Arvid Johansson

DET SVENSKA JÄRNETS VÄRLDSRYKTE

Från omkring år 1850 till nuvarande tid

Den översikt i samma ämne från äldsta tid till omkring 1850, vilken Fil. Dr Carl Sahlin lämnade i föregående årsbok, fortsättes här av Professor Arvid Johansson.

Vid mitten av förra seklet hade genom ångmaskinens, ångfartygens och järnvägarnas tillkomst utvecklingen på det maskinella och samfärdselns område nått en punkt, som krävde tillkomsten av en ny billigare götmetall. Puddeljärnet med sin karaktär av vällmetall kunde icke givas tillräcklig hållfasthet, och då det genom sitt slagginnehåll ej heller var tillräckligt homogent, kunde detsamma ej i längden förbliva underlaget för de olika maskinerna och byggnadskonstruktionerna. Och det dyra degelstålet, den enda då tillgängliga götmetallen, var på grund av sitt dyra framställningsätt icke att någonsin tänka på som en framtida stålprocess av för behovet av stål erforderliga dimensioner.

Bessemerprocessen

Det var under sådana förhållanden som den engelske metallurgen, Henry Bessemer, genom sina försök med och iakttagelser vid puddelprocessen fick idén om flytande ståls framställning medelst genomblåsning av luft genom ett tackjärnsbad. Det är här icke platsen att följa processens tekniska utveckling i annan omfattning än som kom på vårt lands del. Bessemer gjorde de första försöken med sin process år 1855, och redan år 1857 hade konsul G. F. Göransson i firman D. Elfstrand & C:o i Gefle förvärvat nyttjanderätten till densamma för Sverige.

Lancashire.

Vid denna tid var lancashire den dominerande framställningsmetoden för välljärn i vårt land.[1]) Järnet användes dels för smides- och valsprodukter för vidare förädling till olika föremål, dels också till smitt stångjärn samt råskenor, båda i övervägande grad på export. De senare smältes i degel till stål antingen direkt genom uppkolning med tackjärn, eller också uppkolades de vid c:a 1000° temperatur genom inbäddning i träkol till brännstål, vilket smältes i deglar utan tillsats av tackjärn. Även inom landet tillverkades en del brännstål, som exporterades eller smältes här hemma till degelstål. Tillverkningen av brännstål ökade så småningom och år 1860 var den uppe i 6.000 ton samt antalet brännstålsugnar 93 stycken. Samtidigt anlades en del degelstålsugnar, och avsikten var tydligen att så småningom utveckla degelstålstillverkningen även i vårt land. Men så kommo först bessemer- och sedan martinprocessen och skrinlade dessa funderingar efter hand, så att av de degelstålsanläggningar, som hunno

[1]) Sahlin, C., Svenskt stål före de stora götstålsprocessernas införande; även »Med Hammare och Fackla», III, 1931.



Smeder i arbete vid lancashirehärd med enkel hjälpbrytare, Borgviks Bruk, Värmland.



Vällugn av Gustaf Ekmans konstruktion, Laxå Bruk, Närke.



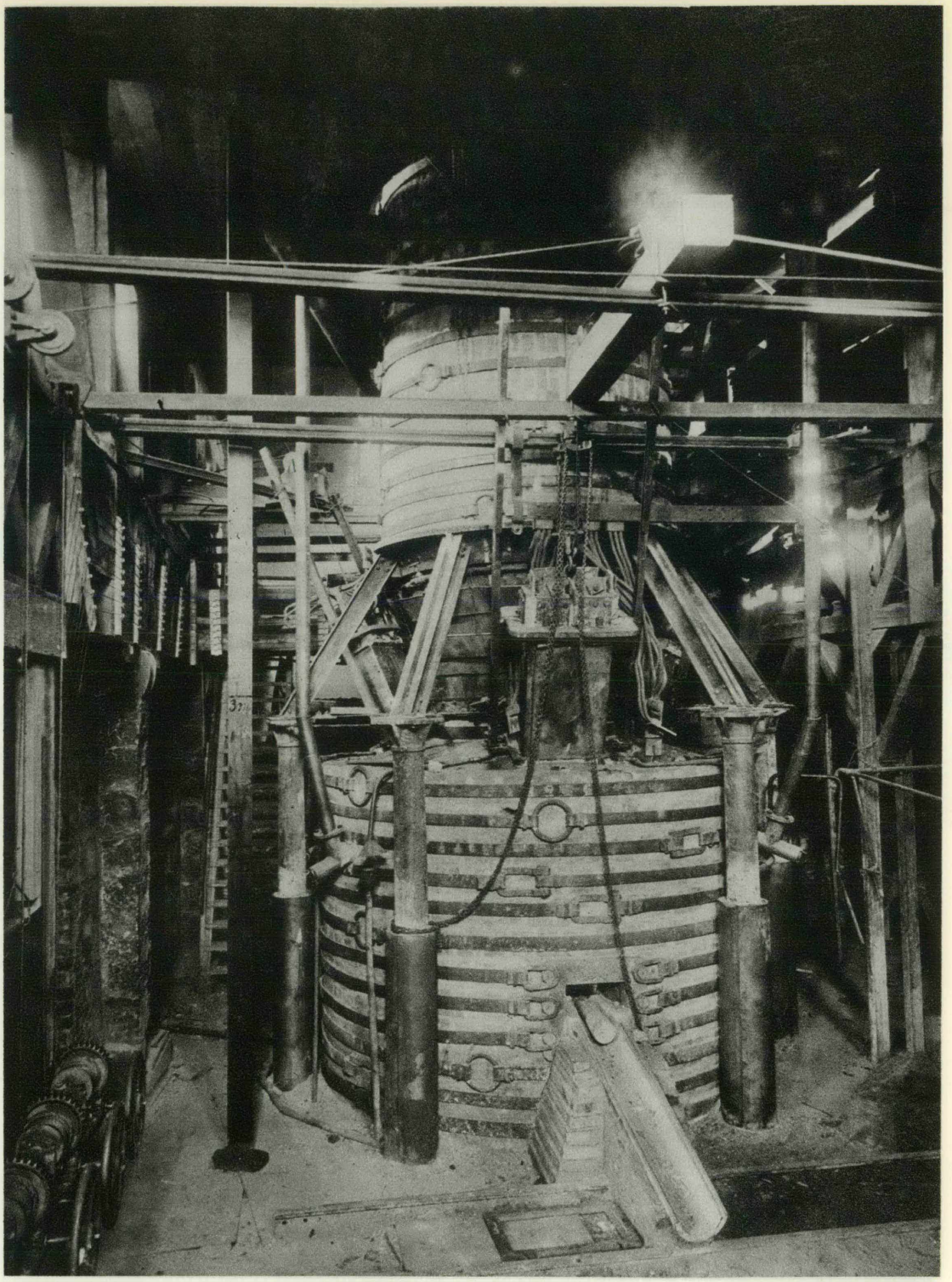
Bessemerblåsning vid Hagfors Bruk, Värmland. Ur en av Uddeholms A.-B. till Tekniska Museet skänkt bildserie. (Foto: Walldow.)



