

VUORITEOLLISUUS

BERGSHANTERINGEN

JULKAISIJA: VUORIMIESYHDISTYS R.Y. — BERGSMANNAFÖRENINGEN R.F.



Sisältö — Innehåll:

Övering. H. Kreutz von Scheele:

Kombinerade smältmetoder vid framställning av stål.

Dipl.ing. Fj. Holmberg:

Generatorgasgenerering inom industrin.

Dipl.ins. E. Kjellberg:

Työntutkimuksista kalvoksissa (osa I).



HUMBOLDT



MALMANRIKNINGS- ANLÄGGNINGAR

Oy GRÖNBLOM Ab

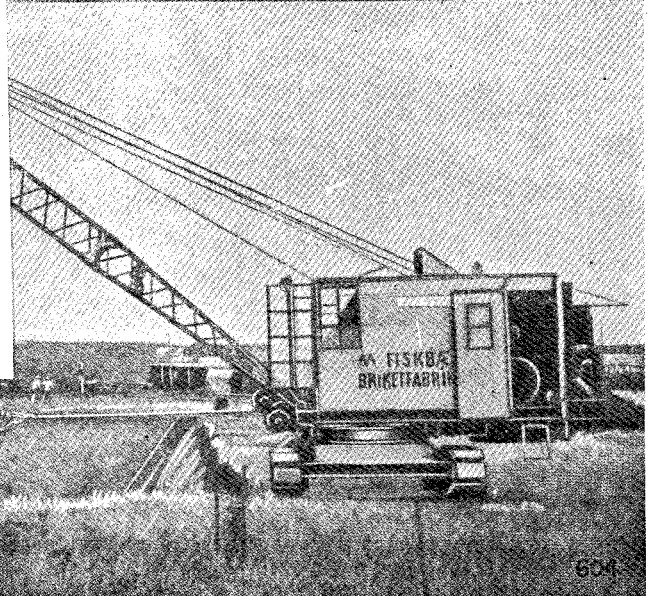
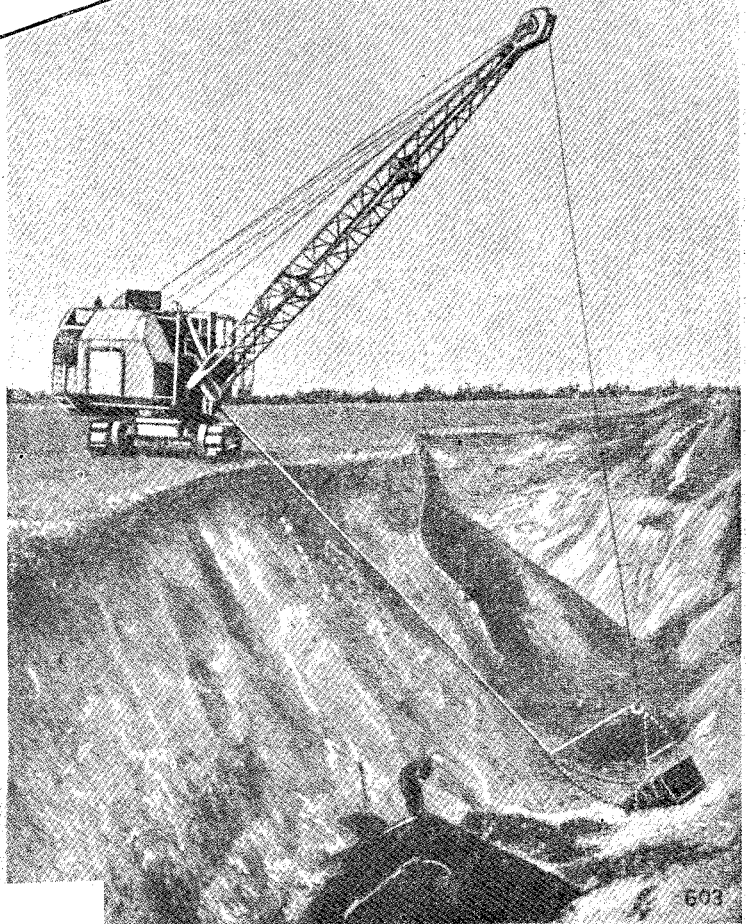
MASKINER, VERKTYG OCH FÖRNÖDENHETER FÖR INDUSTRI

HELSINGFORS - S. ESPLANADG. 14 - TEL. 25 861 • ÅBO - TAMMERFORS - JYVÄSKYLÄ - ULEÅBORG

KAIVINKONEITA JA NOSTUREITA

AARHUS MASKIN-
FABRIK'in valmistetta.
Lyhyin toimitusajoin.

Machinery



Vaikeutuneesta tilanteesta johtuen ilmestyy lehden tämä numero huomattavasti myöhästyneenä.

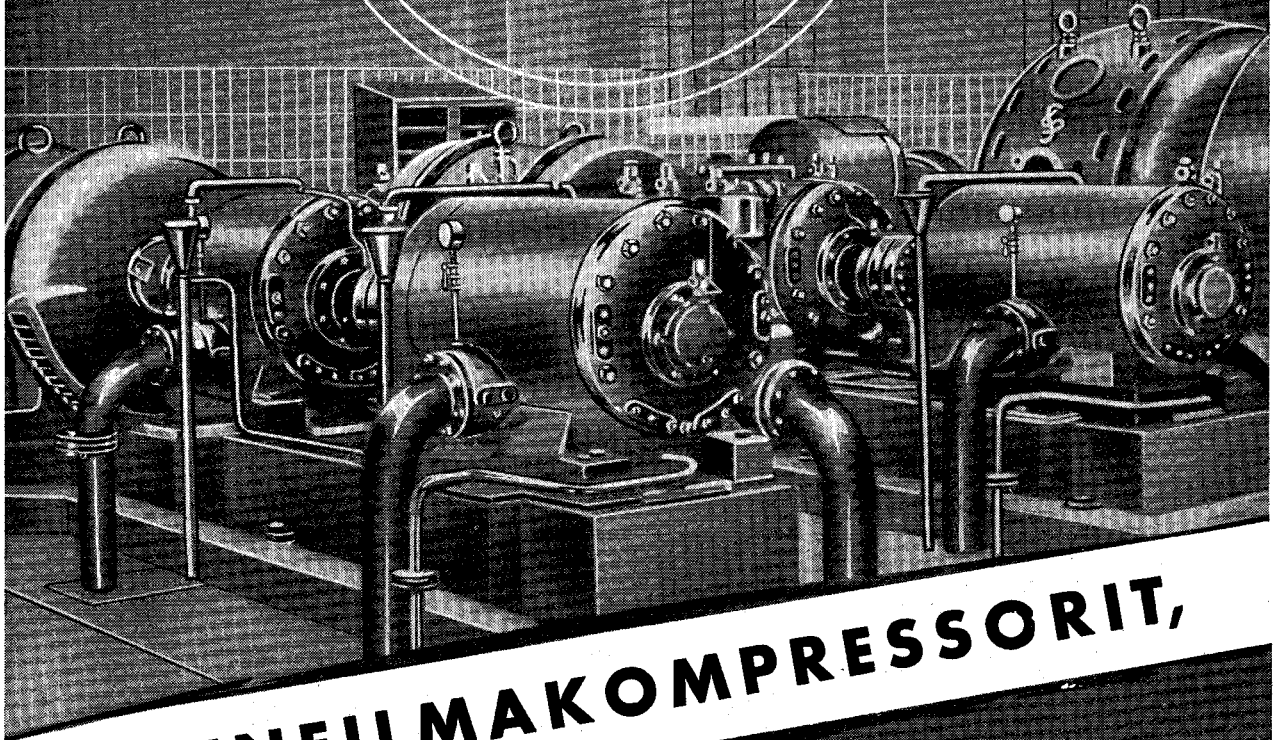
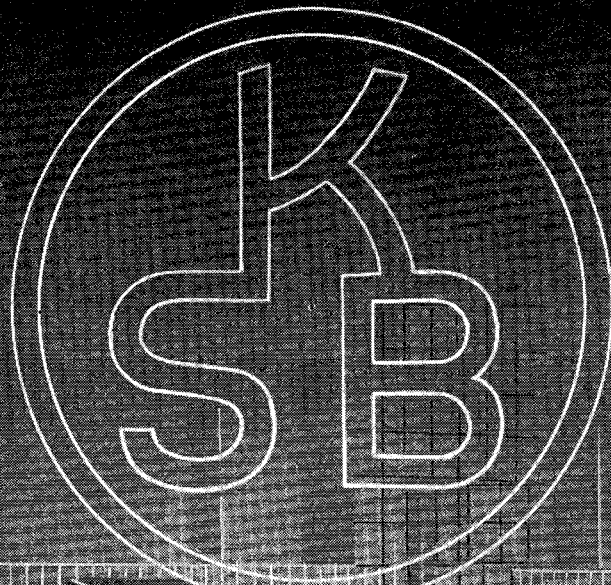
Jotta sattunut viivästyminen voitaisiin korvata seuraavan numeron kohdalla pyydetään, että lehti- ja kirjallisuuskatsauksia toimittavat henkilöt lähettäisivät avustuksensa ensi tilassa.

Pakolliset osoitteen muutokset on lehtijakelussa koetettu huomioida, sikäli kun niistä on saatu tieto.
Toimitus.



10 222 - 61861 - 4699 - 3047 - 2295 - 34

TURKU - HELSINKI - TAMPERE - OULU - JYVÄSKYLÄ - VIIPURI



PAINEILMAKOMPRESSORIT,

pyörivät yksi- ja kaksiasteiset, takaavat suuren kulumiskestävyyden, koska niissä on laakeroidut juoksurenkaat. Muita etuja: Suuri kierrosluku ja siten suora kytkentä moottoriin; ei venttiilihäiriöitä, koska venttiilejä ei ole; suuri teho, vaikka vähän tilaa vieviä.

Kuvassa on kaksi kaksiasteista KSB-pyörivää paineilma-kompressoria, joiden imuteho on 2000 m³/t 8 aty:n puristusaineessa.

Edustaja Suomessa:

Mercantile



VUORITEOLLISUUS BERGSHANTERINGEN

Lehti ilmestyy 4–6 kertaa vuodessa. Kirjoitusten lainaukset — myös osittain — sallittuja vain erikoisluvalla, jolloin myös lehden nimi on täydellisenä mainittava. — Toimitus ja ilmoitusten vastaanotto Kirkkokatu 14 IV, puh. 61 971 kello 9–11 Toimitusvaliokunnan muodostaa yhdistyksen hallitus puheenjohtajana vuorin. Eero Mäkinen. Päätöittäjä dipl.ins. U. Raade.

No 4 - 2/1944

Julkaisija: VUORIMIESYHDISTYS r.y. — Utgivare: BERGSMANNAFÖRENINGEN r.f. 10. heinäkuuta 1944
Painatus ja jakelu: Tilgmannin Kirjapaino, Helsinki

Kombinerade smältmetoder vid framställning av stål

Övering. H. Kreutz von Scheele Oy Vuoksenniska Ab, Imatra Järnverket



Seriekoppling av två olika stålframställningsmetoder har införts i många sammansatta järnverk och erbjuder många fördelar. Den grundläggande tanken därvid är att uppdelade stålframställningsprocessen så att förfärdningen eller försmältningen göres möjligast snabbt och billigt i ett speciellt härtill lämpligt smältaggregat, och att detta »rätt framställda stål» mer eller mindre förädlas och färdigställs i ett annat smältaggregat. Det är uppenbart att hög kapacitet härigenom erhålles. På grund härav ha dessa så kallade duplexförfaranden sedan länge varit speciellt omtyckta av järnverken i Amerikas Förenta Stater. Förutom stor kapacitet ha duplexmetoderna den fördelen, att de äro elastiska. De kunna anpassas efter varierande marknadsläge och råämnasbas, i det att kombinationerna alltid kunna uppdelas i flere självständigt arbetande smältaggregat.

Konverter-, martin- och elektrognprocesserna utgöra elementen för de här behandlade duplexmetoderna:

Det är icke meningen att i detta sammanhang närmare gå in på dessa

tre allmänt kända elementärprocesser. Vi nöja oss med att framhålla vissa synpunkter, som äro av särskild betydelse vid dupliceringen.

Bild N:o 1 visar en stålkonverter. Infodringen vid en thomaskonverter består av basiska dolomittegel. Bessemerkonvertern har däremot en sur infodring. Omvandlingen av tackjärn till smidbart stål erhålles i konvertern genom inpressning av luft i det flytande tackjärnet genom

nålformiga dyser i konverterns botten. På grund av den kraftiga mekaniska omblandningen av luftens syre med tackjärnet förlöpa de kemiska reaktionerna, nämligen oxidation och förslagning av Si, Mn och P (vid thomasprocessen) och bortskaffning av C i form av CO, mycket snabbt och med jämnt stigande temperatur. Härvid är det av kvalitativ betydelse för konverterstålet, att luftens syre icke inver-

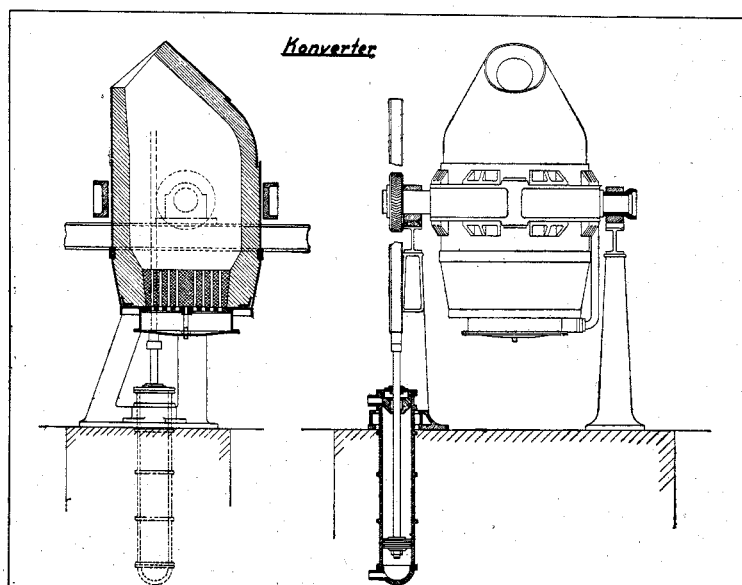


Bild 1.

kar direkt, utan att oxidationen sker via FeO. Vid den basiskt infodrade thomaskonverttern är fosfor den viktigaste värmealstraren och den bildade fosfatslaggen (thomasslaggen) representerar en mycket viktig biprodukt vid denna process. Vid den sura bessemerkonverttern alstras de nödiga värmemängderna huvudsakligast genom förbränning av silicium, medan fosfor däremot helt och hållet blir kvar i stålet. Diagram N:o 1 visar förloppet av en thomascharge. Man ser att färskningsförloppet går oerhört snabbt och slutföres inom 13—19 minuter. Vidare ser man att kvävehalten i stålet under blåsingsförloppet stiger längs en rätt så brant kurva. Förloppet av en bessemercharge är någorlunda lika, men med den skillnaden att kolets förbränning eller den så kallade kokperioden börjar något senare, och att fosfor stannar kvar i stålet.

