Den svenska ferrolegeringsindustrins pionjärskede

Av Curt Ericsson

Behovet av ferrolegeringar[1] uppstod, när götstålsprocesserna infördes; först degelståls-, senare bessemer-, thomas- och martin-processerna. Till en början fick detta tillgodoses med användning av spegeljärn, högkolhaltigt ferromangan och ferrokrom samt kiseljärn med max 15 % Si, vilka produkter kunde framställas i masugn samt beträffande ferrokrom även i flamugn, martinugn e dyl. Övriga ferrolegeringar fordrar för sin produktion så hög temperatur och sådana reduktionsförhållanden (låg syrepotential), att de bäst eller endast kan tillverkas med hjälp av elenergi – antingen direkt i elektrisk ugn med kol som reduktionsmedel eller med hjälp av reduktionsmedel Si och Al, som framställts i elektrisk ugn.

Sådana ferrolegeringar kunde alltså, liksom andra elektrokemiska produkter, först tillverkas i industriell skala, sedan det blev tillgång till större eleffekter, dvs sedan den elektriska industrin fått sitt genombrott i slutet av 1800-talet. Det var utbyggnaden av vattenkraften, som därvid blev betydelsefull genom att ge elenergi till jämförelsevis lågt pris.

Redan vid sekelskiftet fanns en rätt betydande tillverkning på elektrisk väg av ferrolegeringar i främst Frankrike, där vattenkraftverk byggts i Alperna och sådana pionjärer som Moissan, Girod och Héroult var verksamma. I vårt land kom produktion i gång jämförelsevis sent: omkring år 1904 vid AB Héroults Elektriska Stål i Kortfors[2] (Karlskoga Bergslag) samt 1907/08 vid Gullspångs Elektrokemiska AB[3] och Domnarfvet[4]. Dessutom hade kiseljärn redan år 1901 erhållits som biprodukt vid produktion av karbid i Månsbo (Avesta).[5]

Elektrotermisk framställning av andra produkter hade emellertid tagits upp några år tidigare, nämligen:

karbid: år 1897 vid Trollhättans Elektrothermiska AB[6]
år 1899/1900 vid Alby (Medelpad),[7] Månsbo och Kortfors[2]
zink: år 1903 vid Trollhättans Elektrothermiska AB[6]

Detta torde ha varit av en viss betydelse, eftersom ugnarna och övrig utrustning i stort sett var desamma som inom dåtidens ferrolegeringsindustri. Därigenom blev man förtrogen med tekniken, vilket inte minst var av värde för landets växande elektroindustri med namn som Nya Förenade Elektriska AB i Ludvika och ASEA.

Tabell 1 De väsentligaste, under pionjärtiden producerade ferrolegeringarna

Pos	Benämning	Beteckning	Typanalys %				
			Si	Mn	Cr	Al	C
	Kiseljärn: 15 %-igt	15 % FeSi	15				1
	25 %-igt	25 % FeSi	25				0,6
	45 %-igt	45 % FeSi	45				0,1–0,2
	75 %-igt	75 % FeSi	75				0,1–0,2
	90 %-igt	90 % FeSi	90				0,1–0,2
	Spegeljärn	–	<1	ca 20			4–5
	Silikospiegel	–	7–15	15–35			0,7–3,5
	Kiselmangan: max 15 % Si	SiMn max 15 Si	12–15	70–75			2,5–3,5
	max 20 % Si	SiMn max 20 Si	15–20	65–75			1,0–2,5
	max 25 % Si	SiMn max 25 Si	20–25	65–75			0,5–1,0
	Manganjärn: högkolhaltigt	HC-FeMn	ca 1	75–80			7
	Ferrokrom: högkolhaltigt	HC-FeCr	0,5–1,5		60–70		4,0–8,0
	affiné	LC-FeCr	0,5–2,0		65–70		ca 0,1
	Kiselkrom	SiCr	45–50		30–33		ca 0,1
	Kiselaluminium	SiAl	45			20	ca 0,6
	Kiselaluminiummangan	SiAlMn	20	20		20	

En naturlig tidsgräns för denna redogörelse föreligger i krisåren på 1920-talet, då pionjärskedet för ferrolegeringsindustrin kan anses avslutat. Under denna period hade ett stort antal smältverk och ugnsenheter kommit till, särskilt under krigsåren med sin för industrin ifråga gynnsamma komjunktur. Så följde efterkrigsåren med sin svåra ekonomiska kris, då åtskilliga smältverk måste slås igen och endast de livskraftigaste blev bestående.

Pionjärverken

Tabell 2 innehåller en lista på de *legeringsverk för elektrisk smältning*, som anlades under pionjärskedet. Det kan tillfogas att spegeljärn tidvis producerades i Schisshyttans masugn åren 1871–1905.[5] Dessutom förekom tillverkning av högkolhaltigt ferrokrom[5, 8, 9] (kromtackjärn) under åren 1887–1909 vid en anläggning på Hisingen genom smältning i flamugn och åren 1894–1908 hos Stridsberg & Björk (Trollhättan) genom smältning i martinugn. Dessa FeCr-processer var emellertid mycket kostsamma och kunde ej existera sedan den elektriska smältningen kommit igång på allvar och dessutom gav en bättre produkt.