Tappning ur martinugn, Sandvikens Järnverk, Gästrikland.



Framställning i degelstålugn av CRU-stål, Wikmanshyttan, Dalarna.



Sveriges första elektriska masugn, uppförd 1908 vid Domnarfvet, Dalarna, konstruerad av Civilingeniörerna Assar Grönwall, Axel Lindblad och Otto Stålhane.

komma till stånd under 1850-talet, återstod endast den vid Wikmanshyttan. På 1870-talet tillkom sedan Österby degelstålsverk. Wikmanshyttan. Österby.

Bessemerprocessens utveckling i vårt land från anläggningen i Edsken till processens införande vid ett flertal svenska bruk — inalles 25 st. — finnes behandlad i ett flertal uppsatser.[2]) De pessimistiska röster rörande bessemerstålet och dess framtid, som vid processens framträdande höjdes bl. a. av den som stålfabrikant kända Sheffieldmannen Carl Sanderson och av hytte-ingeniören Truran besannades icke av de svenska försöken. Den förre yttrande bl. a.[3]) »Herr Bessemer . . . påstår, att man på detta sätt erhåller ett fint stål för verktyger och alla andra ändamål samt ett järn av samma kvalitet som det svenska och ryska[4]), vilket i England betalas med 20 à 30 pund sterling pr ton. Om verkligen sådana resultater ernås, så skulle uppfinningen utan tvivel höra till de viktigaste i vår tid.» I fortsättningen fäller emellertid Sanderson, efter det han, såsom han uppgiver, på det sorgfälligaste undersökt de produkter, vilka man kan vänta sig av en process sådan som den härovan beskrivna, det omdömet om bessemerstålet i fråga om dess användning för verktyger, att man därav kan varken förfärdiga en borr eller ett svarvjärn för metaller, ej heller kan det utsmidas eller användas till en nål eller en fil. Det kan därför icke räknas till kategorien gjutstål. Som slutgiltigt omdöme uttalar Sanderson, att bessemerstålet »är en metall, som varken kan utsmidas eller utvalsas, varför jag nödgas säga, att metoden icke giver något brukbart varken stål eller stångjärn». Edsken.

Det svenska bessemerstålet sådant det ett år senare tillverkades i göt vid Edsken och utsmeds vid Högbo fick ett bättre betyg såväl av våra egna fackmän som vid försäljning i Sheffield. Så kunde direktören i Jernkontoret A. Grill i en rapport från Edsken meddela, att där under tiden 18 juli—12 dec. 1858 tillverkats 346 ton göt, färdigt för utsmidning vid Högbo. Vid sistnämnda bruk uträcktes göten från 6″×6″ till vanligen 2 1/4″ fyrkantämnen, vilka övervälldes och nedräcktes vidare till c:a 1″ × fyrkant för att sedan finräckas under knipphammare. Vid utsmidningen fick stålet av skickliga arbetare det betyget, att det var lätt att behandla och att det uppfyllde vad man kan begära av den bästa vara i fråga om styrka och biståndig-

[2]) Se bl. a. Johansson, A., Den svenska bessemerprocessen, Jernkontorets Annaler, 1931, sid. 239.
[3]) J. K. A. 1857, sid. 47, 48.
[4]) Avsåg välljärn.

het vid förnyade vällningar och härdningar. Under en affärsresa till England och kontinenten, som konsul Göransson gjorde på hösten 1858, fick han också de mest lovordande utlåtanden om sitt stål och dess användbarhet även till finare verktyg och fick med sig hem beställningar från såväl engelska som tyska firmor.

Varpå berodde nu de diametralt motsatta resultaten med engelskt och svenskt bessemerstål? Även om tekniken vid processens utförande hos oss löstes snabbare än av Bessemer själv, så måste orsaken sökas i de för stålframställningen använda tackjärnens vitt skilda egenskaper. Vad de för kvaliteten dominerande oarterna beträffar, så hade det engelska tackjärnet både högre fosforhalt och svavelhalt. Den förra förorsakar hos stålet kallbräcka, vållar lätt sprickor vid verktygsstålets härdning och gör de härdade verktygen sköra. Och någon sänkning av fosforhalten kunde man icke här som vid puddelprocessen räkna med. Svavelhalten kunde visserligen genom val av lämpliga malmer och en starkt basisk slagg hållas ganska låg i tackjärnet från masugnen, men då detsamma omsmältes i kupolugn, upptog det en avsevärd mängd svavel från koksen och det tillverkade stålet blev rödbräckt. Och för svavlets bindande vid mangan för att avlägsna rödbräckan hade man ännu icke att tillgå det 80-procentiga manganjärnet. Man förstår härav Sandersons skarpa dom över bessemerstålet.