Bild N:o 2 återger en Siemens-Martinugn. Generatorgasen och förbränningsluften förvärmas i denna regenerativa flammugn i ett kamarsystem, som i sin tur i tidsintervaller om c:a $\frac{1}{2}$ timme uppvärmas av de heta avgaserna till c:a 1.200—1.300°. Själva härden består vid den basiska martinugnen av stam-

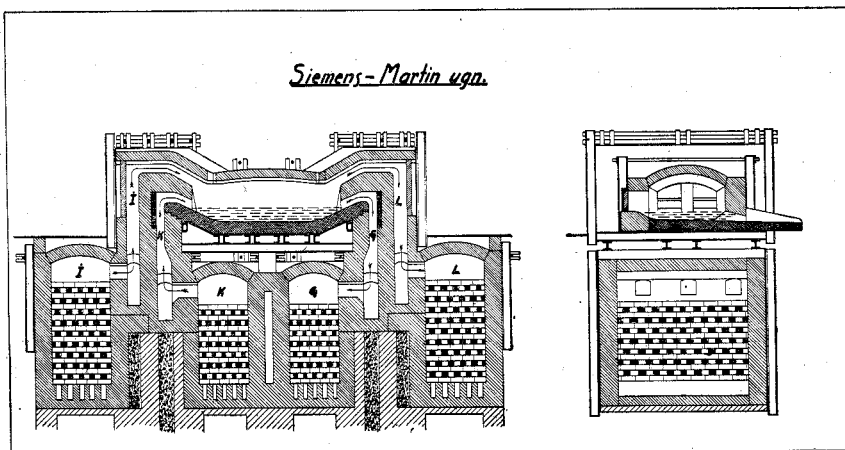


Bild 2.

pad dolomit eller magnesit och vid den sura ugnen av kvartsmaterial. Det finns såväl stationära som tippbara martinugnar.

Vid konverterprocessen var luften den enda syreleverantören. Vid flammugnar av här beskriven typ spelar gasens halt av syre, kolsyra och vattenånga endast under insmältningen av chargen en mera betydande roll för färskningsförloppet. Huvudfärskningsverkan utgår från metalloxiderna i slaggen. Därför måste färskningsintensiteten, som ju är beroende av beröringsytans storlek mellan metallen och färskningsmediet, i detta fall vara mycket mindre. Diagram N:o 2 visar förloppet av en vanlig basisk skrot-

martincharge. Metallurgiskt sett är färskningsförloppet detsamma som i den basiska thomaskonverttern. Det väsentliga i detta sammanhang är den stora tidsskillnaden mellan dessa båda processer. I den sura martinprocessen måste slaggens färskningsverkan ökas genom tillsatser av järnmalin. Annars äro här reaktionerna mellan slaggen och metallen metallurgiskt sett enklare och lättare att reglera än vid den basiska martinprocessen. Ett gott surt martinstål utmärker sig genom en viss »inkokad» halt av silicium och vid ett gott martinstål »inkokas» mot chargens slut mangan från slaggen. Defosforeringen sker i den basiska martinugnen betydligt lång-

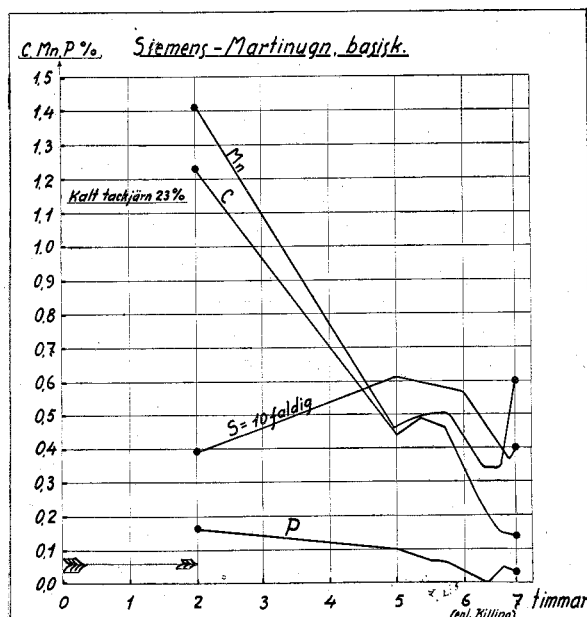


Diagram 2.

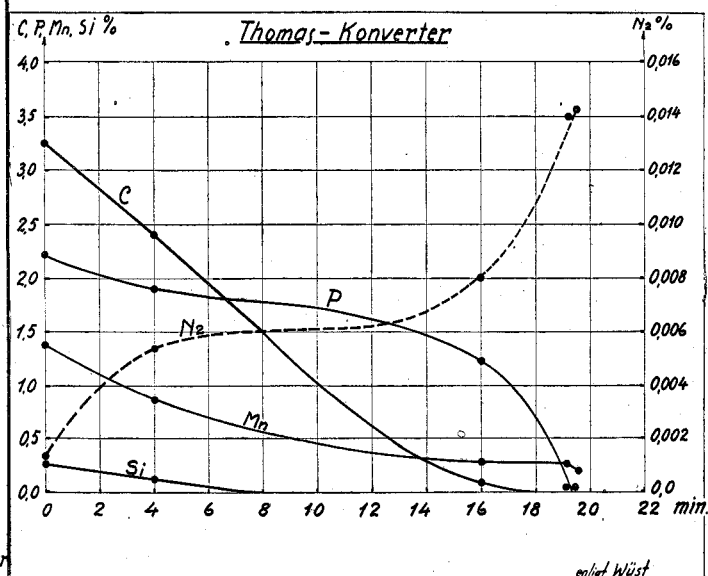


Diagram 1.

sammare än i thomaskonvertern, men börjar redan vid högre kolhalter. I den sura martinugnen kan fosfor icke bortskaffas. Detsamma är fallet med svavel. I den basiska martinugnen bortskaffas en del svavel, men särskilt under insmältningen upptar metallen svavel ur de svavelhaltiga bränngaserna.

Elektrostålugnen. Bild N:o 3 återger den mest använda Heroult-typen, som vid duplicering av handelsstål är typisk i storlekar mellan 20 och 30 tons chargevikt. Värme tillföres här genom elektrisk ström i slutna ugn och man kan därför arbeta i neutral och t.o.m. i reducerad atmosfär. Någon tvångsmässig, fortlöpande oxidationsprocess såsom i konvertern eller martinugnen förekommer icke. För förskningsändamål måste malm tillsättas. En skicklig metallurg har sålunda utmärkta möjligheter att leda, bromsa eller påskynda de metallurgiska processerna hur han vill. Av stor vikt är möjligheten att bortskaffa svavel.

I diagram N:o 3 se vi som jämförelse med tidigare diagram förloppet av en 25 tons charge i en av elektrougnarna vid Imatra Järnverk. Det är här fråga om tillverkning av stål St.50 under svart slagg. Vi se att det lyckas att under svart slagg genom speciella förfaranden bortskaffa avsevärda svavelmängder redan under oxidationsperioden.

Vid dupliceringar arbetar man mest med slaggbyte, såsom vi se av detta sista diagram, till vilket vi senare skola återkomma.

Om man betänker, att de tre förfarandena kunna vara såväl basiska som sura, så kunna rent teoretiskt ett otal kombinationsmöjligheter erhållas. Emedan konvertern är det förskningsaggregat, som arbetar billigast, så är konverterprocessen naturligt alltid den primära i duplexförfarandena, där den är hopkopplad med någon av de båda andra stålframställningsmetoderna. Elektrougnen, som är ett dyrt arbetande försknings- och insmältningsslag, och som är absolut överlägsen

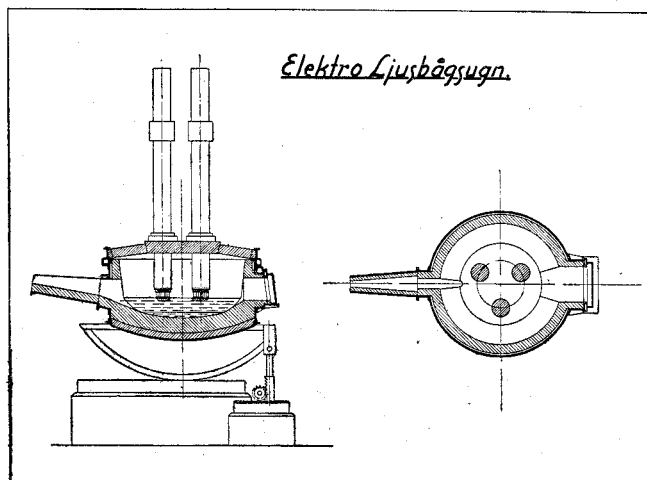


Bild 3.

som stålförädlingsugn, intar å andra sidan städse den sekundära ställningen i duplexförfarandena. Martinugnen står däremot i duplexmetoderna såväl på primär som sekundär plats, beroende på om den kombineras med ett konverterförfarande eller en elektrougnprocess. Undantag från denna regel ha emellertid bekantgjorts i facklitteraturen. De äro betingade av speciella metallurgiska och lokala förhållanden.

Översikt av duplexförfarandena

(Se bild N:o 4.)

1. *Thomaskonverter* — basisk elektrougn. Duplexförfarandet thomaskonverter — basisk elektrougn har satts på första plats, emedan det bäst återger grundtanken i duplexförfarandena överhuvud.

Användandet av denna kombination är beroende på tillförseln av flytande thomastackjärn med i genomsnitt följande analys:

C	Mn	Si	P	S
3,0—3,5	0,8—1,3	0,5	1,7—2,2	0,08 %

Det synkrona samarbetet mellan konverter och elektrougn eller martinugn är svårt att genomföra. I verkets produktionsprogram måste beaktas, att *en ansenlig del konvertermetall måste gutas och bearbetas som sådan*. Produktionsprogrammet i en elektrougn är mycket mångsidigt och omfattar förutom legerade stål även stål med stränga analysfördringar och hög renhetsgrad, vil-

ka blott svårligen och dyrare kunna framställas i martinugn. Specialstål av högsta kvalitet såsom verktygsstål o.dyl. passa icke in i produktionsprogrammet vid ett duplexförfarande med en primär konverterdrift. I länder med billig elektrisk kraft kan även vanligt handelsstål i klass med martinstål ekonomiskt tillverkas.

Förmetallen nedfärskas i konvertern tills fosforhalten sjunkit till c:a 0,08—0,1 %. I elektrougnen avlägsnas sedan resten av fosfor och gaserna på normalt sätt under en oxidationsperiod (kokperiod). För detta ändamål är det nödvändigt att uppkola förmetallen antingen i skänken vid omgjutningen eller i ugnen, varigenom stålets syrehalt även kraftigt sjunker, t.ex. från 0,06 till 0,01 %. Efter slaggbyte avsvavlas, desoxideras och givetvis upplegeras stålet till önskad analys under den påsatta desoxidationsslaggen. Vid det beskrivna arbetssättet går naturligtvis fördelen av försknningen i konvertern genom uppkolningen delvis förlorad. Vid ett annat arbetssätt nedfärskar man därför i konvertern ända tills fosfor fullständigt avlägsnats och använder elektrougnen endast som desoxidationsaggregat, utan slaggbyte och längre kokperiod. Givetvis försämrar stålqualiteten härigenom. Avlägsnandet av den sista fosfor kan även ske genom omgjutning av konvertermetallen i en skänk med oxiderande basisk slagg.

Diagram N:o 4 visar det metallurgiska förloppet vid en duplexprocess thomaskonverter — basisk elektrougn, med åtföljande uppkolning i skänk efter konverterfärsningen. Det gäller här en tillverkning av stål St.C.60.61 under vit slag.

2. Bessemerkonverter — basisk elektrougn. Om råmaterialsituationen är sådan, att hyttan levererar ett flytande tackjärn med medelhöga fosforhalter, vilka äro för låga för thomasprocessen och för höga för bessemerprocessen, så kan duplexförfarandet bessemerkonverter — basisk elektrougn komma ifråga. Vid fall 1, thomaskonverter — basisk elektrougn, spelade utvinningen av thomasslaggen en rätt så viktig roll. Vid fall 2 bortfaller denna inkomstpost, men detta uppväges delvis därav, att hyttan kan leverera stålverket billigare tackjärn ur mindervärdiga malmer och med vidare analysgränser. På grund av att fosfor icke förslaggas i bessemerprocessen, kan färsningsprocessen av brytas vid den kolhalt, som är erforderlig för kokperioden i elektrougnen. Detta är en fördel gentemot fall 1. En tungt vägande nackdel ligger emellertid däri, att de i fall 2

direkt gjutna bessemergöten till följd av hög fosforhalt helt bortfalla från tillverkningsprogrammet och blott utgöra skrot, vilket dessutom som sådant är av ringa värde. Den metallurgiska behandlingen av den till elektrougnen överförda bessemermetallen är densamma som i fall 1, men med den åtskillnaden, att oftast större fosformängder måste bortskaffas under oxidationsprocessen.

För att förkorta oxidationsperioden, kan man enligt Girod-metoden i den elektriska ugnen tillreda en färdig slag av kalk, soda och malm, vilken reagerar snabbt med den inflytande bessemermetallen.

Av det ovannämnda framgår, att man vid nyanläggningar nog måste pröva, huruvida man icke heller avstår från en konverteranläggning och i stället för duplexförfarandet nöjer sig med en blandare. Elektrougnen arbetar då med större malmmängder och eventuellt med tillsatser av skrot. Den stora, moderna elektrougnen har visat sig överraskande väl lämpad för detta arbetsätt. Det faller utanför ramen för detta arbete att närmare ingå härpå.

Dessutom må duplexförfarandet bessemerkonverter — elektrougn

för framställning av syrafast stål omnämnas. Härvid utnyttjar man den omständigheten, att bessemerstålet kan blåsas ned till mycket låga kolhalter (0,03 %).

3. Thomaskonverter — basisk martinugn. Efter första världskriget infördes detta förfarande i talrika tyska järnverk. Denna utveckling berodde på sjunkande avsättningsmöjligheter för thomastål och på nödvändigheten att väl utnyttja masugnsanläggningarna. Elasticiteten i duplexförfarandet tillät dessutom en ända till 60 % uppgående produktionsstegring i martinugnarna, vilket underlättade emottagandet av kortfristiga beställningar. Frånsett dessa faktorer, som äro svåra att återge i siffror, är bärigheten av förfarandet beroende av skrotpriset. Skrotet måste vara något dyrare än thomastackjärn. Om skrotet är billigare än thomastackjärn, så är den vanliga skrotmartinprocessen mera ekonomisk.