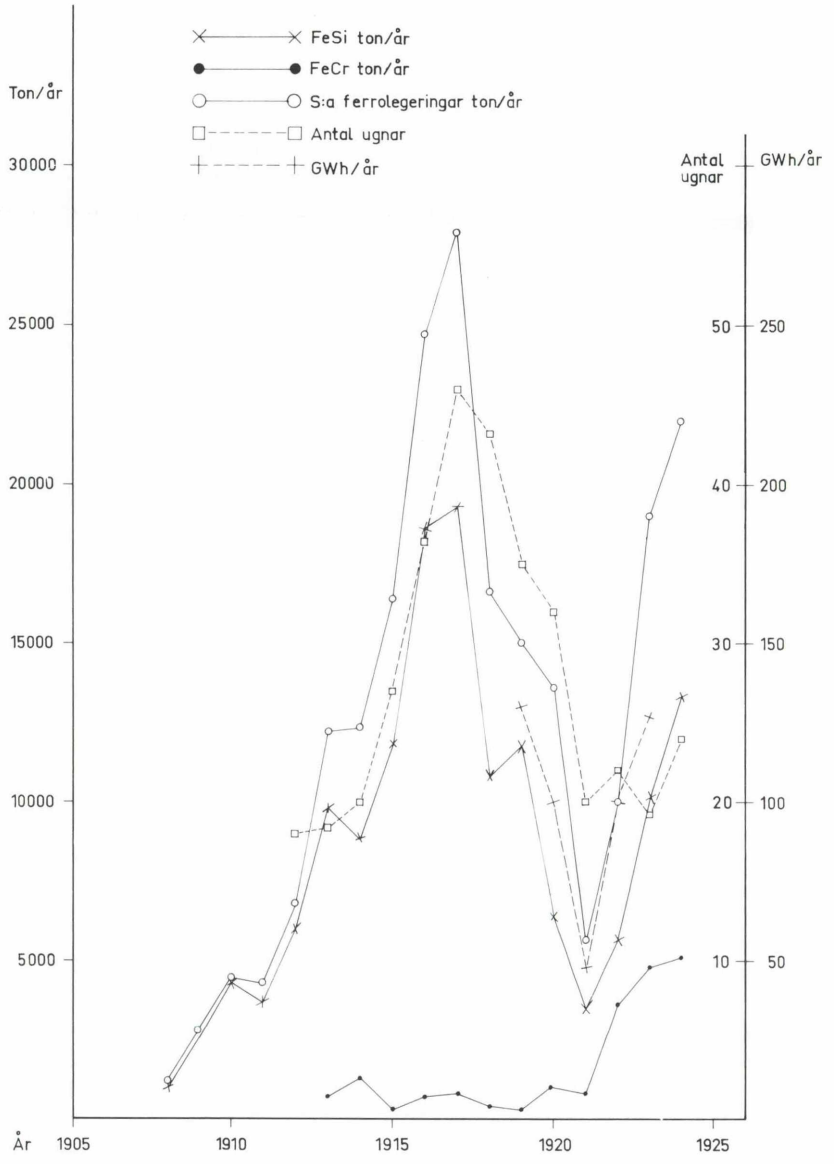
I tabell 2 anges även den totala livstiden för varje anläggning samt de huvudprodukter, som framställdes under pionjärtiden. Huvuddragen i utvecklingen av den samlade svenska ferrolegeringsindustrin kan följas med hjälp av de uppgifter, som sedan år 1908 och fram till år 1970 meddelades i Statistiska Centralbyråns publikation "Bergshantering".[10] Därifrån inhämtade data om årsproduktionen av alla

Tabell 2 Pionjärtidens ferrolegeringsverk för elektrisk smältning

Pos	Anläggning eller företag	Ort	Period för elektr prod av ferroleg	Pionjärtiden (t o m 1924)	
				Ung max inst ugns-effekt MW	Producerade ferroleg (tonnagemässigt viktiga)
1	AB Ferrolegeringar	Trollhättan	1913–1986	9	HC-FeCr, LC-FeCr, FeSi, FeSiAl m m
2	A Karlsons Smältverk	Trollhättan	1916–1932	2,5	SiMn, FeSi
3	AB Mangano-Silicium	Trollhättan	1918–1920	3	SiMn, HC-FeMn
4	E Olaussons Smältverk	Trollhättan	1916–1921	ca 0,7	FeSi (sannolikt)
5	Trollhätte Cyanidverk	Trollhättan	1918–1920	ca 0,7	FeSi (sannolikt)
6	Wargöns AB (nu Vargön Alloys)	Vargön	1912–	17	FeSi, SiMn
7	Gullspångs Elektrokemiska AB	Gullspång	1909–1984	4,4	FeSi
8	Hagfors Järnverk (Uddeholms AB)	Hagfors	1917–1968	1,4	HC-FeMn, SiMn
9	AB Héroults Elektriska Stål	Kortfors (Karlskoga Bergslag)	1904–1919	1,5	FeSi, FeCr
10	Domnarfvets Järnverk (Stora Kopparbergs Bergslags AB)	Domnarvet	1907–1945	8	FeSi, HC-FeMn, SiMn
11	Sandsta AB	Hagge (nära Smedjebacken)	1912–1921	1,7	FeSi
12	AB Alo (senare Kraftmetall AB)	Arboga	1917–1928	ca 1,5	FeSi (ngt HC-FeMn, SiMn)
13	Stockholms Superfosfat Fabriks AB	Månsbo (Avesta)	1901–1920	ca 0,7	FeSi (delvis ss biprod v karbid)
14	Avesta Jernverks AB	Avesta	1917–1924 1927–1976	ca 0,7	FeSi
15	Ljusne-Woxna AB	Woxna (Hälsingland)	ca 1918–1920	0,7	FeSi
16	Stockholms Superfosfat Fabriks AB (nu AB Kema Nobel)	Ljungaverk (Medelpad)	1919–	6	FeSi, FeSiAl
17	Porjus Smältverk	Porjus (Lappland)	1917–1921 1927–1959	3,7	FeSi, FeSiAl, FeMn