I det svenska träkolstackjärnet kunde man däremot hålla låga fosfor- och svavelhalter. Man valde fosforrena malmer och härav finnas ju rikliga tillgångar i våra svartmalmer såsom Bispberg, Dannemora, Persberg, Nyäng m. fl. Då vi genom vår välljärnstillverknings krav på låg svavelhalt lärt oss att sorgfälligt rosta våra malmer, så erbjödo sig inga svårigheter att i bessemerstålet hålla jämväl denna oart oskadlig. Man kunde således begränsa fosforhalten till c:a 0.025—0.030 % och svavelhalten gick icke över 0.01 %, i synnerhet sedan man funnit, att det bästa stålet erhölls vid 2.5—4 % mangan i tackjärnet och varvid man således fick hjälp även av manganens svavelrenande verkan på tackjärnet.

Vad som emellertid under bessemerprocessens första år beredde en del svårigheter var, att man icke alltid förstod betydelsen av en tillräcklig kiselhalt i tackjärnet, och att hyttgången måste vara ren och jämn för att få en riktig gång på blåsningen och ett gott stål. Man var ju van att blåsa det kisel- och manganfattiga lancashiretackjärnet med kall gång i masugnen, och det var då icke alltid som masugnsgången vid bessemer hölls tillräckligt varm med erforderliga kisel-

och manganhalter i tackjärnet för att blåsningen skulle giva ett gott stål med erforderlig tappningstemperatur. Därför fick man ofta mycket blåsiga göt med kallflytningar etc. Emellertid kom här bessemerstålets lättvälldhet väl till gagn, så att man genom lämpligt avpassad vällning av ämnena före deras utsmidning eller utvalsning till färdiga dimensioner kunde tillfredsställande befria stålet från de sprickor eller »roakes», som vid denna tid var stålets värsta fiende och ofta förorsakade mycket skrot vid syningen samt även klagomål från kunderna. Vällningen skedde under hammare och kunde ibland få upprepas ända till tre gånger med mellanliggande utsyningar för att få en produkt, som kunde godkännas. Vid normal gång av blåsningen var oftast en enda hammarvällning tillräcklig för en god slutprodukt.

Då bessemerprocessen och bessemerstålet i början av 1860-talet varit i tillfälle att visa, att metoden hade stora förutsättningar att bilda en ny fas i vår järnhanterings utveckling, var man dock ännu ej på det klara med att det svenska bessemerstålets blivande hemort låg på verktygsstålets område. Dess utmärkta egenskaper, eldhärdighet vid bearbetningen, lättvälldhet och goda skäregenskaper m. m. hade visserligen blivit allmänt erkända i utlandet och givit löfte om att detsamma skulle bliva en farlig konkurrent på världsmarknaden till degelstålet av billigare kvalitet, men man kunde icke förhindra eller förbise, att stålet var ojämnt och att klagomål däröver från utländska köpare ingalunda voro ovanliga. Då man därför saknade bärig grund att anlägga bessemerverk enbart för framställning av verktygsstål, gick man vid de första verkens anläggning in för att såsom huvudprodukter framställa smiden och valsgods för maskin- och andra konstruktionsändamål d. v. s. samma linje, efter vilken de utländska bessemerverken utbyggdes. Det år 1862 anlagda verket vid Sandviken utbyggdes sålunda jämte masugnar och bessemerugnar med ett valsverk för hjulringar, en ånghammare på 15 ton för smidning av kanonämnen, grövre vevaxlar och släta axlar samt mindre hammare för utsmidning av göt och för klenare maskinsmide av skiftande slag etc. Verktygsstålsmidet, representerande en mindre del av tillverkningen, nedflyttades från Högbo. Vid andra, efter hand tillkommande anläggningar utrustade man sig likaledes för maskinsmide. Småningom blevo emellertid valsverken de dominerande förädlingsorganen för den växande verktygsstålstillverkningen och i flera på 1870-talet anlagda verk utelämnades den grövre smidesutrustningen. I valsverken utvalsades bessemerstålet till tråd av låga och högre kolhalter för

Sandviken.

olika ändamål samt klenare verktygsstålsdimensioner. Bland andra valsprodukter må nämnas s. k. strips, som blev en god exportvara för tillverkning av vällda rör. En annan exportvara under första åren var ett beläggningsstål, som pålades rälshuvudet för att göra detta — rälsen i övrigt av puddeljärn — hårdare, jämnare och slitstarkare. Även här stödde sig användbarheten på stålets lättvälldhet.

Inom malmbrytningen, stenindustrien och bergsprängningen fyllde bessemerstålet behovet av ett gott, uthålligt och på samma gång billigt stål för olika slag av hammare, släggor, mejslar, för bergborrar etc. Tidigt fick stålet användning i en del verktyg för lantbruket såsom liar, skäror, delar i plogar m. m. Det konkurrerade också ut på grund av sin lättvälldhet och prisbillighet degelstålet från en mängd hårdare verktyger, där en relativt tunn stålskiva genom vällning sammanfogats med verktygskroppen av välljärn eller mjukt stål. Och i valsat eller smitt skick användes stålet för tillverkning av en mängd mindre verktyg såsom knivar, filar, mejslar, svarvstål, stansar etc. Andra exempel skulle ytterligare kunna anföras, vilka alla skulle vittna om den höga värdesättningen av det svenska bessemerstålet på exportmarknaden och bliva en förklaring till den ständigt ökade export, som det kunde glädja sig åt ända fram till sekelskiftet. Och det förhållandet, att denna utveckling icke skedde på lancashirejärnets bekostnad var för svensk järnhantering det icke minst glädjande.

Martinprocessen.