Metallurgiskt sett äro förhållandena, vad den primära delen beträffar, liknande som vid det ovan behandlade duplexförfarandet thomaskonverter — elektrougn. Karakteristiskt för fall 3 är dock, att man-ganhushållningen är av större bety-

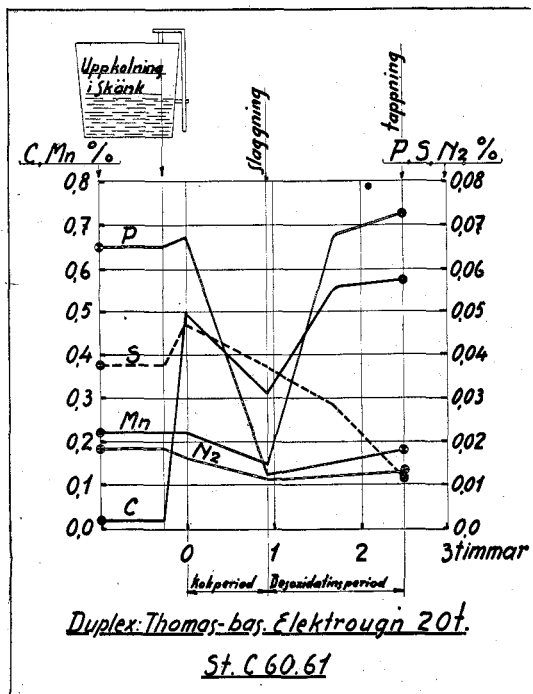


Diagram 4.

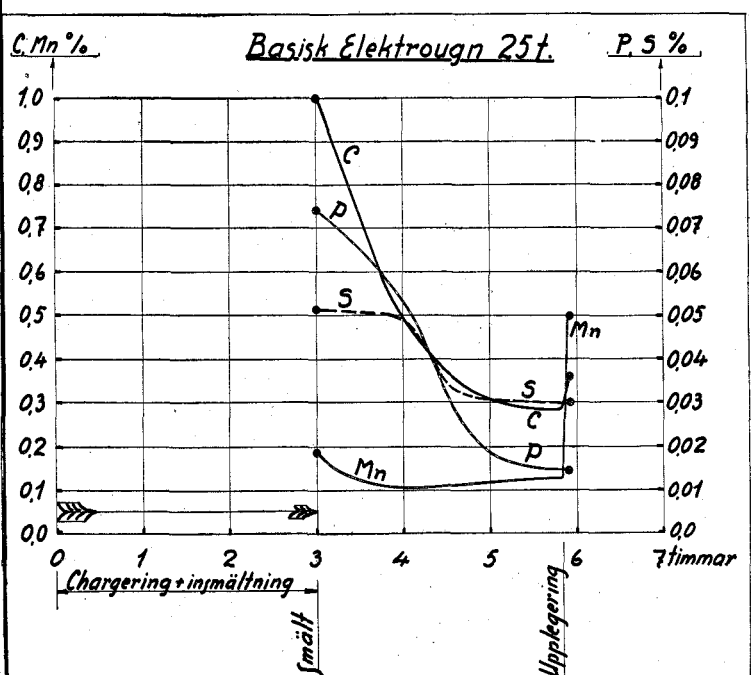


Diagram 3.

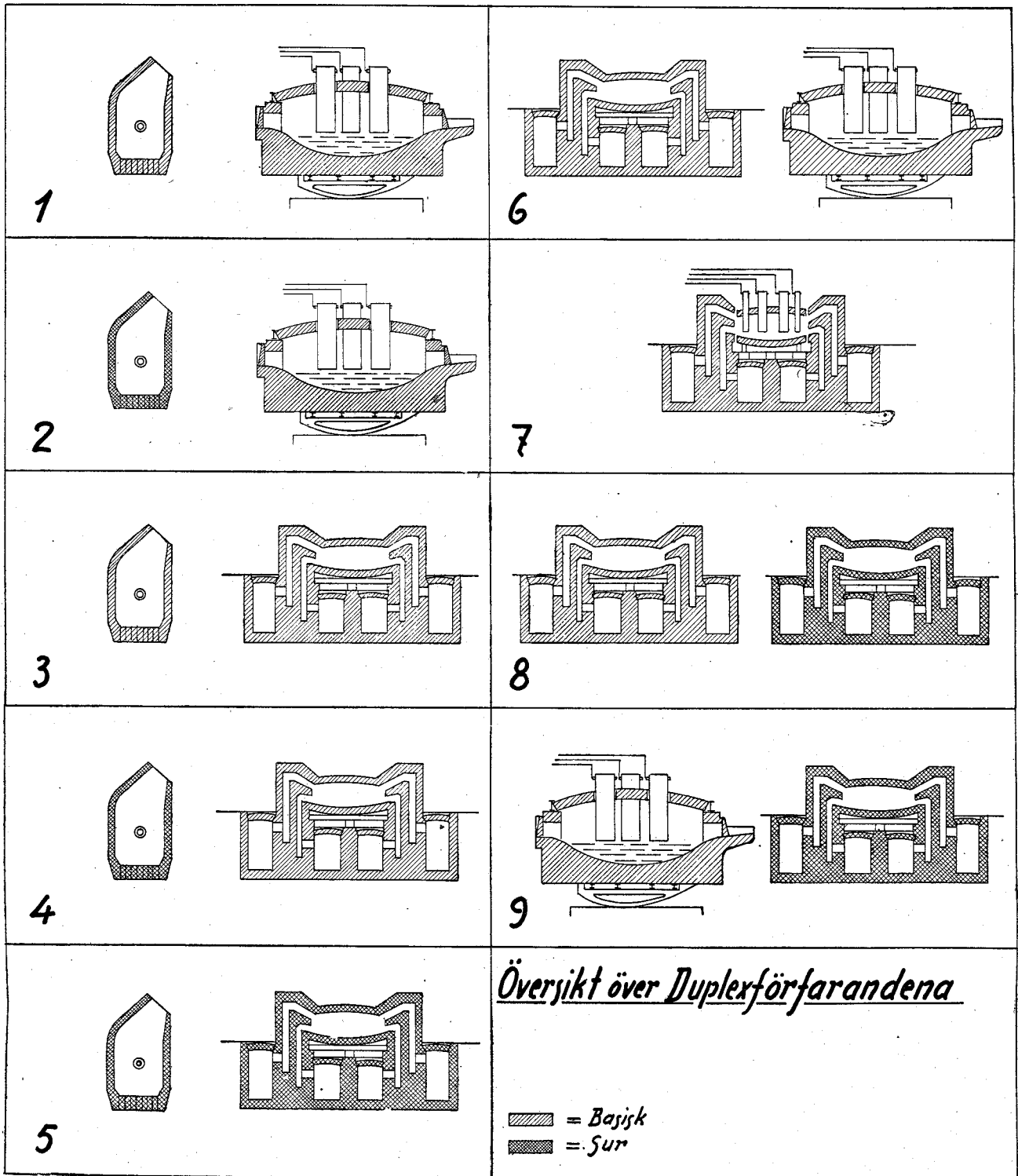


Bild 4.

- 1. Thomaskonverter — basisk elektrougn.
- 2. Bessemerkonverter — basisk elektrougn.
- 3. Thomaskonverter — basisk martinugn.
- 4. Bessemerkonverter — basisk martinugn.

- 5. Bessemerkonverter — sur martinugn.
- 6. Basisk martinugn — elektrougn.
- 7. Mavag-Weigl-ugnen.
- 8. Basisk martinugn — sur martinugn.
- 9. Basisk elektrougn — sur martinugn.

delse, emedan martinprocessen erfordrar en högre manganhalt i insatsen än elektrougnen. Konverterprocessen kan såsom vid fall 1 och 2 avbrytas i förtid, varigenom en större del av manganen kvarblir i förmetallen. Visserligen ifrågasättes samtidigt möjligheten att erhålla en med fosfor tillräckligt anrikad thomasslagg. Om man i konvertern nedfärskar så lågt, att man med säkerhet erhåller fosfatslagg, så är metallen manganfattig och mycket syrerik, och måste dessutom hållas mycket varmare för att uppnå en god gjutbarhet.

En dylik normalt förblåst thomasmetsall har ungefär följande sammansättning:

C	Mn	P	S
0,1—0,3	0,15—0,30	0,07—0,10	
			0,050—0,07%

Genom speciella metoder kan fosforhalten pressas ned ända till c:a 0,03 %, då stiger likväl avbrännan längs en mycket brant kurva. De på detta kostsamma sätt erhållna låga fosforhalterna ha blott för vissa hårda duplexstål sitt ekonomiska och metallurgiska berättigande.

Uppkolningen i martinugnen sker genom tillsats av »Stahleisen», som även ger insatsen den nödvändiga manganhalten, eller genom tillsats av koks. Genom ytterligare skrot-tillsatser (25 %) regleras insatsens sammansättning så att badet vid kokets inträdande har den önskade kolhalten.

Tidpunkten för ingjutningen av förmetallen är ytterst viktig. Enligt ett annat förfarande uppkolas konvertermetallen med koks till 0,5—0,6 % och föres till martinugnen med en manganhalt av 0,3 %.

Vi komma nu till duplexförfarandet:

4. *Bessemerkonverter — basisk martinugn.* Detta förfarande, som speciellt i U.S.A. har fått stor spridning, grundar sig såsom i fall 2 på billigt flytande tackjärn med medelhöga fosforhalter. Ett tackjärn, som

lätt kan blåsas, har t.ex. följande sammansättning:

Si	Mn	P	S
1,1—1,5	<0,5	<0,2	<0,04

I litteraturen omnämnes, att man i martinugn kan bearbeta en insats med ända till 0,225 % P. Arbetsättet är då sådant, att duplexmetallen från konvertern gjutes in i den icke helt och hållet tömda martinugnen på en på förhand av sinter och kalk beredd slagg. Duplexmetallen är mycket låg i kol, under 0,05 %, och den nödvändiga uppkolningen sker genom tillsats av 10—20 % flytande tackjärn. Efter ingjutningen av konvertermetallen uppstår en kraftig sjudning i badet. Denna starka reaktion är nödvändig för att avlägsna de betydande fosformängderna, och det är förstäeligt, att temperaturen på metallen och tidpunkten för ingjutningen äro viktiga faktorer för processens riktiga förlopp. Bessemerslaggen kan med fördel kvarhållas i skänken genom att använda en skänk med tärning och stoppare. I stället för bränd kalk kan även kalksten användas. Till följd av kalkstens kraftigt färskande verkan blåses metallen i konvertern vid denna kalkstensmetod blott ned till c:a 0,4 % C. Stålkvaliteten lär vid detta förfarande bli något bättre än vid den vanliga kalkmetoden.

Denna duplexprocess, sur konverter — basisk martinugn för framställning av vanligt handelsstål, är i Amerika billigare än skrotmartinprocessen. Martinverkets kapacitet kan säsongvis förändras genom att efter behag minska eller öka antalet ugnar, som arbeta efter duplexförfarandet. Carnegie Illinois Steel arbetar med normalt bessemertackjärn med låg P-halt (0,035 %). Bessemerverket har en kapacitet av 5.000 ton stål/dygn. Två tippbara martinugnar användas för duplexkörning. För europeiska förhållanden ställa de höga anläggningskostnaderna, andra marknadsförhållanden och kvalitetsfordringar hinder i

vägen för ett införande av denna duplexmetod.

Ett stålverk i Indien har gjort framgångsrika försök att avlägsna fosfor i bessemerstålet enligt per-rinförfarandet i skänken före ingjutningen i den basiska martinugnen. Genom att gjuta bessemermetall med en fosforhalt av c:a 0,3 % från stor höjd i en syntetiskt framställd oxidrik basisk slagg lyckades man sänka fosforhalten ända till 0,020 %, vilket gjorde det möjligt att vid låga kolhalter gjuta valsbara bessemergöt. Det lyckades emellertid icke att erhålla en tillräckligt fosforrik slagg för gödningsändamål. För framställning av hårdare och legerade stål uppfångas bessemermetallen vid högre kolhalt, fosfor avlägsnas och färdigställningen sker i basisk martinugn.

Till följd av de resultatrika försöken planerar bruket ett nytt stålverk enligt duplexförfarandet.

5. *Bessemerkonverter — sur martinugn* inklusive defosforering enligt perrinmetoden. Det sura martinstålet skall användas för järnvägshjul, ringar och vagnsaxlar. I Sverige är dupliceringen förblåst bessemerstål — sur martinugn modern för specialståltillverkning. Vid denna metod är man oberoende av tillgången till P- och S-fattigt skrot. Här står bessemerråstålet i konkurrens med järnsvampen eller R.K. torrfärskade granuler.

Förrän vi nu lämna de duplexförfaranden, som primärt arbeta med en konverter (duplexförfarande i egentlig mening), måste vi med några ord behandla kvaliteten hos de enligt dessa metoder framställda stäl. Stålet måste vara högvärdigare än konverterstålet, ty annars skulle ju duplexmetoderna vara principvidriga. I den moderna metallurgien använder man ändå mycket ogärna beteckningssätten högvärdiga och mindervärdiga stål utan man talar hellre om »de olika stälens lämplighet för bestämda ändamål». I vårt fall borde vi således säga: I duplexstålet måste de egenskaper försvinna, som äro utmärkande för

thomasstålet som sådant, och frågeställningen blir: får man vid dupliceringen i det ena fallet fullt normalt elektrostål och i det andra fallet fullt normalt martinstål?

Vilka äro nu de specifika thomasstålegenskaper, som göra detta stål mindre lämpligt för så många ändamål? Den höga kvävehalten i thomasstålet medför en utpräglad benägenhet till åldring och minskar segheten vid dragning (Tiefziehzähigkeit) samt ökar benägenheten till lutsprörlhet. En annan typisk egenskap hos thomasstål är försämrade fysikaliska värden efter normalisering, isynnerhet fallande tvärvärden. Relativt höga fosfor- och svaavelhalter och den höga syrehalten i mjukt thomasstål ha vi redan tidigare ommämnt. Intressant är också, att mjukt thomasstål i elektriska maskiner redan vid 65° visa en förhöjning av koercitivkraften, troligen till följd av en kombinerad utfällning av kväve, kol och syre i ferriten.

Det gäller således, att vid dupliceringen i främsta rummet sänka kvävehalten i thomasråstålet. Hur detta lyckas beror i hög grad på den metallurgiska omsorg, som nedlägges vid processens genomförande, t.ex. den riktiga inställningen av avkolningshastigheten i elektro- eller martinugnen. Vid masstillverkning är det väl så, att thomasstålets egenskaper lätt slå igenom. Isynnerhet amerikanerna se därför med misstro på duplexelektrostål. I ett tyskt verk konstaterades, att stål med 0,15 % C, framställt i duplexprocessen thomaskonverter — basisk martinugn hade samma hållfasthet som vanligt martinstål med 0,18 % C. Man kan väl säga, att martinstålets kvävehalt efter dupliceringen ligger 0,001—0,002 % högre än vid vanligt martinstål. En annan observation är den, att tätat duplicerat martinstål behöver mera ferrosilicium än vanligt tätat martinstål.

Som sammanfattning kan man säga, att duplicerat martinstål är en aning belastat av thomasstålets egenskaper, men denna belastning

har ingen praktisk betydelse för handelsstål. Duplicerat elektrostål kan däremot framställas med precis samma stålegenskaper som vanligt elektrostål. Detta beror på elektrostålugnens stora metallurgiska möjligheter.

I detta sammanhang må påpekas, att under de senaste åren mycket arbete nedlagts på att förbättra kvaliteten hos thomasstålet. Utvecklingen av kampen mellan thomas- och martinstålet kan ännu icke överblickas, men troligen återstår i framtiden för duplicerat martinstål ett alltmer sjunkande antal handelsstål.