legeringar samt antalet tillgängliga ugnsenheter har i diagramform återgivits i fig 1. Uppgift på den samlade elkraftförbrukningen, vilken är en god indikator på industrins utveckling, finns tyvärr ej angiven före år 1919.

Av de 17 legeringsverk,[11] som anlades under pionjärskedet, erhöll 10 st sin elkraft från privata kraftverk. Därav tillhörde 7 legeringsverk, nämligen de i Gullspång, Hagfors, Domnarfvet, Månsbo,



1. Produktionen av ferrolegeringar och antalet legeringsugnar. 1908–1924.

Avesta, Woxna och Ljungaverk, samma företag som kraftverken ifråga. Övriga 7 legeringsverk fick sin elkraft från Statens Vattenfallsverk. De 5 verken på Trollhättans Stallbacka-område samt verket i Vargön fick samtliga sin elkraft från Olidestationen i Trollhättan[12,13] (etapp 1 om 22 MW klar 1911 men redan 1914 utbyggd till 88 MW). Legeringsverket i Porjus togs i drift år 1917,[14] strax efter det att första etappen (38 MW) av Vattenfalls kraftverksutbyggnad blivit klar.

Ferrolegeringsindustrins förutsättningar

I detta skede var legeringsverken liksom en del annan elektrokemisk industri, främst karbidverken, eftertraktade förbrukare av elenergi för de nyanlagda kraftverken – något som även märktes på att så många elkraftproducenter själva skaffade sig smältverk. Till detta bidrog, att dylika anläggningar kunde förläggas nära kraftverken, vilket var en stor fördel, när kraftnäten ännu ej var utbyggda i större omfattning. Vidare utgjorde sådana anläggningar jämförelsevis stora elkraftkonsumenter, som kunde köras med varierande belastning eller t o m vid vattenbrist helt ställas av utan annan teknisk olägenhet än produktionsbortfallet. Detta var av särskilt värde, innan de elkraftproducerande vattendragen var ordentligt reglerade samt möjliggjorde även ett bättre utnyttjande av vår- och höstflodens goda tillgång på elkraft. Ytterligare en bidragande orsak torde ha varit, att ett smältverk investeringsmässigt inte behövde vara alltför betungande.

Billig elkraft

Vad som anförts hade till följd, att legeringsverken kunde köpa elkraften till ett mycket förmånligt pris, alternativt få en låg interndebitering för kraften. Visserligen medförde den intermittenta ugnsdriften svårigheter för arbetskraften, men detta var ännu inget stort problem. Arbetarna utgjordes dessutom ofta av småbrukare, skogsarbetare m m, som också hade annat arbete att falla tillbaka på.

Även om billig elkraft var – och är – den primära förutsättningen för legeringsproduktion, fanns även andra gynnsamma faktorer. Här kommer de viktigaste att redovisas, varvid början göres med sådana av mer generell karaktär. I första hand kan nämnas den stora aktivitet, som då utvecklades för *landets industrialisering* och som bl a tog sig uttryck i utbyggnaden av vattenkraftresurserna.

Landets stålindustri utgjorde en näraliggande och sakkunnig *kundkrets.* Den fick också i stor utsträckning tillgodose den nya branschens behov av kunnig arbetskraft på olika nivåer.[15]

Redan år 1911 infördes ett betydande *tullskydd* för några av legeringsverkens huvudprodukter, nämligen sådana med min 15 % Si, främst FeSi och SiMn. Tullskyddet var så högt som 70 kr/ton legering och detta vid ett medelpris på FeSi i storleksordningen 200 kr/ton år 1912 och 550 kr/ton år 1918. Betydelsen av tullskyddet får dock ej överdrivas, ty mycket snart exporterades mer än 60 %, tidvis 80–90 % av legeringsproduktionen. Detta ger en indikation på de goda avsättningsmöjligheter, som rådde för ferrolegeringar fram till slutet av det första världskriget.

Det inhemska träkolet utgjorde ur teknisk synpunkt ett idealiskt reduktionsmedel i alla de processer, som då användes för tillverkning av ferrolegeringar. Tyvärr blev träkolet så småningom för dyrbart och ersattes fr o m 1919[10] helt eller delvis med koks (koksstybb), som oftast var importerat.