Ej fullt tio år efter bessemerprocessen infördes den av fransmannen Pierre Martin år 1866 utarbetade martinmetoden i vårt land. Dess betydelse låg från början däri, att man i denna process kunde i en flamugn smälta ned tackjärn och skrot samt genom reglering av färskningen och tillsatser av andra metaller få stål av växlande sammansättning alltefter det avsedda förbrukningsändamålet. Från kvalitetssynpunkt byggdes dess införande hos oss på vårt fosfor- och svavelrena tackjärn och skrot samt användning av ved som bränsle, vilken gav en helt svavelren gas. Förutsättningar funnos således att kunna hålla både fosfor- och svavelhalten även i martinstålet mycket låg. De första martinugnarna hade sur infodring, och de beskickades med prima träkolstackjärn samt skrot av bessemer, lancashire och fallande av egen tillverkning. Hela insatsen ledde således sitt ursprung från prima svenskt träkolstackjärn. Produkten blev också av hög kvalitet och rönte genast god avsättning på exportmarknaden. Det sura martinstålet är lättare formbart i värme och är mindre känsligt för härdsprickor än bessemerstålet. Dess vällbarhet är däremot något lägre och

dess skärförmåga och överhuvud taget dess nötningsmotstånd också mindre. I samband härmed står, att dess bearbetbarhet genom svarvning, borrning etc. är större än bessemerstålets. Även dess seghet är större, varemot dess sträckning i kallt tillstånd, vinkelrätt mot den tidigare bearbetningsriktningen är mindre, sannolikt beroende på, att martinstålets renhet från slagg icke kan i stort sett mäta sig med bessemerstålets. Bidragande till det goda namn som det svenska, sura martinstålet har på världsmarknaden har också givetvis varit den omsorg, som nedlägges på dess tillverkning såväl i fråga om valet av tackjärn som också omsorgen om riktig chargeföring sådan den förestavas av de metallurgiska lagarna. Härtill kommer den grundliga kontroll och provning i laboratoriet, varmed stålet i dess olika användningsområden följes såväl i det olegerade som det med krom, nickel, wolfram, molybden etc. legerade stålet. Konstruktionsstålen följas sålunda med mekaniska prov, såsom dragprov, slagprov och utmattningsprov; verktygsstålen kontrolleras, där så visat sig erforderligt, med härdningsprov för undersökning av graden av härdbarhet, härdfältets storlek samt mikroskopprov för att kontrollera stålets större eller mindre frihet från slagginneslutningar. Denna kontroll av förfarna metallografer i väl utrustade laboratorier har också givetvis verkat befruktande på det metallurgiska genomförandet av processerna i riktning mot ett preciserande av de punkter, som äro utslagsgivande för stålets kvalitet. Utvecklingen har på detta sätt arbetat sig fram mot allt högre kvalitet på det svenska martinstålet och bidragit att stärka förtroendet för detsamma ute på världsmarknaden. Även den basiska martinprocessen blev i sin utveckling på svensk botten ett medel att hävda svenskt ståls ställning och avsättning i marknaden, när den infördes vid sådana verk, som tidigare voro inarbetade på utlandet.

I början d. v. s. från 1890-talets mitt försökte man att i den basiska ugnen jämte mjuka produkter jämväl framställa prima verktygsstål, men man fann snart, att det basiska stålet icke kunde bibringas samma kvalitet som det stål, vilket framställdes med sur infodring i martinugnen. Detta berodde såsom senare kunnat ådagaläggas på, att de sekundära reaktionerna i stålmassan efter desoxidationsmedlens tillsättande förorsakade för stark bildning av slagger i densamma, vilka icke hunno samla sig och stiga upp ur densamma före dess stelning. För mjukare stålsorter däremot passade det prima basiska martinstålet synnerligen väl. Vår på sin tid stora export av ämnen för marin-

ångpannetuber, tuber för landpannor av olika slag, mjuka rörämnen för kalldragning till en massa olika ändamål samt vår stora export av solida ämnen för rörens framställning i utländska verkstäder vilade till allra största delen på basiskt stål. Och av högre kolhalter upp till 0.50 % kol exporterades rörämnen av basisk härkomst för velocipedrör, kallvalsat bandstål för pressningsändamål etc. Att det basiska stålet kunde hållas på en för dylika produkter erforderlig hög nivå får tillskrivas, att vi före världskriget hade tillgång till ett högvärdigt skrot inom våra landamären, härstammande från vårt välljärn och även från vår bessemer, att smältas tillsammans med ett gott, svavelrent tackjärn. Understundom har även i fackkretsar det basiska martinstålet dålig klang. Man får emellertid icke förväxla prima basiskt martinstål av lägre kolhalter med det i basisk ugn framställda s. k. handelsjärnet, där varken tackjärnet, skrotet eller chargeföringen göra anspråk på att fylla betingelserna för en prima stålprodukt. Handelsjärnet tillverkas uteslutande för konsumtion på den inhemska marknaden i konkurrens med importerat billigt stål. Det går således aldrig ut på exportmarknaden.

Elektrostål.

Vår tredje kvalitetsstålprodukt, elektrostålet, har icke nått en sådan utveckling, att den kan sägas vid sidan av bessemer- och martinstålet hava erövrat någon ännu så länge bemärkt plats på världsmarknaden. Visserligen uppgår elektroståltillverkningen till c:a 20 % av vår totala ståltillverkning, men största delen härav faller på handelsjärnstillverkningens område. Enligt 1931 års bergsstatistik uppgick för detta år kvalitetsstålet i elektrisk ugn till endast 13 % av summa tillverkat kvalitetsstål. För år 1932 var siffran något högre eller 14.5 %. Givetvis gå en del av dessa elektrostålprodukter ut på export och bidraga till att befästa svenskt ståls ställning i marknaden samt fylla de luckor, där svenskt bessemer- och martinstål icke visat sig lämpliga eller tillfyllest. Detta gäller särskilt på de legerade stålens område, där de höglegerade krom-, nickel- och wolframstålen äro svåra att framställa i martinugn på grund av de höga tillsatserna och de metallförluster, som i denna ugn äro oundvikliga. Av de olika elektriska ugnstyperna synes den sist tillkomna induktionsugnen, den s. k. högfrekvensugnen, kunna bliva av betydelse för svensk kvalitetstålstillverkning. I densamma kan utan nämnvärd metallförlust och oxidation av stålet omsmältas skrot av krom- och kromnickelstål m. m. med höga halter av legeringsämnen, vidare smältas charger bestående av tackjärn och järnsvamp m. m. Sedan högfrekvensugnen numera

kan utföras i driftsekonomiska storlekar, hyser man i metallurgiska kretsar den förhoppningen, att denna process skall bliva en ny fas i vår ståltillverkningsutveckling såväl i fråga om hög kvalitet som alldeles särskilt i fråga om konkurrenskraft med utländskt elektrostål, ökad i den mån vi kunna åstadkomma den erforderliga tackjärnskvaliteten och järnsvampen till lägre pris samt billigare elektrisk energi.