Efter konverter-duplexmetoderna skulle det vara logiskt att behandla de likaså med flytande tackjärn arbetande malmfärskningsförfarandena, åtminstone såvitt dessa arbeta med två ugnar. Då emellertid för malmfärskning av tackjärn endast den basiska martinugnen kommer ifråga, då alltså inga kombinationer av metallurgiskt olika specialförfaranden föreligga, skall behandlingen av hela denna stora grupp sparas till en annan gång.

Vi betrakta därefter nästa grupp, vid vilken martinugnen utgör det primära smält- och färskningsaggregatet.

6. *Basisk martinugn — basisk elektrougn.* Grundtanken vid detta duplexförfarande ligger i att man vid höga strömkostnader smälter och förfärskar i basisk martinugn, som i detta hänseende arbetar billigare, och avsvavlar och desoxiderar i elektrougn. Prisskillnaden mellan kol och elektrisk kraft avgör metodens bärighet. Om ett martinverk redan finnes, så kan man genom att bygga till en relativt liten elektrougn framställa stål av högre kvalitet och sålunda erhålla en fördelaktig utvidgning av tillverkningsprogrammet. Den starka avkyllningen av stålet vid ingjutningen i elektrougnen är otvivelaktigt en nackdel, och detta icke endast i värmeekonomisk betydelse. Denna omgjutning undvikas i en nyskapelse på duplexprocessernas område, nämligen i den s.k. Mavag-Weigl-ugnen.

7. *Mavag-Weigl-ugnen.* Under-teknad har varit i tillfälle att närmare studera driften vid denna duplexprocess i Mavags stålverk i Diosgyörvasgyar. Det rör sig om en tippbar martinugn, som efter nedsmältning och färskning avslaggas och därefter köres som en elektrougn. Gas- och lufttillförseln avstänges, och genom hål i valvet nedsänkes 4 i rad ställda elektroder. Till följd av den stora badytan äro desoxiderationsprocesserna och avsvavlingen mycket effektivare än i en normal, rund elektrougn. Om den elektriska kraften är dyr och bränslet billigt, så har ugnen sitt ekonomiska berättigande. Stängningen av luft- och gaskanalerna liksom även de elektriska anordningarna för de fyra elektroderna erbjödo i början vissa svårigheter, som emellertid numera övervunnits.

Ugnens uppfinnare fastslog, att det i basisk ugn framställda stålet visade mindre benägenhet för bildning av svalsprickor »Flocken» än rena elektrostål med samma analys. Benägenheten för sprickbildning vid seghärdning och utmattningsfenomenen lära även vara mindre. Dessa företeelser skulle förklaras av det bättre koket under gasströmmen i martinugnen. Detsamma skulle då i viss grad gälla hela duplexgruppen martinugn-elektrougn. Dessa frågor äro ännu icke klarlagda. Även elektrougnens konstruktion spelar in. Direkta ljusbågsugnar, vid vilka ljusbågarna bildas mellan elektrodspetsarna och insatsen (Heroult), ge ett annat stål än elektriska strålningsugnar (Rennerfelt). I det förra fallet har ljusbågen en strävan att skjuta slaggen bort från övergångsstället, vid Rennerfeltugnen skyddas stålytan av ett jämntjockt slaggtäcke. En nyreparerad, tät Heroult-ugn ger ett »känsligare» stål än en gammal, icke mera tät ugn. Detta är blott en blick på många hithörande frågor, vilka ännu äro oklara och icke behandlade i litteraturen.

Om man kvalitetsmässigt jämför stål, som framställts enligt duplexförfarandet martinugn-elektrougn,

med ett rent elektrostaal, så får man icke glömma, att man vid en ren elektrougnsdrift alldeles allmänt ställer högre fordringar på skrotkvaliteten än vid duplexdrift. För specialstaal med synnerligen höga fordringar avstår man från en duplexprocess och använder hellre i elektrougnen en kall insats bestående av extra utvalt skrot och har då möjlighet att genomföra smältningen under svagt oxiderande förhållanden. Ett sålunda nedsmält staal kan naturligtvis genom slaggarbete snabbare och säkrare desoxideras än ett kraftigt nedfärskat staal. Om man vill smälta ned legerat skrot, så förslaggas vid duplexdrift alla lätt oxiderbara legeringselement. Vid kromnickelstaalskrot kan det vara önskvärdt att avlägsna kromen fullständigare än vad det är möjligt vid elektrosmältning. I de flesta andra fall gäller det vid legerat skrot att återvinna legeringselementen så mycket som möjligt, varför duplexprocesserna då icke kunna komma ifråga.

8. *Basisk martinugn — sur martinugn.* Den lätt förståeliga idén med denna duplexprocess är att ur fosforhaltigt skrot och tackjärn tillverka högvärdigt surt martinstaal.

9. *Basisk elektrougn — sur martinugn.* Vid tillgång till billig kraft och på grund av andra lokala förhållanden användes även denna »omvända» duplexprocess. I motsats till fall 8 har man här fördelen av att erhålla en svavelfattig förmetall. Såsom i fall 8 rör det sig även nu uteslutande om framställning av specialstaal, såsom t.ex. kullagerstaal.

För fullständighetens skull omnämnes även ett duplexförfarande som har som råstaalsmältugn en Brackelbergsgugn. Brackelbergsgugnen är känd som ett kolpulvereldat smältaggregat för högvärdigt gjutjärn men genom att förvärma luften till och över 300° kan den användas även för stålsmältning. Ugnen kan vagga och rotera. Infortringen är sur, och ugnen lämpar sig icke för färskning, utan är mera ett rent nedsmältningssaggregat, och som så-

dant arbetar den billigt och med liten avbränna. Även här gäller det ett duplexförfarande för framställning av specialstaal. Passande för intermittent drift. Användes i Sverige i kombination med elektrougnar för specialstaal.

Av de här kort behandlade duplexprocesserna är fallet 1 thomaskonverter — basisk elektrougn för de stora tyska och västeuropeiska järnverken en metod för framtiden. Den tillåter användandet av sura, fattiga malmer, i det att avsvavlingen överflyttas från masugnen till den basiska elektrougnen. Malmernas fosforhalter kunna anrikas i thomasslaggen och tillgodogöras. Metoden är gynnsam vad manganhushållningen beträffar. Den är även en god regulator för skrotmarknaden. Förutom vanliga handelsstaal kunna även många specialstaal tillverkas.

Genom inkoppling av en konverter före duplexmetoderna 6, 7, 8 och 9 kunna dessa utbyggas till triplexmetoder. I Amerika har triplexprocessen bessemerkonierte — basisk martinugn — basisk elektrougn tagits i bruk. Bessemerkonierten användes för framställning av flytande, mjukt skrot, martinugnen för fosforrening och elektrougnen för avsvavling och desoxidation. Det måtte vara en mycket svår ingenjörsuppgift att vid kontinuerlig drift bringa dessa tre olika metallurgiska aggregat att samarbeta friktionsfritt.

Kombinierte Schmelzmethoden bei der Herstellung von Stahl.

(Duplexverfahren im weiteren Sinne.)

Es wird eine kurzgefasste Uebersicht über die Duplexverfahren gegeben, welche praktisch für die Herstellung von Stahl in Frage kommen. Die hierbei paarweise miteinander zusammenarbeitenden Schmelzapparate sind der Konvertor, der Siemens-Martinofen und der elektrische Schmelzofen. Die Vorteile der Duplexverfahren sind: Hohe Produktion, grosses Anpassungsvermögen, erweitertes Lieferprogramm in Hinsicht

auf Stahlsorten, grössere Freiheit bei der Rohstoffwahl. In gewissen Fällen können sich auch bei der Herstellung von Sonderstählen Vorteile ergeben.

Als Nachteile können genannt werden: Bedeutende Anlagekosten, gewisse qualitative Schwierigkeiten und Synchronisierungsschwierigkeiten im Betriebe.

Föredraget hölls av övering. Kreuz von Scheele vid Bergsmannaforeningens årsmöte 24.2.44 och följdes av följande diskussion.

Bergström: En av de största svårigheterna utgör synkroniseringen. Man kan tänka sig speciella anordningar. I ett system med Thomasugn kan man ju vänta med blåsningarna, men om verket är kombinerat med en större hytta, måste blåsningarna ske kontinuerligt. Men då man även annars använder blandare så varför gör man inte det även i Duplex-förfarandet. Då man har konverter och en elektrougn arbetande tillsammans borde det gå att samordna dessa med tillhjälp av en blandare. Får man annars tillräckligt P-fattigt »skrot» kan man i Thomas-konierten sluta blåsningen tidigare och tack vare en högre C-halt i den förblåsta metallen erhålla en relativt billig användning av blandare.

Kreutz von Scheele: Jag betonade redan i mitt föredrag, att man vid duplicering gärna avbryter blåsningen i koniernen något i förtid och nöjer sig då med en P-halt av c:a 0,1 %. Det torde inte lämpa sig att för detta råstaal använda en stålblandare motsvarande en tackjärnsblandare, ty det blir för dyrt att hålla stålet flytande i densamma. Man kunde endast tänka sig att för det redan uppkolade råstalet som blandare använda en elektrougn eller martinugn, men sålunda skulle man komma till ett triplexförfarande, som i normala fall icke kan bära sig.

Simola: Esitelmöitsijä mainitsi yhdistetyn martin-valokaariuunin n.s. Mavaguunin. Haluaisin kernaasti kuulla, minkäläistä terästä tässä uunissa valmistettiin ja eikö ilmennyt vaikeuksia valkean kuonan aikaansaamisessa ja säilyttämässä. Ellei uuni ole aivan tiivis, on siinä varmasti vaikea pitää tarpeellista redusoivaa atmosfääriä.

Toinen minua kiinnostanut asia oli esitelmöitsijän mainitsema käännetty

menetelmä sähköuuni-martinuuni. Minkälaiset olosuhteet ovat johtaneet sen syntymiseen?

Kreutz von Scheele: Under mitt besök hos Mavag i Diosgyörvasgyar tillverkades i den kombinerade ugnen enbart kanonstål. Det var intressant att se hur snabbt man erhöill en ljus karbidisk slagg. Elektroderna äro så väl placerade, att hela slaggytan blir jämnt upphettad. De fyra elektroderna äro så kopplade till ett 3-fas system, att de mellersta, grövre elektroderna äro anslutna till var sin fas och de yttre, klenare elektroderna gemensamt till tredje fasen.

Den omvända duplexmetoden elektrougn-sur martinugn har den metallurgiska fördelen, att den sura martinugnen, på grund av avsvavlingen i elektrougnen, får ett svavelfattigt råstål.

Alborg: Jag har varit i tillfälle att i Sverige följa med duplexförfarandet basisk elektrougn-sur martinugn, och kom till den uppfattningen, att elektrougnen användes enbart för nedsmältning. I en martinugn upptager stålet främst under nedsmältningen S från ugnsgaserna, men om denna nedsmältning göres i en elektrougn i S-fri atmosfär, blir slutresultatet en lägre S-halt i stålet, trots att ingen S-rening skett i elektrougnen.

Holmberg: Tillstyrker ing. Alborgs utsago.

Levanto: Tulenkestävien aineiden saanti on nykyisin vaikeata. Voidaanko kotimaista dolomiittia käyttää?

Simola: Tiettävästi käytetään monessa paikassa kotimaista dolomiittia m.m. Lokomon terässulatossa. Viimeaikoina on sen laatu ollut mielestämme huomattavasti entistä parempaa jopa niin, että nykysin käyttäme sitä mieluummin kuin ulkolaista, johon välillä siirryimme.

Backman: Kotimaisen dolomiitin poltto tapahtuu tehtaallamme Loukolammilla. Raakadolomiittimme on kuitenkin liian puhdasta ja vaatii täten korkean lämpötilan. Uuni ei tahdo oikein kestää tarvittavaa 1.300—1.800 °C, joka on sintrautumiselle välttämätöntä. Olemme suunnitel-

leet dolomiittitiilien valmistusta, mutta siitä ei voida toistaiseksi sanoa tämän enempää. On vain muistettava, että dolomiitti imee vettä ja näin sammuen hiljalleen hajoaa.

Barth: (auf deutsch) Dolomiitin käyttökelpoisuuden määrää sen Mg-pitoisuus. Suomalaisessa on Ca-määrä suhteellisesti suurempi ja on se laadultaan täten vähemmän sopivaa.

Backman: Så är det knappast ty Mg spelar icke så stor roll. Enligt våra undersökningar erhålles optimala resultatet då Mg:s andel är lite > 50 % och Ca:s lite < 50 %. SiO₂-halten och dess fördelning är avgörande. Stora korn göra dolomiten dålig och silikaterna bildas icke på rätta sättet. Den finska dolomiten har sin SiO₂-halt allmänt lite för lågt och fördelning är för grov. Men jag antar att finska dolomiten skulle i ugnen ha en bättre reaktionsförmåga.

Bergström: För att återgå till vårt ursprungliga ämne vill jag fästa uppmärksamheten vid att i föredraget ingenting nämndes om en kombination med en högfrequensugn som den ena komponenten. I tidskriftslitteraturen har icke heller syntts något i denna väg trots att metoden säkert användes. Man kan ju tänka sig en högfrequensugn både före martinugnen dock endast i speciella fall men särskilt som en legeringsugn efter ett annat aggrégat.

I sistnämnda fall skulle man utnyttja det goda utbyte av legeringsämnen, som uppnås i en högfrequensugn. I ett kombinerat verk kunde exempelvis från större ugnsenheten i ett visst skede metall uttagas för högfrequensugnar i och för slutlig raffinering och upplegering.

Kreutz von Scheele: Mitt föredrag behandlade framför allt tillverkning av handelsjärn. Metoden att överföra flytande råstål till högfrequensugnar torde användas t.ex. i Sverige för specialståltillverkning. Svårigheterna ligga däri att man ännu icke lyckats tillverka en hållbar basisk degelifodring, och att ugnarna äro mycket små.

Barth: (auf deutsch) Hyppään vielä dolomiittiin ja ehdotan, että Valtion teknilliselle tutkimuslaitokselle annettaisiin tehtäväksi asian tutkiminen.

Kreutz von Scheele: Jag tror icke att dolomitens SiO₂-halt är så avgörande för hållbarheten i driften. SiO₂-halten kan gärna stiga till 4—6 % i sinterdolomiten. Viktigt är att man har en bra, speciell sintringsugn, ty dolomitbränning i vanlig kalkugn duger icke.

Backman: Vi har specialugnar, ty även vi vet att kalkugnarna ej passar här. Med gas erhåller man ej tillräckligt höga temperaturer utan man måste tillgripa sig en »Mischfeuerung». Slaggen i koksen försvårar dock saken genom att höja SiO₂-halten i dolomiten. I Sverige använder man t.ex. i Larsbo gaseldade ugnar men dolomiten torde ha högre SiO₂-halt.

Bergström: Kombinationen bessemer + elektrougn torde ha framtiden för sig om man blott har passande utgångsmaterial. Kostnadernas förhållande till skrotets pris blir avgörande, men med ett utgångsmaterial med P = 0,07—0,08 % borde man klara sig.

Alborg: I Sverige användes en metod att smälta ned legerat skrot i en högfrequensugn och sedan färdigställa stålet i en basisk ljusbågsugn.