Råvaror

Den väsentligaste naturliga råvaran i legeringsindustrins barndom var *kvarts*, eftersom olika typer av kiseljärn (FeSi) utgjorde den tonnagemässigt viktigaste produkten. Kvartsen skall vara möjligast ren och helst hålla min 98 % SiO_2. Det dåtida behovet av sådan kvarts kunde

utan större svårigheter täckas genom brytning av de kvartskörtlar, som på många håll finns i landets urberg. Smältverken runt Vänern låg dessutom nära de stora kvartsitförekomster, som finns i Dalformationen (Dalsland).

I ett par fall utgjorde *tillgången till mangan-malmer* anledning till att legeringsverk byggdes. Sålunda anlades smätverket i Vargön[13] för att nyttiggöra den sura (SiO_2-rika) Mn-malmen i Spexeryd (Småland), som vid smältförsök visat sig lämplig för tillverkning av SiMn. Det hade till följd, att gruvföretaget AB Hohult-Spexeryd år 1911 köpte Wargöns AB, som var ägare till ett stort, outnyttjat och därför ekonomiskt betungande kraftkontrakt med Vattenfall. Det hade tillkommit, när Wargöns AB år 1907 sålde Vargö-fallet till Staten. Man hade då fått förbinda sig att fr o m 1910 ta ut 3000 hkr från Trollhätte-nätet.[16]

Uddeholms AB var huvudägare till Långbans gruva med tillhörande Mn-malmer. Detta var en bidragande orsak till att 2 st 1-fasugnar om ca 700 kW för tillverkning av FeMn och SiMn år 1917 byggdes i Hagfors. Där fanns för övrigt tidigare en elektrometallurgisk anläggning (elektromasugnar, typ Elektrometall). Dessutom hade man inom företagets stålrörelse behov av dessa legeringar. Även i Avesta och Woxna fanns en viss *åtgång inom egna stålverk* av de framställda legeringarna (här FeSi).

För grundandet av AB Ferrolegeringar i Trollhättan var *kontakten* med den *internationella, främst tyska, stålmarknaden*[17] och där föreliggande behov av ferrokrom av väsentlig betydelse. Därvid måste tillverkningen emellertid grunda sig på importerad krommalm, till en början från Nya Caledonien. Under det första världskriget, då import från de normala, avlägsna krommalmsförekomsterna var förhindrad, mottogs även en del malm från små fyndigheter i Rörostrakten.

Processer

Såsom det tidigare antytts, kan de metallurgiska förfaranden som tillämpas vid produktion av ferrolegeringar, i kemiskt avseende betecknas som reduktionsprocesser. De utfördes i öppna elektriska ugnar med ljusbågar brinnande nere i chargen.

Tillverkningen av FeSi sker i en slaggfri process, där det erforderliga järnet vanligtvis tillföres som skrot (ofta svarvspån). Ur smältugnen tappas alltså enbart den framställda legeringen. Däremot produceras andra legeringar, såsom FeMn, SiMn och FeCr, i slaggbildande processer, där malmen förutom legeringsmetallen även innehåller järn och gångart. För att få slagg med lämpliga egenskaper (flytbarhet m m) måste ofta även slaggbildare blandas in i ugnsbeskickningen, vanligen kalk eller kalksten. Dessa material finns tillgängliga på många håll i landet.

Kalk är dessutom ett råmaterial vid framställning av karbid. Sådan tillverkning togs under det första världskriget upp även av ett par legeringsverk, Vargön och Gullspång, enär det rådde stor brist på den importerade lysfotogenen. Denna kunde ersättas med karbid som lampbränsle, dock med användning av andra lamptyper. Ytterligare en produktion av mer tillfällig karaktär utgjorde tackjärn, varmed åtskilliga legeringsverk fyllde ut sin ugnskapacitet under krigsåren.

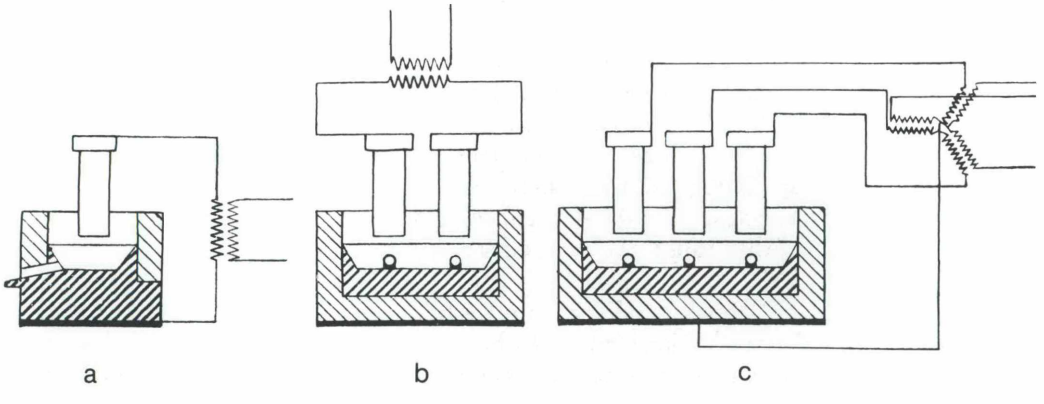
Ugns-utrustning

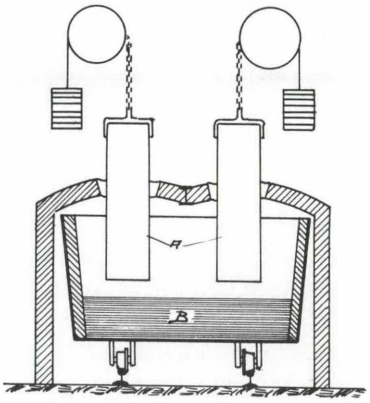
De första legeringsugnarna konstruerades för 1-fasdrift, varvid elkraften tillfördes genom antingen 2 rörliga toppelektroder eller en av kolmassa instampad bottenelektrod och en rörlig toppelektrod. Det principiella utförandet och kopplingsschemat visas i fig 2 a och b. Ugnsfatet kunde ha kvadratisk eller rund tvärsektion. Ugnseffekten, som på den tiden vanligen angavs i hkr, rörde sig om ca 700–1200 hkr, dvs 500–900 kW.