Kvalitetsfrågan.

Till mannen av facket har mången gång riktats frågan: vari har man att söka den innersta grunden till det svenska stålets goda namn på världsmarknaden? Den tillfrågade har visat på våra rena malmer, vårt träkol, vår yrkesskicklighet, vårt arbete i små enheter m. m. Allt detta har sin riktighet, men vi få icke förglömma eller förtiga, att man numera kan i utlandet av dess mindre rena råvaror i den elektriska stålugnen framställa stål, som är ur analytisk synpunkt likvärdigt med vårt stål och konkurrerar med detta på marknaden, och hos vilket man ej heller med de olika fysikaliska metoder, som vetenskapen numera ställt i metallforskningens tjänst, hittills kunnat uppvisa någon skillnad med det svenska. Om således vetenskapen alltjämt icke kommit så långt, att den kan framlägga sina bevis för vårt ståls överlägsenhet, så äga vi dock fullgiltiga bevis härför i det anseende och den marknad, som vårt stål trots allt än i dag äger i alla kulturländer med utvecklade behov av kvalitetsstål. I Amerika, England, Tyskland m. fl. större industriländer köper man alltjämt svenskt stål för de mest krävande behoven. Liksom man tidigt kunde exempelvis konstatera det svenska bessemerstålets överlägsenhet såsom bergborrstål, har det svenska ihåliga borrstålet av bessemer och martin i våra dagar marknad över hela jorden. Den svenska valstråden är det förnämsta materialet för dragen tråd till högklassiga linor, till pianotråd, till fjädrar etc. De bästa urfjäderkvaliteterna tillverkas av svenskt material, och rakklingor av svenskt stål gälla som de förnämsta, liksom vårt kallvalsade stål i allmänhet representerar alltjämt det bästa i marknaden. Av mjukare stålsorter må såsom ovan skett framhållas det svenska stålets omfattande användning för varmvalsade och kalldragna rör för djuppressning m. m. Många andra exempel skulle kunna anföras.

För att återvända till frågan om grunden till att vårt stål intager denna förhöjda ställning på den internationella stålmarknaden, så är det givet, att var och en, som stått hanteringen nära, och som jag skulle vilja uttrycka det under en längre följd av år »umgåtts med stålet»,

har sökt att skaffa sig en mening härom, byggd på de metallurgiska lagar, vilka äro sedan länge kända, och på den inom ramen av dessa samlade erfarenheten rörande de olika processerna och den stålprodukt, de under olika förhållanden lämna. Även med risk att göra framställningen lång, anser jag mig i detta sammanhang hava fog för att ingå på spörsmålet i fråga något vidlyftigare.

Grundläggande för vårt järns och ståls kvalitet har hittills varit tackjärnet, huvudsakligen framställt med porösa träkol av barrved i blästermasugnar. Dess analytiska sammansättning i vad det rörer de genom kemisk analys åtkomliga beståndsdelarna har under decenniernas förlopp icke undergått någon förändring, utan denna har avpassats efter de olika färskningsprocesser, för vilka det avsetts såsom lancashire-, bessemer- och martintackjärn. Inom dessa grupper hava mangan- och kiselhalterna varierats, mest inom den sistnämnda gruppen. Däremot hava masugnarna och det ingående malmmaterialet ändrats. Masugnarna hava ständigt förstorats. Från en dygnsproduktion av några få ton är den numera uppe i 25—30 ton. De gamla masugnarna arbetade med en forma och relativt kall bläster, nu har man 4—6 formor och en blästertemperatur ända upp till 450°. Bränslet, d. v. s. träkolet, har endast förändrats till sin genomsnittliga grovlek, kolen äro mindre genom att numera huvudsakligen gallringsved användes, medan förr, innan ännu cellulosan kommit till, de framställdes till stor del av grövre skog. Materialet är alltjämt huvudsakligen gran; från mellan- och södra Sverige innehålla träkolen ibland något björkkol, som visserligen är värmestarkare, men ur kvalitetssynpunkt mindre önskvärda. De fosforfattigaste kolen erhållas från Norrland.

I äldre tider användes endast de järnrikare styckemalmerna, då man ännu icke lärt sig att genom anrikning tillgodogöra sig de vid brytningen fallande järnfattigare sekundamalmerna. Av ekonomiska skäl tog man dock med malmer med ända ned mot 40 % järn, vilket hade till följd, att beskickningen å masugnarna trots en del rika malmer i densamma oftast var ganska järnfattig, ned mot 45 %. Man började emellertid på 1880-talet krossa och magnetiskt sovra sekundamalmen, och så följde strax efter sekelskiftet malmens finkrossning i kulkvarn och krossgodsets våtmagnetiska separation, varigenom ur sekundamalmen utvanns en pulverformig malm, benämnd slig, med 60 % järn och däröver. Var sligen tillräckligt svavelren, uppsattes den direkt på masugnen. För att avlägsna den ofta rätt höga svavelhalten och överföra sligen till styckeform övergick man dock snart

till en briketteringsmetod, uppfunnen av doktor G. Gröndal. Briketterna pressades i slagpress och utan bindemedel till kvadratiska plattor, staplades på vagnar, vilka passerade en ugn, där briketterna brändes vid 1200—1300° temperatur. Sedermera har denna agglomereringsmetod ersatts av den billigare sintringsmetoden, där sligen genom inblandat fast bränsle, koks- eller träkolsstybb, upphettas till nyssnämnda sintringstemperatur. I början stannade man vid påsättning på masugnen vid 15—25 % på dylikt sätt till styckeform överförd slig, och det visade sig, att den högt oxiderade, porösa malmformen medförde en ej obetydlig nedgång i träkolsförbrukningen. I mån som å ena sidan anriknings- och agglomereringstekniken utvecklat sig tekniskt och förbilligats, å andra sidan träkolspriset stigit, har påsättning av sinter ökats och för närvarande gå en del masugnar med 100 % sinter, därvid man inbesparar c:a 20 % träkol.