Backman: Kvävehalten stiger i Bessemerprocessen vid slutet enligt Kreutz von Scheeles kurvor. I Tyskland praktiserar man med ultraljud, vilket tycks minska gashalten och ge en mera kompakt massa. Kanske borde man försöka sig med vibrometod.

Wallenius: För att återgå till dolomiten tror jag ej att den ringa SiO₂-halten i dolomitinfordringen har någon som helst betydelse vare sig för stålprocessens gång eller stålets kvalitet. En annan sak är att SiO₂-halten givetvis inverkar på infordringens hållbarhet.

Backman: Detta har jag ej heller velat påstå, men kanske är reaktionshastigheten dock större såsom jag tror.

Generatorgasgenerering inom industrin

Dipl.ing. Fj. Holmberg, Vuoksenniska Ab, Imatra

Den ökade användning, generatorgasen fått under de senaste åren är i viss mån förorsakad av den nu rådande knappheten på flytande bränslen. Speciellt gäller detta bilarna, vilkas motorer som bekant i dag i stor utsträckning drivs med gengas. Likaså ha de flesta ugnar som förut voro oljeeldade, omändrats för gaseldning. I ännu högre grad är det dock den allmänna tekniska utvecklingen och framför allt den syntetiska kemins storartade frammarsch, som åstadkommit en kolossalt ökad konsumtion av generatorgas. Anläggningar för framställning av 500.000 Nm³ syntesgas per dygn äro numera inte ovanliga i de större industriländerna, där denna gas utgör råämnet för framställning av metan, metanol, bensin m. m.

Generatorer kommo först till användning i järnverken för uppvärmning av väll- och smältugnar och det är där och i gasverken de konstruktivt utvecklats till de typer, som nu existera. Utvecklingen har skett över halvgasugnar eller s. k. koltorn, vilka byggdes i värmeugnarnas omedelbara närhet, och arbetade med något högre bränsleskikt än den vid flameldning vanliga. Primärluften infördes under bränslet och sekundärluften tillfördes i den springa, genom vilken gasen inleddes till ugnen, och i allmänhet vinkelrätt mot gasströmmen. Den alstrade gasen blev relativt kolsyrerik, men i stället mycket hetare än vanlig generatorgas. Des-

sa halvgasugnar byggdes speciellt för värmeugnar i smedjor och valsverk, och äro ännu i dag i användning i flera verk.

Snart insåg man dock fördelarna av att placera generatorn som ett skilt aggregat på något avstånd från ugnen, och rena den alstrade gasen i sotsäckar och cykloner, varefter den genom isolerade ledningar leddes till förbrukningsstället för att där med sekundärluften förbrännas i särskilda brännare. Gasalstringen kunde nu bättre övervakas och förbränningen skedde just på de platser i ugnarna, där man önskade den. Vidare kunde en och samma generator användas för flere ugnar, varigenom skötseln förenklades. Genom att höja bränsleskiktet erhöi man en kallare, men högvärdigare, d. v. s. kolsyrefattigare gas. För att ytterligare förbilliga driften, omändrades rosten från plan eller trappformad till en rörlig kon, s. k. vridrost. Slagg- och askuttagningen, som tidigare skett för hand, vilket var mycket tidsödande och varvid variationer i gassammansättningen inte kunde undvikas, skedde nu automatiskt vid rostens vridning. Produktionen höjdes med ökat blästertryck, och för att då undvika kraterbildningar i bränsleskiktet, genom vilka luften lätt kunde passera och förorsaka ojämn gång med dålig gassammansättning, inbyggdes omrörare för att hålla bränslets övre skikt i sakta rörelse. Slaggingssvårigheterna vid lättintrande bränslen avhjälpes med att man

började blåsa in vattenånga tillsammans med luften, varvid temperaturerna i generatorn och den avgående gasen sänktes. Ångan alstrades först i fristående ångpannor, men numera göres ofta manteln nedre del vattenkyld, varvid tillräcklig mängd värme kan avledas för ångalstringen. Vattenmanteln sänker även något temperaturen i reaktionszonen, så att dylika generatorer bättre kunna drivas med lättintrande bränslen.

Vanligtvis arbeta industrigeneratorerna med motströmsprincip. D. v. s. luften blåses in under rosten, och får därefter strömma igenom det nedfallande bränslet, varvid detta uppvärms och gasen avkyles. Metoden är bra vid torra och tjärfattiga bränslen, såsom antracit och koks. Även för stenkol är den användbar. Men vid drivning med mycket fuktiga eller bituminösa bränslen, såsom ved, torv och brunkol, uppstå svårigheter. Med gasen följer nämligen i form av vattenånga bränslets hela fuktighet och en stor del av dess kemiskt bundna vatten, så att värmevärdet sjunker och förbränningstemperaturen blir låg. Vattenångan kan visserligen kondenseras, men värmevärdet ökas inte därmed, ty samtidigt avgår en hel del brännbara gaser som tjära, ättiksyra och träsprit. Användes t. e. x ved med 35 % fuktighet, erhålles en gas med 30 % vattenånga och ett bränslevärde av 1.100—1.200 kgal/Nm³. Avkyles denna gas, blir dess värmevärde endast 1.000 kgal.

Vid användning av enbart vedbränsle i motströmgeneratorer måste veden därför torkas ned till c:a 15 % fuktighet för att en bra gas skall erhållas. Den avgående gasens temperatur är vid vedeldning relativt låg, c:a 150°, emedan vattnets avdunstning binder rätt stora värmemängder.

Vid framställning av generatorgas för bildrift ur ved användes en annan princip. Det är nämligen i detta fall av stor vikt, att erhålla så tjärfri gas som möjligt. Man har därför här börjat använda s. k. inverterad förbränning i generatorerna, d. v. s. man leder förbränningsluften delvis i samma riktning som bränslet. Destillationsgaserna tvingas då att passera den hetaste zonen, varvid de tillsammans med vattenångan till största delen sönderdelas. Den avgående gasen, som i detta fall blir rätt het, är nästan tjärfri och ganska torr. Samtidigt har vätehalten genom vattenångans sönderfall ökat vilket är till fördel vid förbränning i motorn.

Inverterad förbränning har numera även börjat tillämpas för industrigeneratorer vid vedeldning, bl. a. i fråga om de i Sverige lancerade Parca- och Bolinder-generatorerna.

Generatorgas, som användes för uppvärmning, ledes varm till värmeugnarna genom värmeisolerade ledningar. Vid syntesgasframställning däremot måste gasen avkylas och renas. I vissa fall har man avsett sig vinna på att avkyla och rena gas, som användes för uppvärmning. Särskilt gäller detta, då förbrukningsstället är avlägset eller om man önskar tillvarata vissa biprodukter. Ledes gasen långa vägar, uppstår lätt svårigheter på grund av att tjäran kondenseras och fastnar i ledningarna, varför dessa ofta måste rengöras. I sådana fall är det lämpligare, att avkyla gasen förrän den ledes ut, eventuellt som komprimerad. Härvid erhållas värdefulla biprodukter som tjära, bensol, fenol m. m. Då renad gas kommer till användning, byggs i allmänhet flera

generatorer ihop till en centralanläggning med gemensamma kylnings- och reningsapparater. Skötseln blir då mycket förenklad och en jämnare gassammansättning erhålles. Renad gas började användas särskilt under förra världskriget, då tjäran steg i pris. Likaså har det nu pågående kriget förorsakat en allt större användning av renad gas.

Sker reningen främst för biprodukternas skull, är det fördelaktigare att använda s. k. dubbelgasgeneratorer, varvid gasen tages ut i två zoner. Den ena gasen den, s. k. klargasen, är nästan tjärfri, medan den andra, den s. k. kallgasen, som ledes genom det motströmmande bränslet, innehåller nästan all tjära. Vardera gasen avkyles därpå och ur kallgasen kondenseras tjäran, varefter de blandas. Härvid erhåller man en högvärdigare tjära och en blandgas med högre värmevärde.

Gasgenereringens teori.

De i en generator skeende reaktionerna äro teoretiskt undersökta av ett flertal forskare. Men den teoretiska vetenskapen på detta område har hittills i de flesta fall fått nöja sig med att konstatera riktigheten av de på praktisk väg tidigare nådda resultaten.

Den första, som på vetenskaplig grund analyserade problemet, var Kurt Neumann, som år 1912 publicerade sin doktorsavhandling (Die Vorgänge im Gasgenerator auf Grund der zweiten Hauptsatz der Thermodynamik). Senare har bl. a. Schlopfer och Tobler, Hubendick, Sylvania m. fl. publicerat teoretiska undersökningar, som dock i huvudsak bygga på Neumanns arbete.

Vid förgasning av ett bränsle avser man att överföra bränslets hela kvantitet brännbara beståndsdelar i en brännbar gas, d. v. s. man strävar till att oxidera bränslets ingående kolhalt till kolmonoxid. Detta kan antingen ske genom luftens eller ock genom vattenångans syre. Syremängden väljes härvid så liten att

en fullständig förbränning till koldioxid icke äger rum.

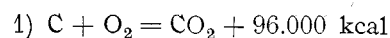
Beroende på framställningssättet och gasens sammansättning skiljer man mellan tre olika slag av generatorgas: luftgas, vattengas och bland- eller kraftgas. Den sista kallas även vanlig generatorgas.

Luftgas.

Förgasningen vid luftinblåsning föreställer man sig sk. på följande sätt.

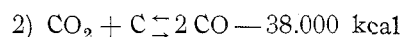
Vid formerna, där stort syreöverskott råder, oxideras kolet på ytan till koldioxid. Därvid äger en kraftig värmeutveckling rum, som åstadkommer en stegring av temperaturen tills denna är så hög, att det till omgivningen avledda värmets är lika stort som det alstrade.

Kolets oxidation till koldioxid uttryckes genom den bekanta formeln



Temperaturstegringen är i oxidationszonen beroende av generatorns konstruktion, bränslets beskaffenhet, belastningen, luftens temperatur och syrehalt.

Den vid förbränningen alstrade kolsyrehaltiga gasen strömmar därefter genom de omkringliggande glödande kolskikten, varvid den reagerar med kolet under bildning av kolmonoxid. Denna reaktion sker enligt formeln



Processen är således endotermisk (värmekrävande) och det erforderliga värmets tages ur överskottet i oxidationszonen och ur gasernas fysiska värmeinnehåll. Reduktionen av CO_2 börjar vid c:a 400°, men uppstår först vid 800° tillräckligt stor hastighet. Hastigheten ökas med temperaturen och är beroende av bränslets art och kornstorlek. Ju mindre kornstorleken är, desto snabbare sker reaktionen, då den sammanlagda reaktionsytan förstoras vid minskad volym hos de enskilda partiklarna. Kornstorleken kan dock

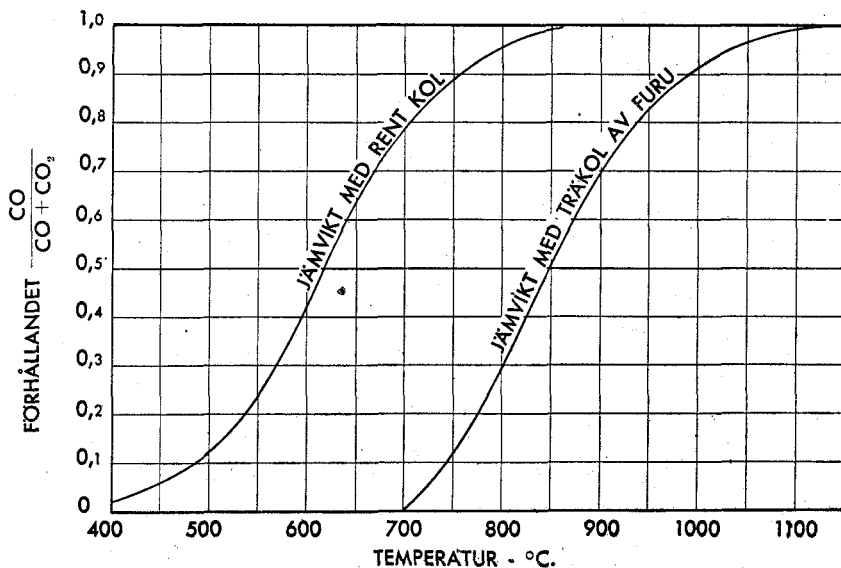


FIG. 1.

inte med fördel minskas alltför mycket, då motståndet mot gasens genomströmning därvid starkt ökas. Erfarenheten har visat, att en kornstorlek av c:a 10—15 m/m är lämplig, då kol användes som bränsle.

Jämvikten mellan kolmonoxid och koldioxid i närvaro av glödande kol uttrycktes genom ekvationen

$$3) \frac{(CO)^2}{(CO_2)} = p \cdot k$$

där (CO) och (CO₂) betyda resp. gasers partialtryck och p deras summa. k är den s. k. jämviktskonstanten, som är starkt beroende av temperaturen. Jämvikten framgår ur den s. k. Boudouarska kurvan, fig. 1, som gäller för p = 1 atm. Kurva 1 gäller för jämvikt vid rent kol, medan kurva 2 avser träkol av furu. Skillnaden beror troligtvis på katalysverkan hos kolen eller askan, som strävar att förskjuta jämvikten.

Ur kurvan framgår, att ju högre temperaturen är, desto högre är den ingående koloxidhalten, medan omvänt, då gasen avkyles mera koldioxid bildas. Det kan vid betraktandet av kurvan förefalla egendommeligt, att koloxiden överhuvudtaget kan förekomma vid lägre temperaturer. Den bör av allt att döma sönderfalla i koldioxid och kol. Så är även fallet i verkligheten, men då temperaturen sjunker, ökas reaktionstiden och därför sönderfaller koloxid t. ex. i rumstemperatur

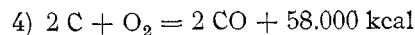
praktiskt taget inte alls. Fenomenet kan dock iakttagas vid förbränning med luftunderskott i vanliga eldstäder. Då färgas som bekant skorstenens rök svart av finfördelat kol, som uppstått vid koloxidens sönderfall. Samma sak äger även rum vid ledning av varm generatorgas i långa ledningar, som därför lätt bli igenotsotade. Härav framgår även vikten av att snabbt nedkyla gengas, som användes för motordrift, ty annars förlorar den en del av sitt värmevärde.

Gasreaktionernas hastighet är inte enbart beroende av temperaturen utan även i hög grad av sammansättningens avstånd från det teoretiska jämviktsläget. Det är klart, att ju närmare jämviktsläget man kommer, desto mindre blir den drivande kraften, som asymptotiskt närmar sig värdet 0. Den teoretiska jämvikten kan därför icke fullständigt uppnås, förrän efter oändligt lång tid. En annan faktor som även starkt påverkar reaktionshastigheten och reaktionsprodukterna är de i bränslets aska förefintliga metalloxidernas katalytiska inverkan. Det är bl. a. dessa svårigheter teoretikerna haft att kämpa med vid uppställandet av lagarna för de i en generator skeende förloppen.

Vid ren luftinblåsning bör gasens sammansättning teoretiskt vara

$$34,6 \% CO + 65,4 \% N_2$$

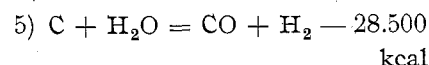
Denna CO-halt är således ett maximum vid förgasning med luft. I praktisk drift erhålles alltid en viss mängd koldioxid, som inte kan undvikas ens i den bäst skötta generator. Då denna luftgasreaktion, d. v. s. kolets oxidation till kolmonoxid.