Utförandet på en av de första ugnarna (den i Domnarfvet) framgår av en skiss i verksamhetsberättelsen år 1907 för Stora Kopparbergs Bergslags AB, se fig 3. Ugnen, som hade 2 toppelektroder stod på en vagn. Fasta ugnar med botten- och toppelektrod var emellertid vanligast. Konstruktionerna var i vissa fall den enklast tänkbara, exempelvis för manganugnarna i Hagfors, se fig 4. Här kunde toppelektroden endast röras nedåt, genom att elektrodklämman öppnades och elektroden gled ned av sin egen tyngd. Vanligtvis hängde likväl elektroden i ett spel, som kunde köras uppåt/nedåt med hjälp av en elektrisk motor, se fig 5. Den manövrerades för hand, så att elektrodströmmen hölls möjligast konstant med hjälp av en indikerande A-meter. Övrig instrumentutrustning kunde utgöras av en V-meter (för spänningen mellan topp- och bottenelektrod), en kW-meter samt en kWh-mätare. Vid ändring av ugnsspänningen (vanligen 50–90 V mellan elektrod och bad) måste ugnen kopplas ur och anslutningarna på ugnstransformatorns sekundärsida läggas om för hand – en förhållandevis tidskrävande procedur, som ej kunde göras alltför ofta. Detta medförde bl a att ugnsbelastningen kunde svänga inom jämförelsevis vida gränser.

Den snedbelastning av kraftnätets faser, som uppstår vid 1-fasugnar, sökte man i några fall kompensera genom att köra 1 ugn

2. Principschema över de i pionjärskedet vanligaste ugnstyperna. Bihang JKA 1915, s 135.
a. 1-fasugn med en hängande elektrod och strömtilldelning från botten.
b. 1-fasugn med två hängande elektroder.
c. 3-fasugn med tre hängande elektroder.





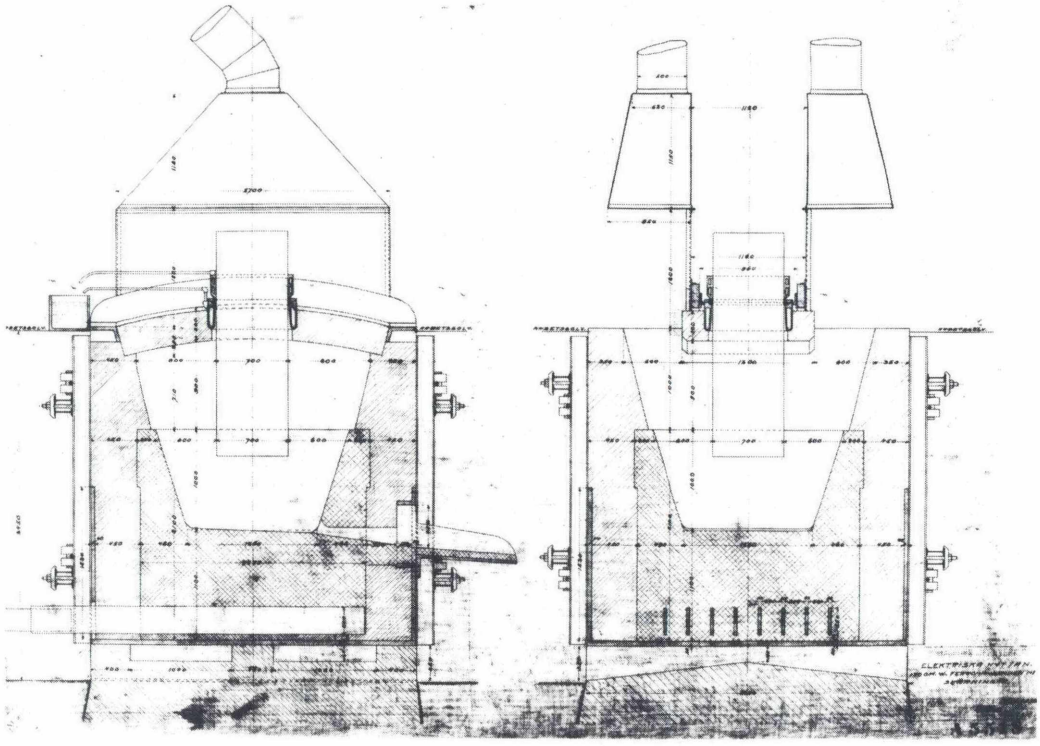
3. Den första legeringsugnen i Domnarvet. Ur verksamhetsberättelse år 1907 för Stora Kopparbergs Bergslags AB. STORAs centralarkiv, Falun.

samtidigt på var och en av nätets 3 faser. Det skedde exempelvis i Gullspång, där det fanns 6 st 1-fasugnar (se fig 5), och i Vargön med 3 st ugnar.

