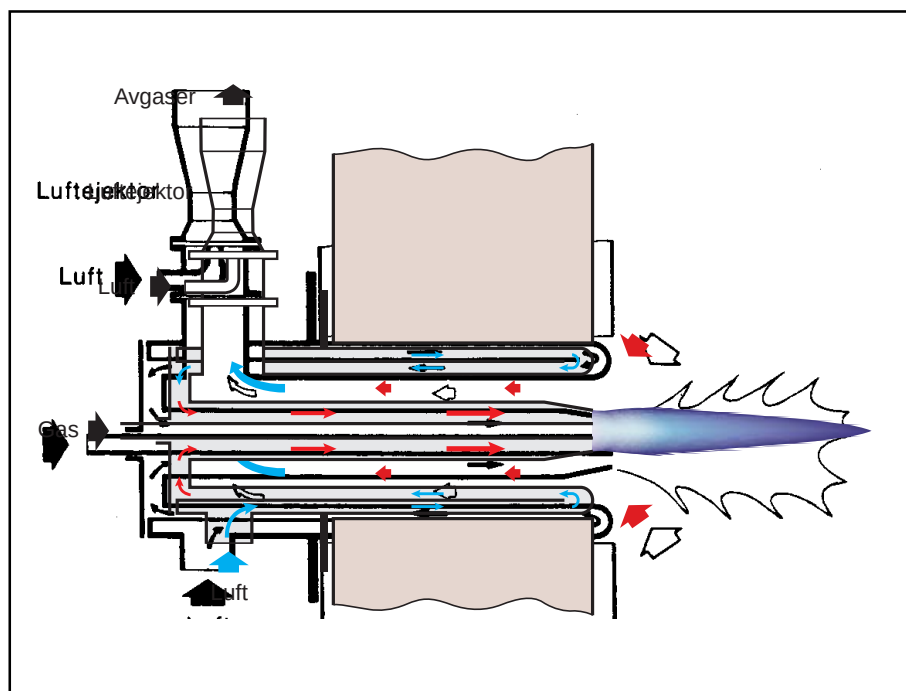
Vid konverteringen ersattes de åtta oljebrännarna med åtta rekuperativa naturgasbrännare med samma placering som oljebrännarna.

Den högre verkningsgraden hos naturgasbrännarna medförde att den installerade effekten kunde begränsas till 1 440 kW mot tidigare 2 000 kW.

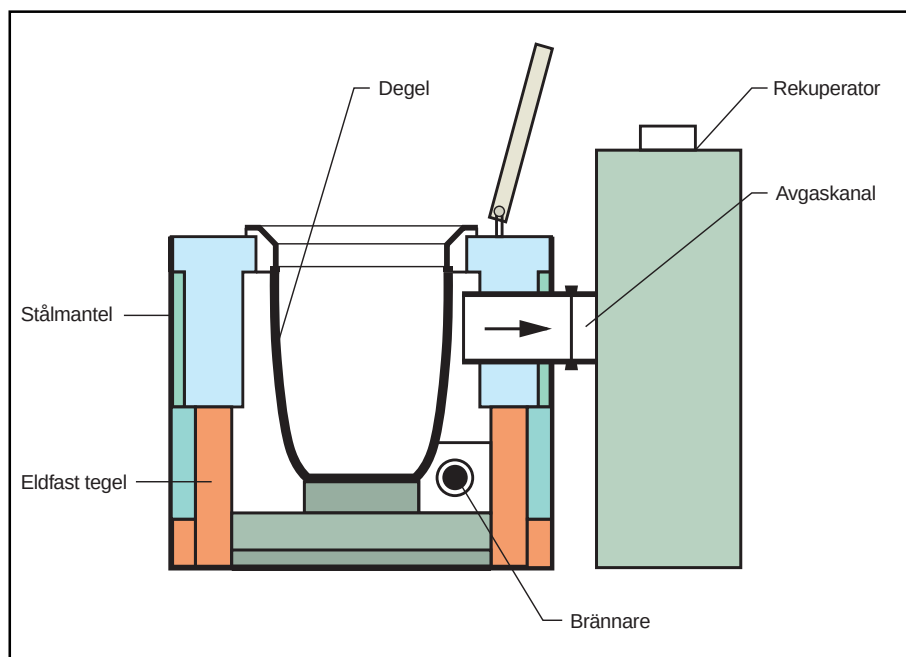
Gasbrännarna, av fabrikat Ecomax från LBE i Wuppertal, är av höghastighetstyp med utgångshastigheten >100 m/s på förbränningsgaserna.

Brännarna är helt i metall och saknar brännarsten och keramisk dysa. Brännarna har lufttillförsel i flera steg, och viss återcirkulation av avgaser in i flaman för att hålla nere NO_x -produktionen. Man kan uppnå luftförvärmningstemperaturer på 600-700°C och verkningsgrader på ca 85% med dessa brännare.

I samband med konverteringen ändra-



Figur 1. Principutformning av rekuperativ brännare.