Bakom vårt nuvarande tackjärn som underlag för järn- och ståltillverkningen ligga således stora förändringar, först ökade dimensioner hos masugnen, högre blästertemperatur etc. och så under de senaste tjugofem åren stora förändringar i malmbeskickningen, rikare, mera lättreducerade malmer medgivande en starkare drivning och en avsevärd kolbesparing. Givetvis har man härunder med största uppmärksamhet sökt att få insikt om dessa förändringars inverkan på tackjärnets kvalitet sådan den återkommer i det framställda stålets. Och varnande röster och erfarenheter hava icke saknats. När briketteringen av pulverformig malm var färdig, anlades masugnar för beskickning med enbart briketter med järnhalt över 65 %. Man fick ojämn gång i dessa masugnar, med ojämna analyser och kvalitet hos tackjärnet, som gick direkt på export. Det svenska tackjärnet fick genom detta »brikettackjärn» en på sin tid kännbar knäck på världsmarknaden. Och vad värre var, även det svenska stålet fick sin beskärda del av kritiken. Större försiktighet anlades givetvis av de ståltillverkande bruken, och kritiken mot användandet av briketter eller sinter i beskickningen är nu för tiden av så att säga mera lokal natur eller spontan.

Brikettering.

När man nu på en del håll gått in för enbart sinterbeskickning, har detta givetvis skett under vissa försiktighetsåtgärder. Man har sålunda sänkt järnhalten hos sligen för att få med tillräcklig mängd bergart, som vid smältningen i form av slagg skyddar tackjärnet, då det passerar oxidationszonen framför formorna i masugnen. I denna zon, i vilken luften för kolets förbränning införes, finnes nämligen

Sintring.

ett visst område, där fritt luftsyre är för handen, innan kolets förbränning hinner ske. Förbränningen får antagas först gå till kolsyra, vilken dock mycket snabbt genom de närvarande träkolens lättförbränneligheter överföres till den ur oxidationssynpunkt neutrala koloxiden. En delvis oxidation av det järn, som passerar i focus framför formorna, är således icke helt utesluten och därför måste en tillräcklig mängd slagg anses här äga en järnet skyddande uppgift. Koksen är ett långt mera svårförbränneligt reduktionsmedel än träkolet, och därför är det oxiderande området i formtrakten avsevärt större i en koksmasugn än i träkolsmasugnen. Häri får man helt visst söka en av huvudorsakerna till, att träkolstackjärnet är för stålframställning av högre kvalitet än kokstackjärnet. Förklaringen till den låga kolåtgången vid sinterbeskickning är, att reduktionen vid denna sker i övervägande grad med gas i högre delar av pipan, huvudsakligen med koloxid, medan vid styckemalmsbeskickningar denna s. k. indirekta reduktion är av ringa omfattning, utan reduktionen sker till väsentlig del med kol i masugnens nedre del. Denna direkta reduktion kräver avsevärt med värme, medan den indirekta med koloxid är svagt värmealstrande. Vid ett visst rätt lågt temperaturområde sönderdelas också medelst katalys koloxid i kolsyra och fritt kol; det senare uppträder vid kolreduktionen längre ned i pipan.

En annan faktor, som av erfarenheten att döma har inflytande på tackjärnets kvalitet och därför bör ägnas uppmärksamhet vid sidan av beskickningsförhållandena och reduktionens förlopp, är temperaturen i masugnens nedre del. Mycket tyder på, att denna hittills icke särskilt uppmärksammade fråga bör med den nutida utvecklingen alltmera beaktas. Erfarenheten har givit vid handen, att i flera fall en hög blästertemperatur bör undvikas. Vid blåsning av wallontackjärn för beredning av wallonjärn som underlag för högsta kvalitet degelstål använder man sedan gammalt kall bläster eller åtminstone ej högre temperatur än att slaggen kan utan svårighet avrinna ur masugnsstället. För högsta tackjärnskvalitet för kokillhärdade valsar använder man bäst ett s. k. kallblåst tackjärn och även i ståltillverkningen har det kunnat konstateras, att en lägre blästertemperatur vid tackjärnets tillverkning är till nytta. När i masugnen den värmeslukande reduktionen med kol är förhärskande, så är det av ekonomisk betydelse att med blästern kunna tillföra en del värme för att minska på träkolsförbrukningen; är åter såsom vid enbart sinterbeskickning denna reduktion till väsentlig del ersatt med reduktionen med kol-

oxid högre upp i masugnspipan, är betydelsen av varmbläster mindre, och man bör därför i sådant fall gå ned med blästertemperaturen så långt tackjärnets analys och övriga förhållanden det medgiva. Genom en lägre blästertemperatur är det också icke minst vid sinterbeskickning lättare att hålla en jämn gång med ren slagg hos masugnen. För järnets skydd vid passagen förbi formorna bör finnas ej blott tillräckligt med slagg, utan dess beståndsdelar böra vara i intim närhet av varandra redan i sintret. Av värmetekniska skäl har man tidigare vid styckemalmbeskickningar använt hög mursättning. Härvid kommer dock en relativt större del av det utreducerade järnet att passera genom formfoci och blir sålunda mera utsatt för den oxiderande atmosfärens inverkan. Därför måste det vara principiellt riktigt, även om detta till någon del sker på bekostnad av kolåtgången, att vid lättreducibla beskickningar söka hålla malmen inåt mitten, där järnet således vid passage genom formnivån är mindre utsatt för oxiderande inverkan. Av samma skäl bör ej heller blästerpressionen vara för hög, ej heller formornas antal för stort. Drivningen måste helt inställas efter möjligheterna att hålla jämn och ren gång, så att det tillverkade tackjärnet blir av ensartad analys och egenskaper. Detta senare är *a* och *o* vid den moderna masugnen, och därefter måste utan dagtingan drivningen och förhållandena i övrigt anpassas. Ju mindre värme, som tillföres masugnen genom träkolet desto viktigare är det sålunda, att driftsförhållandena i övrigt äro jämna; icke minst gäller det, att träkolet med dess dominerande inflytande på värmeförhållandena har en jämn, ej för hög fuktighetshalt.