Rätt snart installerades 3-fasugnar. Ett originellt arrangemang med sannolikt öppen triangelkoppling och 3 st fyrkantiga elektroder hängande ned i ett runt ugnsfat, användes vid den första ugnen hos Ferrolegeringar.[18] Som regel utfördes emellertid 3-fasugnarna på den tiden med 3 elektroder ställda i rad, se fig 2 c. Enligt detta utförande fanns redan år 1912–1913 en ugn på 2200 kW i Vargön och en ugn på 6600 kW i Domnarfvet. Den sistnämnda var en till FeSi-produktion ombyggd tackjärnsugn av Helfenstein-typ. År 1915 tillkom en ugn på 8000 kW i Wargön vilken enligt uppgift då var störst i världen.[19]

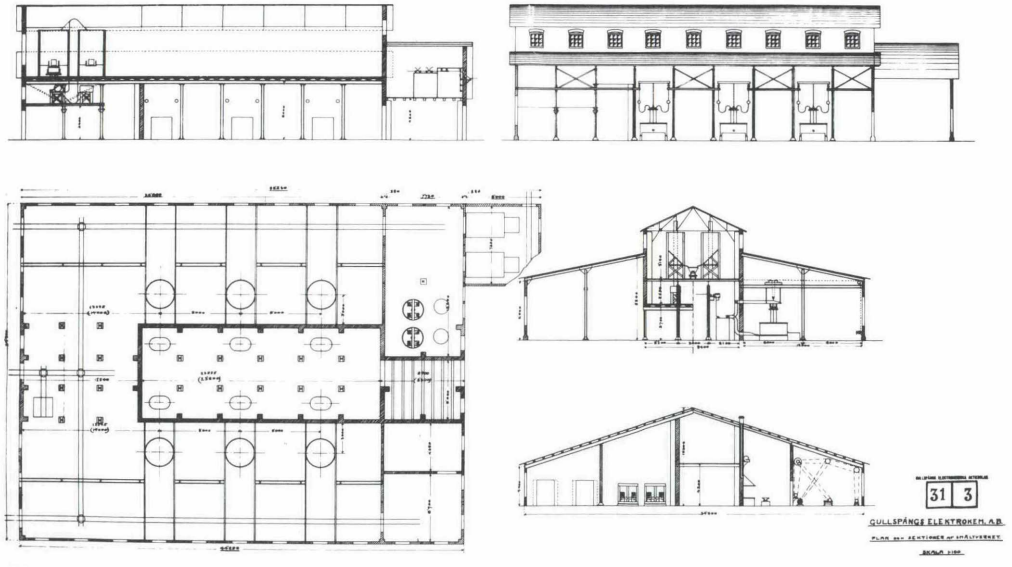
I Porjus[14] användes bl a en ugnstyp, som sedermera fick betydande spridning vid tillverkning av HC-FeCr och SiCr. Den var Scott-kopplad – alltså 2-fasugn, se fig 6 – samt hade bottenelektrod och 2 rörliga toppelektroder, effekt i Porjus 2400 kW men vanligen ca 1000 kW.

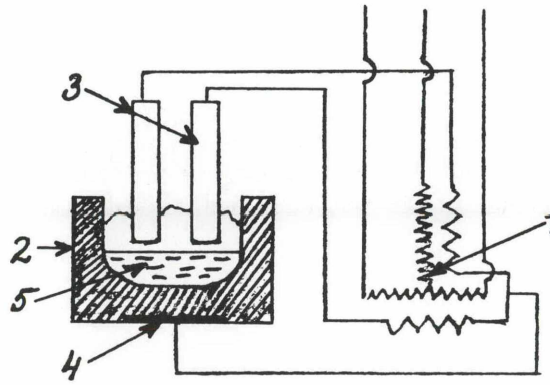
Toppelektroderna, som var framställda av kolmassa, importerades. Till en början torde de ha haft fyrkantig sektion och kunde ej skarvas. Rätt snart infördes även runda elektroder, som kunde skarvas verti-



4. 1-fasugn i Hagfors enligt ritning år 1917. Uddeholm Tooling AB, Hagfors.

5. Legeringsverket i Gullspång enligt ritning år 1908. Gullspång Alloys AB, Gullspång.





1. transformator
2. ugn
3. toppelektroder
4. bottenelektrod
5. smälta

6. Scott-kopplad ugn, principschema.

kalt med användning av gängade nipplar. (Fyrkantiga elektroder förekom likväl på smärre ugnar ännu på 40-talet.)

Flera av de stora kraftnäten byggdes från början för 25-periodig 3-fasdrift. Det gällde Trollhätteområdet, Uddeholms nät och Porjus. Detta var till fördel vid driften av elektriska ugnar, eftersom deras induktiva motstånd är proportionellt mot periodtalet. När så småningom dessa nät ändrades till 50-periodig ström – vilket skedde långt efter den här aktuella epoken – ökade alltså ugnsystemens induktiva motstånd och fasförskjutningen, så att ugnseffekten sjönk och förlusterna blev större.