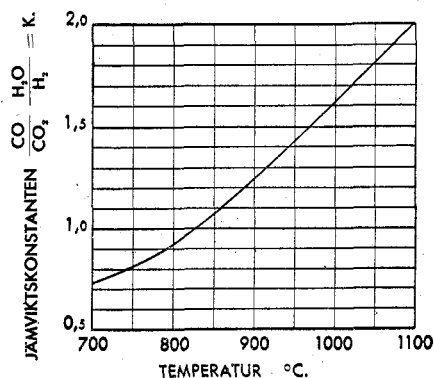
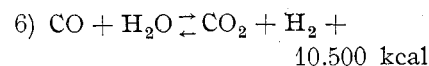
är starkt värmealstrande, resulterar detta i att, om generatoren är väl isolerad, en mycket hög temperatur uppnås i förbränningszonen, 1.500—1.600°, varför slaggen lätt börjar sintra. Likaså blir den avgående gasens temperatur hög. I praktiken har därför den rena luftgasframställningen inte fått någon betydelse annat än i vissa specialfall, som t. ex. vid gasgenerering med flytande slaggavgång.

Vattengas.

I stället för luftens kan vattnets syre komma till användning. Vid inblåsning av vattenånga över ett glödande kolskikt sönderdelas vattenångan och en s. k. vattengas, bestående främst av kolmonoxid och väte, bildas. Reaktionen sker då enligt formeln



Reaktionen är värmekrävande och kan inte fortgå om inte värme tillföres. Sekundärt sker en annan reaktion

FIG. 2. JÄMVIKTSKONSTANTEN $K = \frac{CO}{CO_2} \cdot \frac{H_2O}{H_2}$

Den resulterande gasen kommer således att bestå av de 4 komponenterna kolmonoxid, vattenånga, koldioxid och väte. Proportionerna mellan de olika komponenterna i denna s. k. vattengasreaktion bestämmas av reaktionens jämviktskonstant

$$7) k = \frac{CO}{CO_2} \times \frac{HO}{O_2}$$

Jämvikten framgår ur fig. 2. Vid högre temperatur ökas CO och H₂O medan vid lägre temperatur H₂ och CO₂-halterna tilltaga.

Då reaktionen 5) är värmekrävande, måste värme tillföras för att processen skall kunna fortgå. Detta sker i praktiken så, att man omväxlande blåser med luft och med ånga. Under luftblåsning, d. v. s. varmbläsningsperioden, som sker med stort luftöverskott och hög hastighet, förbrinner en del av kolet till CO₂ och CO, varvid värme bildas och bränslelagret börjar småningom vitglöda. Därefter sker den s. k. kallblåsningen med vattenånga tills temperaturerna i generatoren sjunkit så lågt som gaskvaliteten tillåter, varefter samma sak återupprepas. Tiden för kallblåsningen förhåller sig till varmbläsningen som c:a 3:1, varvid varmbläsningsperioden numera är 1—2 min.

Värme kan även tillföras processen genom att en del av vattengasen får cirkulera medan den uppvärms i utanför generatoren stående regenerators, som lämpligast värmas med något billigt bränsle. På senare tid har man särskilt vid framställning av syntesgas börjat inblåsa tillsammans med vattenångan ren syrgas, som t. ex. framställts genom det numera vanliga Linde-förfarandet. Fördelen med inblåsning av syrgas är den, att processen kan fortgå kontinuerligt och att kvävebarlasten försvinner.

Ren vattengas består teoretiskt av 50 vol. % H₂ och 50 vol. % CO. I praktiken håller sig dock sammansättningen mellan följande gränser.

H ₂	50—55 %
CO	39—42
CO ₂	2—4
CH ₄	0—2
N ₂	3—7
O ₂	0—1

Effektivt värmevärde = 2.500—2.600 kcal/Nm³

Vattengasen blir på grund av sitt komplicerade framställningssätt och förgasningens relativt dåliga verkningsgrad rätt dyr. Den lämpar sig därför inte för uppvärmningsändamål. För syntesgasframställning är den däremot mycket lämplig på grund av dess låga kvävehalt. Vidare användes den i de fall, då mycket höga temperaturer önskas, såsom t. ex. vid svetsning. Vid lysgasverk är även numera vattengasgenerators mycket vanliga som reservaggregat. Vattengasens låga är hetare än lysgasens, men inte så lysande som denna, varför den måste i dylika fall karbureras.

Vanlig generatorgas eller kraftgas.

Vanlig generatorgas är en blandning av luft- och vattengas. Vattnet tillföres i allmänhet med luften i ångform, utom i generators med inverterad förbränning med fuktigt bränsle, ty där tjäna de ur bränslet avdunstate vattenångorna samma ändamål, så att extra ånga inte behöver inblåsas, såsom t. ex. i bilgenerators för vedeldning.

Med ångtillsatsen reglerar man temperaturerna i generatoren. Temperaturen sjunker med ökad ångmängd och den måste hållas så låg, att slaggen inte börjar sintra. Därvid minskas även den avgående gasens temperatur och likaså strålningsförlusterna, varvid generators verkningsgrad ökas. Ångmängden rör sig i allmänhet kring 0,3—0,45 kg ånga/kg kol.

Generatorgasens sammansättning kännetecknas därav att de brännbara beståndsdelarnas summa, d. v. s. CO + H₂, är ungefär 40 %. CO₂-halten är ungefär 5 %, medan N₂-

mängden rör sig kring 55 %. Analysen varierar dock med bränslets beskaffenhet och normalt förekommer även något metan. Exempel på en normal analys är

CO	28,5 %
H ₂	10,4 »
CO ₂	4,5 »
CH ₄	1,0 »
N ₂	55,7 »
	100 %

Gasens värmevärde är ungefär 1.300 kcal/Nm³.

Den i gasen förekommande metanhalt är främst en destillationsprodukt, som bildas då bränslet uppvärms. Av kurvan för metanjämvikten (fig. 3) framgår, att metan är

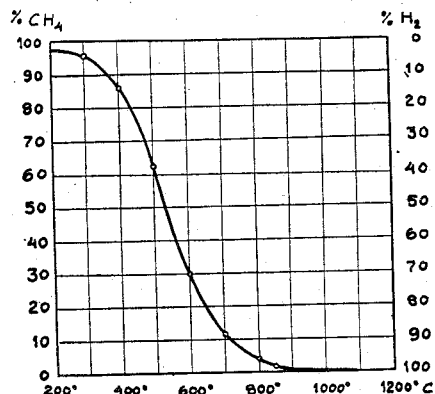


Fig. 3. Metanjämvikten (enligt Mayer och Altmayer).

stabil endast vid lägre temperatur och att den vid högre sönderfaller i kol och väte. Redan vid c:a 900° har den sålunda helt sönderfallit. Vid fuktiga bränslen kommer gasen vid motståndsförgasning även att innehålla bränslets hela fukthalt, vilket bör beaktas vid förgasning av ved. Dessutom innehåller gasen normalt något tjära och vid vedeldning även ättiksyra.

Tidigare har nämnts, att ångtillsatsen sker främst för att sänka temperaturerna i generatoren, en del av värmets åtgår nämligen till vattenångans spjälkning. Till följd härav blir även den avgående gasens temperatur lägre, vilket speciellt är till fördel i de fall, att gasen måste avkylas före användningen, som t. ex. vid motorgasgenerering, då genera-

torns termiska verkningsgrad ökas på så sätt. Termiska verkningsgraden vid generering av kall gas är hos den rena luftgasprocessen c:a 70 %, medan den vid blandgasgenerering stiger till 87 %, beroende av att den avgående gasens temperatur i det senare fallet sänkts.

Generatorgasen är den inom industrin mest använda. Den användes såväl för uppvärmning av smält- och värmeugnar och även i stor utsträckning för kraftalstring. Generatorgas framställs ur de mest olika bränslen, såsom ur kol, såväl kort som långflammiga, brunkol, koks, ved, torv m. m.

Tanken att i stället för vattenånga inblåsa koldioxid ligger nära till hands. Koldioxidens reaktion med kol är mera värmekrävande än motsvarande reaktion med vattenånga. Det är därför klart, att problemet att blåsa in rökgaser i generatoren tillsammans med luft sysselsatt många konstruktörer. Redan i slutet av förra århundradet inlämnade den kända uppfinnaren Werner Siemens en patentansökan därom, och angav i denna som avsikt, att vinna en bränslebesparing. Under de senaste åren har idéen kommit till utförande i den s. k. Källe-bilgeneratoren för stybb, där en del av motorns avloppsgaser inblåses tillsammans med luften för att avkyla temperaturen i reaktionszonen.

Generatorkonstruktioner

Halvgasugnar.

Generatorerna ha, som tidigare blivit omnämnt, utvecklats över halvgasugnar, vilka, som bekant, ännu finnas i användning på ett flertal håll, särskilt för mindre värmeugnar. Bränsleskiktet i halvgasugnarna är lägre och likaså blästertrycket. Då den avgående gasen till följd av hög CO₂-halt är mycket het, måste dessa ugnar byggas ihop med den enhet, vilken de skola uppvärma. Någon framställning av gas i egentlig mening sker inte här, då de ur bränslet bildade brännbara gaserna

förbrännas med sekundär luften i omedelbar närhet av bränsleskiktet eller i den kanal, som leder till värmeugnen. Brännare av normal konstruktion kunna intehär användas, då gasens temperatur är så hög. Dock har även för dessa ugnar ett visst slags brännare kommit till användning, av tegel byggda s. k. varmbrännare. Bl. a. har svenskar na experimenterat därmed.

Även halvgasugnarna har under de senaste åren genomgått en utveckling och bl. a. ha några helt nya typer konstruerats. Ett exempel på en ny konstruktion på detta område är den av Ab. Svenska Järnvägs Verkstäder i Linköping lancerade Axel Ohlsson-generatorn, fig. 4. Denna är avsedd att eldas med lång-

intaget och passerar därifrån genom en förbindelsekanal till ugnen. För att fullständigt kunna behärska förbränningen tillföres tertiär luft i eller efter denna kanal.

Den genom de dubbelslutande uppsättningsmålen insatta kastveden sjunker ned på mellanväggs båda sidor och uppvärms på grund av den nedtill skeende förbränningen. Genom uppvärmningen förkollas veden och de härvid bildade gaserna och ångorna tvingas att i en nedåtriktad ström passera det översta bränsleskiktet förrän de fullständigt förbrännas med sekundär luften i det kilformade rummet. Tillsammans med destillationsgaserna förbrännas i samma rum de uppåtstigande kolmonoxidhaltiga gaserna,

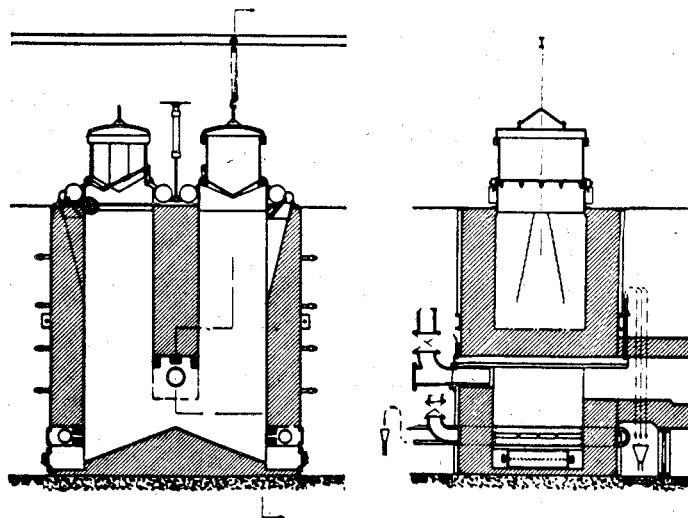


Fig. 4. Halvgasugn för vedeldning konstruerad av Axel Olsson.

ved, och består av två schakt, skilda åt medelst en murad mellanvägg, som vid c:a 1/3 av ugnens höjd uppbäres av ett valv. Under valvet kommunicera de båda schakten med varandra, så att strax nedan om detta ett kilformigt rum bildas, vars sidor uppstå av det nedrasade materialet. Primär luften införes i nedre delen av generatorns sidor genom vattenkylda blästerluftlådor. Sekundär luften införes i gaveln genom ett gjutjärnsrör på sådan höjd, att röret utmynnar i det ovannämnda triangelformiga rummet. Gasen från generatoren uttages från den andra gaveln mittför sekundär luft-

vilka i det glödande mellanskiktet reducerats ur de vid primär luftintagen bildade koldioxidhaltiga förbränningsprodukterna. Den intensiva förbränningen i detta smala, kilformiga rum förorsakar här en mycket hög temperatur, vilken möjliggör, att vedens destillationsgaser fullständigt sönderdelas och förbrännas.

Ohlsson-generatorn är speciellt konstruerad för eldning med kastved, men den lär även väl kunna drivas med torv, avfallsved av alla slag, bark och en viss blandning av sågspån samt med kol i varje blandningsförhållande.

Denna halvgasugn har hittills konstruerats för en max. kapacitet av 4 milj. kcal/timme.

Generatorer med fast rost.

Det nästa utvecklingsstadiet efter halvgasugnarna var generatorer med fast rost. De byggdes främst för lysgasverken, där de alstrade den för kamrarnas uppvärmning nödvändiga gasen, och denna typ torde ännu vara allmänt förekommande i dylika verk.

Jämfört med halvgasugnarna är bränsleskiktet i generatorerna högre, så att de ur förbränningszonen strömmande koldioxidhaltiga gaserna bättre hinna reduceras till kolmonoxid. Bränslehöjden är c:a 80—120 cm och blästertrycket c:a 100 m/m H₂O. Primärluften tillföres numera allmänt centralt i botten på generatorn, men konstruktioner med luftintag på sidorna förekomma även. För att förhindra avbrott i slagguttagningen förses generatorerna ofta med vattenlås kring rosten, vilket förhindrar gasens utträngande samma väg som slaggen.

Generatorerna byggas med helt murade väggar och den behövliga ångmängden tages från en skild ångpanna. Belastningen i generatorer med fast rost överstiger i allmänhet inte 100 kg kol per m² och timme.

Man kan inte undvika, att gasammansättningen i ganska hög grad förändras i de ögonblick, slaggnings sker eller nytt bränsle inmatas. T.ex. strax efter slaggnings ökas koldioxidhalten kraftigt och kolmonoxidhalten sjunker. Normal gasammansättning uppnås inte förrän c:a 1—1 ½ timme efteråt.

Nedanstående tabell visar gasanalyser, tagna vid olika tidpunkter efter slaggnings.

	5 min.	20 min.
CO ₂ %	8,5	7,1
CO %	22,7	23,5
CH ₄ %	2,0	2,0
H ₂ %	11,6	11,2
N ₂ %	55,2	56,2
Värmevärde kcal/Nm ³	1.170	1.180

	30 min.	40 min.	jämndrift
	5,9	5,1	3,5
	24,9	25,9	27,7
	2,2	2,0	2,2
	11,4	11,8	12,4
	55,6	55,2	54,0
	1.247	1.270	1.358

Vridrostgeneratorer.