Järnsvamp.

Ett visst belägg för att en hög temperatur vid framställning av järnet ur malmen icke är välgörande för kvaliteten vid nedfärskning till eller omsmältning till smidbart järn hava vi i den på senare tid tillkomna järnsvampen. Denna framställes ju genom reduktion av malm medelst kolpulver eller gas, innehållande koloxid och något väte, vid en temperatur av högst 1100°. Det reducerade järnet har således icke varit smält eller utsatt för en upphettad luftström. Erfarenheten har visat, att järnsvampen ger, smält tillsammans med ett lämpligt tackjärn, ett stål av synnerligen hög kvalitet, och det ligger därför nära till hands att söka förklaringen härtill däri, att järnet i densamma aldrig varit upphettat till så hög temperatur, och i sådan atmosfär, att smältning, oxidation eller upptagning av gaser kunnat äga rum.

Även en onödigt hög temperatur å stålet vid dess framställning kan

bliva till skada. Så är det med degelstålet och även med bessemerstålet. Het gång i bessemerprocessen ger ett verktygsstål, som blir skört och ojämnt vid härdningen och vid kallvalsning hårt och knastrigt, vilket torde få utom på den höga temperaturens fysiska inflytande jämväl tillskrivas en ökad mängd i stålet kvarvarande gaser, koloxid och väte. En blåsning, vars tackjärn icke är övervarmt från masugnen och vars gång i konvertern är stadig med jämnt stegrad temperatur utan reglering med skrottillsats och utan överoxidation av slaggen med tillhörande utkok ger det bästa stålet. I detta sammanhang kan också antecknas, att om tackjärnet av normal analys är kallt från masugnen och gången är stadig, men kall i konvertern (blåsningen »nödsatt»), erhålles ett synnerligen gott stål, som visat sig utmärkt för bergborrar, kolhalt c:a 1.00—1.10 %, och även för borrning i vitt tackjärn, för svarvning av kokillhärdade valsar etc. Enahanda är förhållandet i den sura martinugnen. Jämviktsförhållandena mellan metallbadet och slaggen äro dock här mindre utpräglade, badet måste genom en sista operation desoxideras och legeras genom metalliska tillsatser, såsom mangan och kisel. Härvid uppstå reaktioner, som under vissa förhållanden hava ett skadligt inflytande på stålets kvalitet. I en väl genomförd bessemerprocess äro dylika tillsatser obehövliga och skulle, om de användes, sänka stålkvaliteten. Vad som gäller martinstålet gäller även i viss mån elektrostålet.

Alla de förhållanden, som vid de olika processerna visat sig äga inflytande på stålens kvalitet, beaktas numera med ökad skärpa av våra metallurger, och genom vetenskapliga forskningar söker man att ytterligare klarlägga de grundvalar, på vilka stålframställningen bör vila. Om man under detta arbete måste ställa på avskrivning en del av tidigare rådande uppfattningar om exempelvis slig, briketters och sinters dåliga inverkan på tackjärnets och därmed stålets kvalitet, så får den ansvarige driftsmetallurgen å andra sidan icke giva åt ståltillverkningen en uteslutande karaktär av enbart apotekeri, så länge icke vetenskapen på ett fullt vederhäftigt sätt lyckats klarlägga det innersta i kvalitetspörsmålet. Man får sålunda exempelvis icke tro, att man kan göra en förstklassig råskeneprodukt genom att i lancashirehärden blanda ett grått tackjärn med vitt av kokkaraktär till en genomsnittsanalys, sammanfallande med den hos ett ensartat för ändamålet fullt dugligt tackjärn. Vid provningen hos en Sheffield-degelstålstillverkare har den förra blandningen givit en rödskör, minder-

värdig produkt för prima degelstål, medan det riktiga, ensartade tackjärnet, tillkommet under en klanderfri hyttgång, givit en rödskörsfri produkt och efter uppkolning till brännstål och smältning ett förstklassigt stål. Även i martinugnen hava dylika blandningsoperationer misslyckats; det helvita tackjärnet från oren gång i masugnen nedsätter, även i ringa mängd, det framställda stålets kvalitet.

Alla metallurger i vårt land äro besjälade av iver att genom sitt arbete bidraga till att svenskt stål alltjämt skall bibehålla en plats och fylla ett behov på världsmarknaden. Detta arbete måste ske på två fronter, den kvalitativa och den ekonomiska. Den senare spelar ju mer och mer en avgörande roll och måste därför mera beaktas än tillförne. Men man får härvid icke frestas att släppa efter på kvaliteten. Och det ser ingalunda hopplöst ut att de båda linjerna skola kunna flyttas fram hand i hand mot mera betryggande positioner än för närvarande under förutsättning, att den konstlade nuvarande världssituationen ersättes med normala förhållanden. Lyckas vi sålunda framställa vårt oumbärliga tackjärn till lägre pris utan att det sker på bekostnad av kvaliteten och att framställa järnsvampen till det pris, vi kalkylera med, så hava vi hunnit ett stycke framåt mot ett lägre metallpris. Om därjämte den elektriska stålsmältningen, främst i högfrekvensugnen, kan vinna kvalitativ terräng och ekonomisk framryckning genom ett lågt smältkraftpris och låga omkostnader i övrigt, så hava vi säkerligen ett gott försprång framför andra länder på den internationella stålmarknaden. Men man får därmed icke kritiklöst skära bort de gamla stålprocesserna. Bessemerstålet har på grund av sina säregenskaper ännu en, låt vara mot förr obetydlig marknad, samma kan också inför de elektriska processernas sannolikt kommande genombrott bliva förhållandet med martinprocessen. Och minst av allt får man, åtminstone enligt min mening, bortse från tackjärnets betydelse även i den framtida ståltillverkningen, särskilt när det gäller stål på verktygsstålets område, vare sig olegerat eller legerat.