Planlösning Kringutrustning

Flera dåtida legeringsverk, exempelvis Gullspångsverket (se fig 5) och Ferrolegeringars verk, gavs en redig och rationell planlösning. Kringutrustningen var av samma beskaffenhet som vid järnbruken, vilka i stor utsträckning torde ha tjänat som förebild. Detta innebar att materialhantering, vägning m m i huvudsak skedde manuellt. Bland annat utfördes beskickningen av ugnarna för hand; vid de 1-fasugnar, där ingen ungsplattform fanns utan ugnen stod på arbetsgolvet måste denna procedur ha varit extra arbetsam (se fig 5 samt bild i Bergsmannen.[18])

Den sakkunniga skötseln av ugnsdriften bestod framför allt i en omsorgsfull chargering samt tillsyn av att chargen sjönk likformigt runt elektroderna. Självfallet övervakades driftsresultatet genom kemisk analys av framställd produkt – ett kemiskt laboratorium måste alltså finnas tillgängligt för ett legeringsverk.

Vid tappningen av ugnarna torde Si-legeringarna i regel ha gjutits i tapplådor, infodrade med eldfast massa av något slag. Detta tillämpades även för andra legeringar, men exempelvis Mn-legeringarna i Hagfors tappades i sandbädd. Vad den efterföljande krossningen, lagringen och ev packningen beträffar måste särskild försiktighet iakttas med Si-legeringarna, i synnerhet 45-procentigt FeSi. Redan år 1904 omnämndes i JKA (s 236), att det förekommit explosioner av gas, som utvecklats från FeSi.

I Sverige tillsattes något senare en kommission, som studerade detta problem. Resultatet av det omfattande arbetet finns bl a redovisat i

Bihang till JKA 1915.[20] Den farliga gasen visade sig i huvudsak utgöras av fosforväte (PH_3), som både var ytterst giftig och kunde ge explosioner. Gasen fanns dels innesluten i legeringen, dels utvecklades den vid legeringens kontakt med vatten. De föreskifter, som utfärdades ifråga om hanteringen av framför allt 45-procentigt FeSi, gick i huvudsak ut på lagring och transport under omsorgsfullt ventilerade förhållanden, helst med skydd för väta.

Processutveckling

Den stegvisa, långsamma men ofta mödosamma utvecklingen av processer och processutrustning, som alltid förekommer inom industrin, skedde givetvis även bland legeringsverken, även om den hemlighetsfullhet som denna industri omgav sig med sannolikt verkade hämmande. Ett verkligt betydande utvecklingsarbete kom likväl till stånd vid AB Ferrolegeringar genom att en tekniskt-ekonomiskt acceptabel metod blev utarbetad för produktion av lågkolhaltigt ferrokrom (LC-FeCr) med en kolhalt av ca 0,1 % och lägre.[21]

Försöken påbörjades i slutet av 1910-talet under ledning av ingenjörerna S Danieli och Bo Kalling. Såsom utgångsmaterial producerades kiselkrom (SiCr), vilket genom sin höga Si-halt fick en låg C-halt (se tabell 1). Processen var mycket likartad framställningen av 45-procentigt FeSi, där emellertid järnskrotet bytts ut mot HC-FeCr. Till en början sökte man avlägsna Si genom bessemerblåsning, men slutlegeringens N-halt blev för hög. Även blåsning med syrgas–ånga gav otillfredsställande resultat. I slutet av 1921 blev emellertid arbetet framgångsrikt, när man övergått till att i elektrougn färska SiCr med krommalm under tillsats av kalk. Den metod, som i den tekniska litteraturen benämns "det svenska förfarandet" hade därmed utvecklats.[22, 23]

Denna metod blev helt dominerande vid produktion av LC-FeCr ända upp mot 50-talet, och detta under en period då den rostfria ståltillverkningen, dvs den största förbrukaren av LC-FeCr, undergick en mycket kraftig expansion. Därvid behöll den industrigrupp, vari AB Ferrolegeringar ingick, en ledande ställning. Metoden blev tillämpad även vid ett par andra svenska verk i samband med deras expansion på det rostfria stålområdet, nämligen vid Avesta from 1927 och vid Hagfors from 1936. Sedan mitten av 40-talet tillkom även det smältverk i Trollhättan, som tillhörde Wargöns AB.

Slutord

Det finns ingen statistik på hur många personer, som under pionjärskedet sysselsattes inom den svenska ferroleringsindustrin. Uppskattningsvis torde det som mest ha rört sig om ca 1500 personer – varav likväl många endast arbetade då det var god tillgång på elkraft. Ur sysselsättningssynpunkt var industrigrenen alltså rätt liten, även om den i åtskilliga fall hade stor, lokal betydelse. Däremot var den, som redan framhållits, en värdefull elkraftkonsument samt producerade under och strax efter det första världskriget en ej föraktlig del av det mondiala behovet av kiseljärn. Av denna legeringstyp kom ca 4 % av världsproduktionenn från Sverige – med en topp på nära 7 % år 1917.