För att undvika ovannämnda svårigheter och för att förenkla skötseln försågos generatorerna med vridrost. Denna utformades konisk och placerades något excentriskt i schaktets botten. Vid rostens kringvridning matas slaggen och askan ut tack vare en stillastående snettställd skrapare. I en del amerikanska konstruktioner, som Morgan, Wellman m. m., är manteln rörlig, medan rosten står stilla — principen är för övrigt dock densamma.

Luften inblåses genom den koniska, av tackjärn gjorda rosten spetsen normalt av stålguide), gasen

tages ut ovan bränsleschaktet. Mantelns nedre del göres ofta vattenkyld medan den övre delen är murad. Genom att rätt utforma vattenmanteln kan denna även tjänstgöra som alstrare av den för luften nödvändiga ångan. Ångtrycket hålles i allmänhet lågt, c:a 0,5 atü.

Enbart en tätt återkommande slaggnings förhindrar dock inte helt variationer i gasens sammansättning och temperatur utan måste även bränslet tillföras mer eller mindre kontinuerligt. För den skull inbyggdes matartrummor, s. k. Chapman-apparater, vilka vid trummans rotation tillför bränsle till generatorn i små portioner.

Typisk vridrostgenerator-konstruktion framgår ur fig. 5.

Bränslet inmatas upptill genom en med vingar försedd matartrumma och faller därefter över en fördelningskåpa ned i schaktet. Centralt i detta finnes en omrörararm, med vattenkylda fingrar, vilka vid armens rotation jämna ut bränslet och

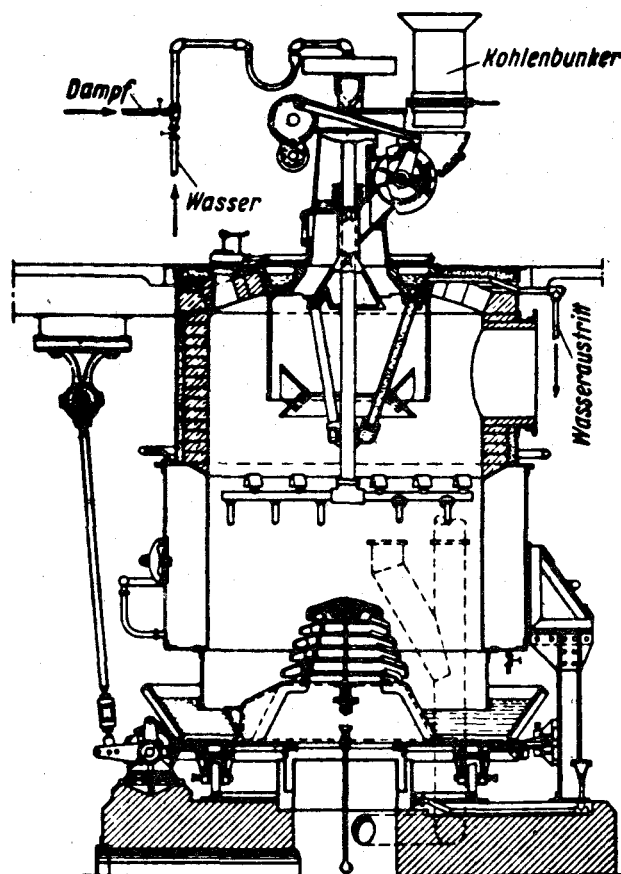


Fig. 5 a.

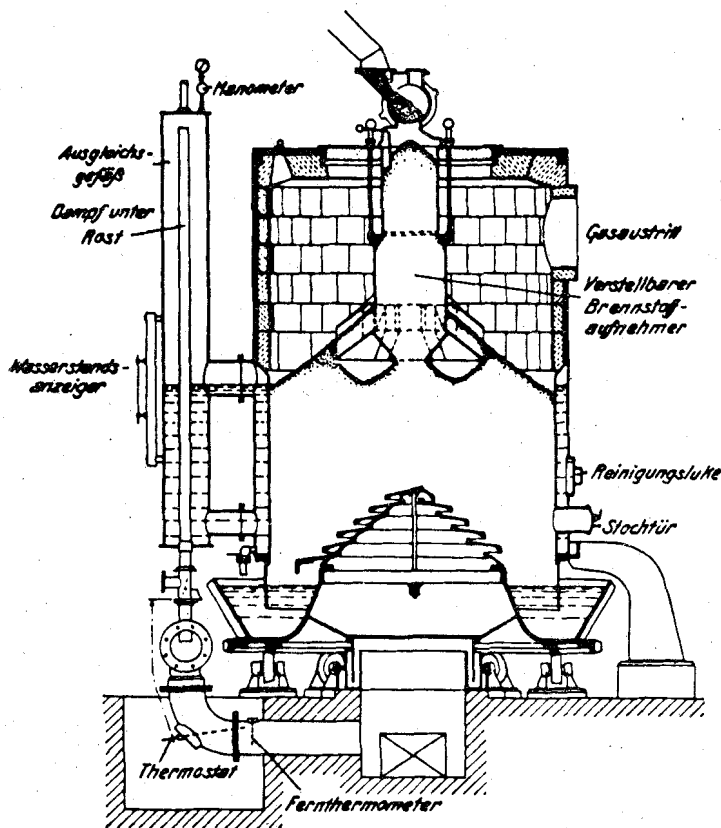


Fig. 5b.

förhindra att vid luftens genomblåsning kanaler och gångar bildas. Rörelsen överföres till armen genom en gängad bussning, så att om motståndet mot armens kringvridning ökas, denna skruvas uppåt, varigenom den alltid kommer att ligga något under bränsleytan.

Den koniskt trappformade rosten tjänar samtidigt till att leda in luft vilken färdigt uppblandad med vattenånga av blästerfläkten blåses in genom det centralt placerade vertikala röret. Nedre delen av manteln är som synes vattenkyld och vattenmantelns övre kant är formad så, att ett litet ångsamlingsrum bildas, som inte står i direkt kontakt med bränslet, varför faran för sönderbränning minskas. Uppe i generatorns lock finnas spethål, försedda med ringformigt placerade ångdysor, som förhindra att gasen strömmar ut vid spettnig.

Vridrostgeneratorerna arbeta med bränslekikt på 1,2—1,5 m. Produktionen stiger vid denna typ till 200—250 kg/m³ per timme, om

lämpliga kol användas. Ångtillsatzen är 250—400 kg ånga/ton kol. Tack vare omrörararmen äro dessa generatorer inte så känsliga för svagt bakande kol. Likaså förhindrar vattenmanteln i hög grad ihopsintring.

Åsikterna ha varit delade, huruvida även vid förgasning av bituminösa kol en vattenavkylning av schaktets nedre del är önskvärd. Man ansåg först, att kylning är av godo endast vid drivning med gasfattiga bränslen såsom koks och antracit. Det har dock numera visat sig, att vattenmanteln gör stor nytta även vid användning av högflammiga kol, särskilt om produktionen är hög, ty då kan gasens temperatur hållas under det för dess sönderfall kritiska värdet.

Under krigsåren har som bekant en strävan att övergå från kol och koks som generatorbränsle till ved gjort sig gällande. Särskilt i Sverige har ved börjat användas i hög grad som bränsle för martin-ugnar, för vilka den är synnerligen lämplig, på grund av vedens låga svavelhalt.

En normal vridrostgenerator kan väl drivas med t. ex flis, men dock bör man beakta, att flisens fukthalt inte får vara för hög. Färskt virke innehåller c:a 35—50 % vatten, medan avfallsved från träförädlingsindustrierna, som använda flottat virke, innehåller betydligt högre fukthalt. Matas en generator med dylikt bränsle, är det naturligt, att den alstrande gasen blir starkt utspädd med vattenånga, vilket gör att dess förbränningstemperatur sjunker och att avgasförlusterna ökas. Hög vattenhalt hos gasen verkar dessutom starkt sotande på gasledningarna.

För att kunna använda fuktigt bränsle, måste det först torkas. I martin-verk använder man därvid lämpligen avgaserna från ugnarna, vilka ledas genom en roterande torktrumma som torkar flisen ned till c:a 10 %. Normalt behöves dock flisen inte torkas så långt, 15—20 % ger redan en relativt god gas.

Vid fliseldning av vridrostgeneratorer med automatisk inmatning uppenbarar sig svårigheter på den grund, att materialet visar benägenhet att kila sig emellan skovlarna och trumman. Sannolikt kan detta dock avhjälpas på samma sätt som Bofors gjort vid stokereldning av flis, nämligen genom att minska det matande organets diameter så att ett spel uppstår mellan trumman och vingarna. Vid fliseldning uppkommer även en annan olägenhet på grund av bränslets mycket stora volym. Volymen är nämligen c:a 10 ggr större än vid användning av stenkol. För övrigt bör även beaktas, att vedens askhalt är mindre än stenkolens, varför slaggning bör företagas mindre ofta.

Vridrostgeneratorer tillverkas normalt med följande dimensioner: 2, 2.6, 3, 3.3 m. *d*, men även mindre och större typer förekomma, och i Italien torde en 5 meters generator ha byggts. Ur tabell 1 framgår några av Clemet utförda försök, där bränslehöjden och ångmängdens inverkan på gasens sammansättning vid stenkolseldning kan avläsas.

Tabell 1.

	Bränslelager 1.820 mm					Bränslelager 1.060 mm				
Kg ånga pr kg kol	0.28	0.38	0.51	0.64	0.855	0.33	0.41	0.54	0.72	10
Vikt % ånga med luft	9.04	11.99	16.2	20.78	28.6	9.9	12.22	16.0	21.4	30.0
Kg kol pr m ² och tim.	90	85	91	75	71	84	75	74	74	74
<i>Kolanalys:</i>										
Koks	56.34	56.34	56.34	57.31	57.31	56.64	56.64	56.64	55.8	55.8
Flykt. beståndsdelar	35.0	35.0	35.0	33.78	33.78	34.5	34.5	34.5	35.1	35.1
Aska	3.9	3.9	3.9	3.64	3.64	3.89	3.89	3.89	4.05	4.05
Svavel	0.76	0.76	0.76	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.95	0.95
Vatten	4.00	4.00	4.00	4.3	4.3	4.00	4.00	4.00	4.10	4.10
<i>Värmevärde hos torra kol:</i>										
v.e. pr kg (kal)	7.964	7.964	7.964	7.927	7.927	7.951	7.951	7.951	7.917	7.917
<i>Gasanalys vol. %:</i>										
CO ₂	5.9	6.9	8.0	9.3	9.57	6.0	7.05	7.5	8.8	10.9
CO	24.7	23.2	21.3	19.77	19.00	24.8	23.26	22.4	20.3	18.4
CH ₄	4.8	5.1	5.2	5.10	5.05	4.6	4.53	4.3	4.0	4.1
H ₂	11.5	11.6	12.3	13.10	13.9	9.5	10.8	11.3	13.0	14.1
N ₂	53.1	53.2	53.2	52.73	52.48	55.1	54.36	54.5	53.9	52.5
Tjära gr pr m ³	14.8	13.2	13.6	14.2	14.5	10.4	12.6	12.4	13.3	11.6
Sot » » »	12.3	6.6	9.3	8.1	7.3	8.3	9.3	6.8	10.5	9.2
Fukt » » »	38.6	41.3	54.0	67.0	95.0	41.9	52.0	67.2	89.8	127.0

	Bränslelager 1 060 mm					Bränslelager 1 820 mm				
<i>Värmevärde:</i>										
Pr m ³ torr gas	1.459	1.443	1.411	1.377	1.408	1.394	1.373	1.341	1.295	1.274
» » » » + tjära	1.598	1.567	1.539	1.511	1.544	1.492	1.491	1.457	1.420	1.383
» » » » + sot o. tjära	1.695	1.619	1.612	1.575	1.601	1.557	1.564	1.511	1.503	1.455
» » fukt »	1.395	1.375	1.320	1.265	1.205	1.320	1.280	1.240	1.175	810
» » gas + sot o. tjära	1.610	1.540	1.500	1.445	1.375	1.480	1.465	1.400	1.370	925
Gastemperatur	677	674	665	634	591	805	746	717	696	657
% sönderdelad blästerånga	59.3	57.5	56.2	55.6	50.6	48.7	47.2	45.8	43.8	40.4
Generatorns verkningsgrad räkn. på varm gas%	90.5	92.3	91.4	90.4	91.15	91.1	93.14	89.6	89.0	90.3
D:o på kall gas %	69.6	70.0	68.5	67.2	67.2	67.2	67.5	63.8	63.7	62.6

Utslagsgeneratorer.

För att möjliggöra en mycket hög produktion har speciella generatorer med flytande slaggavgång konstruerats. Dessa s. k. utslagsgeneratorer användas i den kemiska industrin för framställning av gas med hög CO-halt och i hyttor för att utjämna belastningsvariationer i masugnsgasnätet. De påminna om en vanlig masugn och består av ett murat schakt, in i vilket blästerluften blåses genom vattenkylda formor under högt tryck. Någon tillsats av vattenånga användes inte här, utan de drivs som rena luftgasgeneratorer. Den avgående gasen håller därför en låg halt av CO₂ och H₂ och består

främst av CO och N₂. En typisk gasanalys är

0,4— 2,0 %	CO ₂
32,0—34,0 %	CO
1,0— 2,0 %	H ₂
0,2	CH ₄
62—66	N ₂

För att förhindra hängningar i schaktet måste styckekoks inte gärna under 20 m/m användas. Finare koks ger lätt upphov till kraterbildningar i beskickningen, genom vilken luften och gaserna gå fram och förorsaka slaggbryggor, som bära upp beskickningspelaren. Vidare fordrar ett fint material ett högre blästertryck.

Den avgående gasens värmeinnehåll är på grund av den ringa vätehalten rätt låg, c:a 1.000—1.100 kcal och gasen påminner till sin sammansättning om vanlig masugnsgas.

För att möjliggöra att slaggen smälter vid lämplig temperatur tillföres i beskickningen gärna kalk, masugnsslagg eller martin-slagg. Utslaget sker som i en vanlig masugn. Vid större generatorer finnas även ett järnhål, genom vilket det utreducerade järnet uttappas.

Utslagsgeneratorerna tillåta mycket hög belastning, upp till 4—6 gånger så mycket som en vridrostgenerator, d. v. s. c:a 1.000 kg kol per m² och timme.

En nackdel med denna typ är den

avgående gasens höga temperatur, 700—900°. Detta betyder, vid användning av kall gas en relativt stor värmeförlust. Men användes gasen direkt för uppvärmningsändamål, spelar detta mindre roll. Räknat på den kalla gasen är verkningsgraden c:a 70 %. En del av den avgående gasens värme kan även användas till förvärmning av blästerluften, vilket dock fördyrar konstruktionen.

För att höja gasens värmevärde och sänka dess temperatur användes i en del fall en liten ångtillsats, som t. ex. i Würths-generatorn.

En stor fördel med dessa generatorer är deras okänslighet för belastningsvariationer. De äro därför mycket lämpliga som utjämningsorgan på gasnäten vid hyttor, där de kunna ersätta gasklockorna.

Dubbel- eller kallgasgeneratorer.