Man må därför hoppas, att vi alltjämt skola kunna uppträda med världsmarknadens förnämsta stål och därigenom i fortsättningen göra oss förtjänta av det yttrande, som för femtio år sedan fälldes av professor Josef von Ehrenwerth i hans arbete »Das Eisenhüttenwesen Schwedens», Leipzig 1885:

»Die ausgezeichnete Qualität des schwedischen Eisens weist Schweden den ersten Platz unter jenen Ländern an, die Stahl erster Qualität erzeugen und Waaren von höchster Vollendung erzeugen sollen.»

I tab. I återgivas tillverkningskvantiteterna pr år för de järn- och stålgrupper, som ligga bakom vår export av järn och stål. Man ser härav hur dominerande det sura martinstålet numera är.

Till sist följer i tabell II ett statistiskt avsnitt av vår export av smitt och valsat järn och stål från tiden strax före och för åren efter världskriget.

Man finner härav, att vår export efter världskriget gått avsevärt tillbaka i jämförelse med sista fredsåret 1913. Huru mycket av denna minskning, som får tillskrivas den internationella depressionen, tullmurarna eller konkurrensen med det utomlands tillverkade kvalitetsstålet, närmast elektrostålet, undandrager sig varje bedömande. Anmärkningsvärt är förskjutningen i produktionens art sådan denna framgår av posten »övrigt valsat».

Stockholm, februari 1933.

TABELL I.

Tillverkning av järn och stål åren 1876—1932, ton

År	Lancashire m. m.	Bessemer	Martin		
1876—1880	116.125	21.974	3.498		
1881—1885	153.495	47.976	14.077		
1886—1890	205.945	73.102	47.489		
1891—1895	215.770	88.089	83.981		
		Sur bessemer	Sur martin		
1896—1900	193.147	74.235	113.706		
1901—1905	183.031	47.295	119.385		
1906—1909	156.407	37.375	135.144		
1910—1914	144.361	41.141	162.658		
1915—1919	101.933	20.562	204.509		
1920—1924	42.528	16.048	113.244		
1925	42.862	20.098	184.679		
1926	30.485	19.003	163.752		
1927	31.474	15.699	174.422		
1928	33.497	16.848	201.009		
1929	35.920	13.471	238.050		
1930	26.636	9.255	165.652	Elektrostål (kvalitetsprodukt)	
1931	12.278	5.635	135.388		30.133

TABELL II.

Tillverkning och export av valsade och smidda järn- och stålprodukter.

År	Valsade produkter ton												Smitt stångjärn och stål	Summa
	Ämnen	Tubämnen		Stångjärn		Vinkeljärn och balkar	Järnvägsskenor	Band- och finjärn	Valstråd	Grov- och mediumplåt	Tunnplåt	Övrigt valsat		
		Massiva	Ihåliga	Grövre	Medium									
1913, tillv.	22.324	23.675	27.763	38.312	91.601	28.042	2.570	99.339	72.127	30.655	24.484	13.560	37.544	511.996
» exp.	66.3%	93.3%	38.4%	55.9%	35.7%	5.2%	—	43.0%	46.2%	2.5%	0.7%	14.2%	55.6%	39.6%
1925, tillv.	17.925	13.153	12.579	20.081	66.348	15.879	236	83.870	44.628	17.089	35.733	13.552	10.779	351.852
» exp.	61.0%	41.3%	30.8%	31.0%	30.1%	3.0%	—	23.4%	49.0%	5.4%	9.0%	31.7%	44.0%	28.9%
1926, tillv.	13.835	12.770	15.788	18.888	62.934	14.602	258	78.015	52.504	17.900	41.408	14.805	11.208	354.915
» exp.	60.0%	34.5%	33.0%	41.4%	31.2%	3.0%	—	24.4%	47.3%	6.2%	9.2%	27.9%	39.3%	29.1%
1927, tillv.	12.488	12.738	16.929	22.565	58.908	16.027	1.586	75.835	54.642	18.038	39.732	12.357	11.324	353.169
» exp.	60.0%	28.0%	34.8%	38.1%	36.5%	11.6%	—	21.6%	43.7%	6.2%	4.3%	31.5%	35.9%	28.4%
1928, tillv.	15.988	13.654	20.040	27.946	73.990	17.958	6.777	83.919	68.909	20.096	45.486	14.140	14.950	423.853
» exp.	48.6%	20.3%	37.0%	38.9%	31.1%	11.9%	—	22.2%	35.4%	10.3%	2.3%	34.4%	41.6%	26.3%
1929, tillv.	29.032	15.776	26.136	37.847	82.902	20.433	16.120	92.171	78.031	23.948	54.293	18.565	18.460	513.714
» exp.	31.0%	6.9%	30.5%	37.2%	34.5%	6.6%	—	20.0%	36.8%	4.6%	3.3%	42.5%	40.7%	24.8%
1930, tillv.	11.830	14.813	27.387	24.989	65.700	19.030	16.211	75.094	66.749	21.991	49.592	13.948	15.542	422.876
» exp.	48.1%	3.4%	31.5%	29.6%	31.2%	7.0%	0.1%	18.4%	27.6%	4.1%	2.1%	36.6%	37.5%	21.1%
1931, tillv.	12.471	18.056	17.306	86.569		22.999	17.201	57.241	72.018	17.281	50.591	41.624	10.692	424.409
» exp.	59.6%	3.8%	—	23.8%		5.5%	0.1%	18.3%	28.3%	4.0%	3.1%	51.0%	14.7%	20.2%