Efter pionjärskedet upptogs ej legeringstillverkning på några nya orter inom landet förrän år 1986 (se nedan). Produktionen hos befintliga verk ökade emellertid undan för undan, särskilt efter det andra världskriget fram till oljekrisen 1973/74. Då hade den årliga elkraftförbrukningen stigit till storleksordningen 1500 GWh (inkl Si-metall). Sedan dess har det likväl inträtt en kraftig tillbakagång, betingad både av stålkrisen och av andra orsaker, såsom kraftigt stegrade miljökrav – legeringsugnarna hade till dess alltid avgivit mycket rök och stoft. Flertalet legeringsverk har slagit igen och nu återstår endast 2 verk med elektrisk smältning, Vargön (FeCr, tidvis FeSi) och Ljungaverk (Si-metall). Hos AB Ferrolegeringar i Trollhättan förekommer numera endast metallotermisk framställning (FeMo). Förvånande nog är emellertid ett helt nytt verk under inkörning, nämligen Swedechrome i Malmö, där en ny teknik (plasma-tekniken) tillämpas för elektrotermisk produktion av ferrokrom.

Noter

1. Med ferrolegeringar avses vanligen legeringar mellan järn och sådana element, som tillsätts stål och gjutjärn för att ge metallen speciella egenskaper och/eller neutralisera däri förekommande föroreningar, såsom syre (oxygen), kväve (nitrogen) och svavel. Typanalyser på de viktigaste, här aktuella ferrolegeringarna återfinns i tabell 1.
2. Affärsvärlden den 24 mars 1904 samt anteckningar av C Sahlin (Tekn Museet). Se även Nord Familjebok, 2 uppl, del 14, s 1110.
3. O Bjurling, Gullspångs Kraftaktiebolag 1906–1981, Örebro 1981 samt Historik över Gullspångs Elektrokemiska AB 1907–1957, Mariestad 1957.
4. Verksamhetsberättelsen för Stora Kopparbergs Bergslags AB år 1907.
5. Jernkontorets Annaler 1914, s 263.
6. W Palmaer, Framställning på elektrisk väg av andra metaller än järn. *Värmländska Bergsmannaföreningens Annaler 1915*.
7. T Althin, Stockholms Superfosfat Fabriks AB 1871–1946. Stockholm 1946.
8. Jernkontorets Annaler 1887, s 297–305.
9. E G:son Odelstierna, Järnets Metallurgi. Stockholm 1913 s 102.
10. SOS: Bergshantering, årg 1911–1970.
11. Små kvantiteter Si- och Mn-legeringar tillverkades sporadiskt även hos Trollhättans Elektrothermiska AB och hos AB Höganäs-Billesholms anläggning i Trollhättan.
12. E Sylwan m fl, Statens Vattenfallsverk under fyra decennier. Stockholm 1948.
13. P G Wermelin, Wargöns AB 1874–1949. Göteborg 1950.
14. Jernkontorets Annaler 1922, s 99.
15. En intressant internationell kontakt är värd att notera, nämligen att den kände franske elektrometallurgen Paul Héroult var en av initiativtagarna till Héroults Elektrostål i Kortfors (Karlskoga Bergslag), där landets första legeringsugn togs i drift år 1904.
16. Wargöns AB blev något senare även ägare till manganmalmsgruvorna i Böhlet (Västergötland) och i Kesebol (Dalsland).
17. Enligt meddelande från AB Ferrolegeringar.
18. Enligt ritningar från AB Ferrolegeringar samt foto reproducerat i Bergsmannen 1987, nr 1, s 78.
19. SOS: Bergshantering 1916.
20. Bihang Jernkontorets Annaler 1915, s 135.
21. Enligt meddelande från AB Ferrolegeringar.
22. Durrer-Volkert, 2 uppl, s 13 och 341. Berlin 1972.
23. Samma princip blev därefter tillämpad för produktion av lågkolhaltigt ferromangan.

Summary

As in many other countries a ferro-alloy industry, based upon electric smelting, was created in Sweden when hydroelectric power started to be utilized in our country in the beginning of this century. It was part of a great general activity in the industrialization of the country.

Apart from a fairly low power price there were also other favourable conditions, for instance

- a well developed domestic steel industry, acting both as competent customers and as suppliers of metallurgical knowledge
- good contacts with international metallurgical industries, etc
- access to domestic raw materials of importance for an initial production, such as quartz, manganese ore (although small deposits) and char-coal.

Also the existence of a domestic, electric industry, for instance ASEA, contributed to an expansion, which was particularly rapid during the First World War. Not less than 17 ferro-alloy plants were erected up till the beginning of the twenties, when the pioneer period can be considered as terminated. The after-war crises struck this industry branch very severely, and many plants had to be closed.

A development work of great interest had in these years been started at AB Ferrolegeringar, Trollhättan. That was a method for the production of low-carbon ferro-chromium, which was of great importance for the expanding stainless steel industry. In the technical literature this procedure is known as "the Swedish method". Later on it was utilized up till the fifties both at Swedish ferro-alloy plants and abroad.

Finally it may be mentioned that the production of the Swedish ferro-alloy industry even surpassed the general expansion of the steel industry up till the oil-crises in 1973/74. The following decline has, however, been much greater for the Swedish ferro-alloy industry, and only two of the old plants are now operating with electric smelting processes. Surprisingly enough a new plant, AB Swedechrome at Malmö, has been erected, now being in its starting-up period. There a new method for electric smelting (the plasma technique) is introduced.