Figur 2. Uppbyggnad av degelsmältugn vid Värnamo Pressgjuteri.

des också reglerprincipen från kontinuerlig reglering till on/off-reglering i kombination med ett så kallat taktstyrningssystem, dvs cyklisk in- och urkoppling av brännarna.

Utvärdering och resultat

För att studera hur värmningsgodhet, produktivitet, energiåtgång och emissioner förändrades vid övergång till naturgas, upprättades ett speciellt mätprogram innefattande mätningar före och efter konverteringen. Bland annat försågs en del av gjutgodset med inborrade termoelement i olika punkter runt mantlarna.

Utvärderingen visade att:

- Temperaturjämnheten i ugnen och i gjutgodset blev väsentligt bättre efter konverteringen
- Energiåtgången minskade med 25%, från 1 770 till 1 330 kWh/ton gods
- Glödskaflörlusten var oförändrad, mindre än 2,5 %
- Produktiviteten var samma före och efter konverteringen

NO_x-halten varierade mellan 40 och 100 mg/MJ vid naturgasdrift och mellan 40 och 60 mg/MJ vid oljedrift.

Det högre NO_x-värdet vid naturgasdrift sammanhänger med luftförvärmningen. Värdet skulle dock normalt varit ännu högre, men har kunnat begränsas tack vare den speciella brännarutformningen.

Den minskade energiåtgången ger, med de oljepriser som rådde omkring 1990, en pay off-tid på mindre än två år

för merinvesteringen i de rekuperativa brännarna. För hela merinvesteringen i vagnugnen uppgår pay off-tiden till 3,5 år.

Degelsmältugn i Värnamo

Värnamo Pressgjuteri AB i Värnamo tillverkar huvudsakligen pressgjutna detaljer av aluminium. Gjuteriet har fyra degelsmältugnar, vilka eldas med gasol från Värnamo Energis lokala gasolnät.

Ursprungligen var ugnarna av konventionell typ utrustade med enstegsbrännare där förbränningsluften togs från lokalen utan någon förvärmning.

Med dessa kallluftbrännare blir rökgas-temperaturen 850°C vilket ger en rökgasförlust på ca 50%.

En studie kring ugnarnas verkningsgrader initierad av Värnamo Energi, resulterade i att en av ugnarna ersattes med en helt ny ugn försedd med rekuperator för förvärmning av förbränningsluften.

Rekuperativ degelsmältugn

Den nya ugnen har tillverkats av Schmitz+Apelt LOI i Tyskland och klarar en chargevikt på 300 kg aluminium. Maximala brännareffekten är 170 kW.

Ugnen, se figur 2, är uppbyggd kring en degel av kiselkarbid. Gasflamman och de heta avgaserna värmer degeln och lämnar därefter ugnsrummet via rekuperatorn som består av två u-formade koncentriska tubrör.

Förbränningsluften tillförs med en fläkt och förvärms i rekuperatorn till 400°C innan den leds in i brännaren.

Den nya brännaren arbetar med konti-

nuerlig reglering (helmodulerande) inom effektområdet 65-150 kW.

Utvärdering och resultat

Mätningar har utförts på såväl den nya som på de äldre ugnarna, så att direkta jämförelser kan göras mellan ugnstyperna.

Övergången från tvåstegsreglering till kontinuerlig reglering har medfört att temperaturvariationerna i smältan minimerats. Vidare har ytemperaturen och ljudnivån blivit mycket lägre, vilket är positivt med tanke på arbetsmiljön.

Framräknade energibalanser visar att smältan under smältfasen tillförs, 41% av inmatad energimängd i ugnen med rekuperator, jämfört med 28% i ugnen med kallluftbrännare. Räknat över ett helt år halveras energiåtgången vid övergång till rekuperatorugn.

Halveringen av energiförbrukningen innebär, bland annat, att koldioxidutsläppen minskar med 50%. Däremot ökar NO_x-utsläppen, i det här aktuella fallet med 40%, beroende på att förbränningen sker med förvärmad luft.

En naturlig fråga är nu: Lönar det sig att investera i en rekuperatorugn då det är tid att byta ugnsutrustning? Svaret är ja. En rekuperatorugn var i början av 1990-talet ca 85 000 kr dyrare än en konventionell gaseldad ugn. Men med en energikostnadsbesparing, som i Värnamos fall uppgick till 40 000 kr/år, var merinvesteringen betald på ca två år.

Totalt sett är årskostnaden, inklusive kapital- och underhållskostnader, för en rekuperatorugn ca 15% lägre än för en "konventionell" gaseldad ugn. Därigenom kan rekuperatorugnen även konkurrera med elvärmda ugnar.

FÖR MER INFORMATION

Närmare information om vagnugnen vid Svedala-Arbrå samt mätresultaten därifrån kan fås i en rapport från Nordisk Gasteknisk Center:

Bo Leden och Anders Rensgard, MEFOS, Rekuperativa naturgasbrännare. Nordisk Gasteknisk Center November 1992.

Degelugnen vid Värnamo Pressgjuteri finns avrapporterad i en SGC-rapport: Ola Hall, Sydkraft Konsult AB Rekuperativ aluminiumsmältugn Rapport SGC 047 Oktober 1993