Koks framställes, som bekant, ur stenkol genom upphettning, varvid ur kolet avdestilleras tjärångor och en av kolets sammansättning beroende destillationsgas. Gasen befrias från tjäran och andra värdefulla beståndsdelar såsom ammoniak och bensol, varefter den distribueras som s. k. lysgas till resp. förbrukningsställen. Den alstrade koksen kan sedan användas bl. a. i generatorer för framställning av generatorgas. Tanken att kombinera dessa båda processer i en och samma ugn ligger nära till hands och har också redan länge varit bekant.

Sedan en del konstruktiva svårigheter övervunnits, uppenbarade sig under senaste världskriget en hel del olika generatorkonstruktioner, där denna dubbelprocess kom till utförande. Under de senaste åren, då tjäran åter stigit i pris, har dubbelgasgenereringen på nytt blivit mycket aktuell och särskilt i Tyskland har ett berömvärdt forsknings- och experimentarbete utförts på detta område.

I en vanlig generator är gastemperaturen så hög, att den ur kolen

alstrade tjäran till en del sönderspjälkes och förkokas. Den ur en sådan gas utvunna s. k. generator-tjäran är därför trögflytande och starkt beckhaltig, varför den betraktas som sekunda produkt, för vilken inte samma pris kan erhållas som en lägre temperatur avdestillerad tjära.

Destillationsgasens sammansättning är även mycket beroende av temperaturen, och halten av kolväten sjunker starkt med stigande temperatur, medan vätehalten ökas, CO-halten påverkas inte nämnvärt av temperaturen. Till följd av kolvätenas sönderfall sjunker även gasens värmevärde, räknat per volymenhet. Vid en avgasningstemperatur av c:a 500° är värmevärdet ungefär 8.000 kcal/Nm³, vid 800° har den sjunkit till 5.000 kcal/Nm³.

I betraktande av det ovannämnda är det klart, att man i dessa Schwel- eller dubbelgasgeneratorer strävar till att avgasa kolet vid så låg temperatur som möjligt. Konstruktivt utföres det så, att endast så stor del av generatorgasen uttages för uppvärmning av kolet, att dess yttre värme räcker till att höja kolets temperatur till c:a 550°. Av vikt är härvid även, att materialet hålles så lång tid under denna temperatur, att den härvid bildade s. k. halvkoksen är så tjär- och gasfri som möjligt. Enligt tyska uppgifter räcker 3—4 timmar.

Särskilda generatorer ha konstruerats för detta ändamål, men vanligtvis kan man efter en relativt enkel ombyggnad komma till rätta med normala vridrostgeneratorer. Ett sätt att utföra en dylik ombyggnad framgår av fig. 6.

I generatorns lock har en s. k. schwelklocka insatts. Genom denna ledes en del av generatorgasen för att uppvärma det inkommande materialet. Vid stenkolseldning uttages c:a 30 %. Till följd av generatorgasens relativt höga temperatur, 600—700°, avgasas det i klockan befintliga bränslet och den härvid alstrade schwelgasen ledes ut genom ett i klockans övre del befintligt rör, varefter den föres vidare till kyl- och reningsapparaterna. Denna gas innehåller nästan all i bränslet befintlig tjära, c:a 8—10 %, räknat på den förgasade kolmängden. Det i klockan avgasade bränslet, en halvkokad produkt, faller därefter ned i generatorschaktet. De återstående 70 % av generatorgasen, som äro praktiskt taget tjärfria, tagas ut på vanligt ställe och behöva endast renas i en cyklon. Schwelgasen, som består av såväl vanlig generatorgas som av kolets avgasningsprodukter, har ett värmevärde av c:a 1.800 kcal/Nm³, medan klargasens värmevärde är c:a 1.400 kcal/Nm³. Efter det vardera gasen renats och avkylts, blandas de ihop, varvid en högvärdig

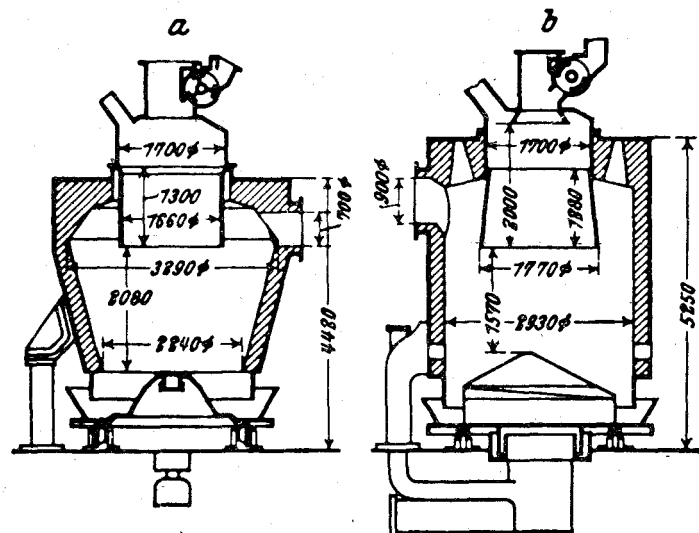


Fig. 6.

gas erhålles. Denna slutgas är, trots sitt höga värmevärde, dock icke särskilt lämplig för uppvärmning av martin-ugnar, då dess strålningsförmåga är låg till följd av att tjäran borttvättats. I stället användes den för sådana ugnar, som inte arbeta med så hög temperatur, som t. ex glödnings-, normaliserings-, härdnings- och vällugnar i valsverken. Här har den visat sig vara mycket lämplig, då dess mjuka låga inte så lätt ger upphov till sticklågor som partiellt förbränna materialet.

Den mängd gas, som måste sugas genom bränslekanan, kan enkelt bestämmas. Då enligt erfarenhet själva destillationsprocessen inte kräver någon extra värmeförsel, bestämmes gasmängden av det för bränslets torkning och uppvärmning nödvändiga värmets. Antager man, att schwelningen slutföres vid 550°, att kolets spec. värme är 0,3 och att fukthalten är 5 %, erhålles följande värmebehov:

$$\begin{aligned} 550 \times 0,3 &= 165 \text{ kcal/kg} \\ 0,05 \times 600 &= 30 \text{ »} \\ \hline &195 \text{ kcal/kg} \end{aligned}$$

Då gasen avkyles från 700° till 100° och dess specifika värme är 0,35 kcal/Nm³, fås den erforderliga gasmängden

$$\frac{600 \times 0,35}{195} = 1,10 \text{ Nm}^3/\text{kg kol}$$

Halvkoksen ger, räknat per kg kol, 3,20 kg gas, varför $1,1/3,20 = 34\%$ av gasen måste användas för bränslets avgasning.

Vid användning av fuktiga bränslen som brunskol, torv och ved är dock förhållandet något annorlunda, emedan för bränslets torkning erfordras rätt stora kvantiteter värme. I detta fall måste därför nästan hela gasmängden ledas genom det inkommande bränslet. Genom att tillföra sekundärluft och förbränna en del av gasen, kan man komma till rätta med en mindre del för bränslets förkoksning.

I Tyskland användes numera all-

mänt dubbelgasgeneratorer för förgasning av brun- och stenkol, varvid de erhållna biprodukterna noggrant tagas till vara. I Sverige har försök utförts med att förgasa såväl maskin- som brikettorv. I tabell 2 har några uppgifter rörande tyska och svenska resultat sammanställts.

De svenska försöken äro således gjorda vid mycket lägre drivning och därför förorsakad mycket längre schwelningstid. Tjärutbytet är mycket mindre i försök 1 och 2 75 % mot 90 %, men metanhalten i gasen är mycket högre.

Generatorer med inverterad förbränning.

Då ved användes i industrigeneratorer, som arbeta med motströmsprincip, får man, såframt veden inte torkas tillräckligt, en fuktig gas, vars värmevärde är ganska lågt. Gasen innehåller dessutom en hel del oangenäma biprodukter såsom ättikssyra m. m., vilka sönderfräta ledningarna. En hel del försök har gjorts att avhjälpa dessa svårigheter vid vedeldning. Bl. a. finnes en äldre konstruktion, där destillations-

Tabell 2.

De svenska resultaten i kolumn 1 och 2 hänföra sig till förgasning i en generator med följande dimensioner. Kolumn 1 gäller för maskintorv och kolumn 2 för torvbriketter. De tyska värdena i kolumn 3 gälla för förgasning av kol 15—25 m/m (okänd analys) i en generator med följande dimensioner.

	1	2	3
Drivning kg/m ² h	62,3	74,5	180
Bränslets genomloppstid i schwel-schaktet	12	12	3,24 timmar
Bränslets fukthalt	32	12,1	6,5 %
» askhalt	2,4	9,6	8,5 %
Blästertryck			180 mm H ₂ O
Ångmängd	21,8	12,3	34 %
Tjärmängd	4,0	5,5	8,6 per kg kol
Tjärutbyte	75	75	90
Schwelgasmängd	100	100	32 %
Totalgasens analys CO	8,1	10,3	3,0 %
O ₂	0,2	0,2	0,4 %
CmHn	0,3	0,6	0,2 %
CO	26	26	28,8 %
CH ₄	14,6	15,6	2,2 %
H ₂	2,6	4,8	16,0 %
N ₂	48,2	43	49,4 %
Totalgasens undre värmevärde	1.435	1.680	1.511 kcal/Nm ³

Generatorns inre <i>d</i>	2.600 mm
» » höjd	5.300 »
» volym under klockan	16 m ³
Bränsleklockans <i>d</i>	1.700/2.000 mm
» totalhöjd	5 m
» volym	10 m ³
Generatorns inre <i>d</i>	2.900 mm
» » höjd	5.250 »
Bränsleklockans nedre <i>d</i>	1.570 »
» höjd	2.000 »

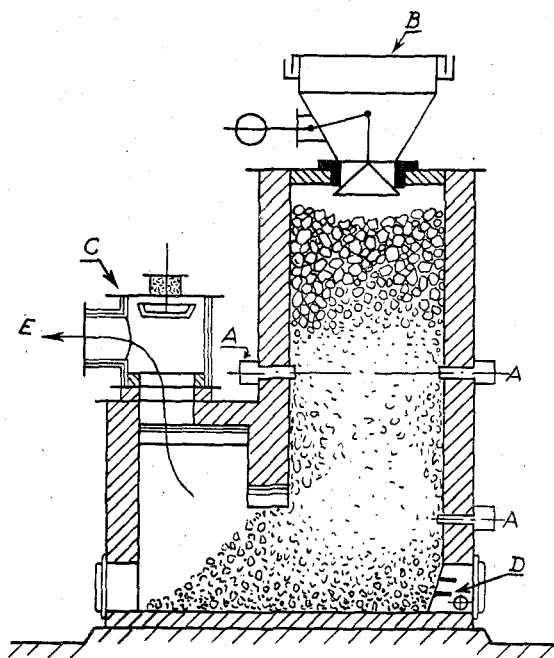


Fig. 7.

- A. Luftforma.
 B. Uppsättningsmål.
 C. Gasventil.
 D. Trapprost för koleldn.
 E. Generatorgas.

gaserna tagas ut ovan bränslenivån och därefter genom en separat ledning blåsas in i reaktionszonen. Denna konstruktion har dock till följd av praktiska svårigheter inte vunnit någon spridning. Under de senaste åren har man även för industrigeneratorer tillämpat den vid bilgeneratorer för bituminösa bränslen vanliga principen med inverterad förbränning.

En för motorer avsedd gas måste vara alldeles ren från tjära och andra föroreningar, och man kom därför tidigt på tanken, att vid användning av bituminösa och fuktiga bränslen leda destillationsgaserna genom förbränningszonen och på så sätt spjälka de högre kolvätena och sönderdela vattenångan.

I Parca-generatorn, system Tiger-schiöld, har principen för inverterad förbränning kommit till användning fig. 7. Generatorn, som är helt murad, består av ett förbrännings-schakt och ett till detta anslutet lägre gassamlings-schakt, som nedtill kommunicerar med det förra. Förbrännings-schaktet är försett med

tionsgaserna tvingas att passera oxidationszonen förrän den når gassamlings-schaktet. Vid passerandet av denna heta zon sönderdelas det delvis och blandas med de CO₂-haltiga gaserna i denna zon. Denna blandgas reagerar därefter med de nedanom liggande, ännu oförbrända kolen, varvid den förvandlas till brännbar gas med hög halt av CO. För att temperaturen i denna zon inte skall sjunka alltför lågt, om veden är mycket fuktig, tillföres här något sekundärluft.

För drift med 25 % fuktig barrved uppges följande gasanalys vara representativ

CO ₂	7,0 %
CO	26 »
H ₂	8,4 »
CH ₄	3,3 »
O ₂	1,0 »

Gastemperatur 610° och generatorns verkningsgrad (varm orenad gas) = 96 %.

Då generatorn saknar rost, kan inte askrika bränslen såsom brun- och stenkol här komma till användning.

Parca-generatorer av denna typ tillverkas för max. storlek av 5.400.000 kcal/h.

Generator för förgasning under tryck.

Vid framställning av vattengas, som sker enligt reaktionen $C + H_2O = CO + H_2 - 28.500 \text{ kcal}$, måste värme tillföras, för att reaktionen skall kunna fortgå. Värmetillförseln kan, såsom tidigare nämnts, ske på flere olika sätt: genom varmlåsning, genom att använda en uppvärm cirkulationsgas, genom yttre uppvärmning eller genom att tillföra elektrisk energi till generatorn m. m. Ett vid syntesgasframställning numera mycket vanligt sätt är att inblåsa ren syrgas i generatorn i sådan mängd, att det för reaktionen behöfliga värmets täckes genom förbränning av kol.

Vid kolets förbränning uppstår CO₂ och CO men förutom dessa bildas sekundärt metan enligt reaktionen $2 CO + 2 H_2 = CH_4 + CO_2$.

Då gassynteser i allmänhet föregås under tryck, för att reaktionen skall kunna ske snabbare, är det fördelaktigt, att även låta själva gasgenereringen ske under tryck och på så sätt undvika kompressionsarbetet. En annan fördel vinnes därigenom, att drivningen, d. v. s. produktionen per ytenhet starkt ökas.

Då en gasblandning komprimeras under hög temperatur, strävar gasen att intaga minsta volym vid ifrågasvarande temperatur. Andelen av högre molekyllära förbindningar såsom CO₂ och CH₄ ökas på bekostnad av de enklare föreningarna CO och H₂. Vid framställning av syntesgas med önskat förhållande H₂ : CO = 2 : 1 under 8,5 atm. tryck har följande gassammansättning erhållits

29,3 % CO ₂	21,9 % CO
3,3 % CH ₄	44,0 % H ₂
1,5 % N ₂	

Halten av CO₂ och CH₄ är, som synes, mycket högre än vid atmosfärtryck skeende gasframställning. Ju högre metanhalten är, desto mera syrgas kräves för ifrågasvarande reaktion, vilket naturligtvis i hög grad fördyrar processen. Man röjer sig därför vid syntesgasframställning

med rätt mätliga tryck, 5—10 atm. Förrän gassyntesen kan äga rum, måste CO_2 , CH_4 och N_2 borttvättas.

Önskar man å andra sidan framställa en gas med högt värmevärde, som t. ex. kan konkurrera med lysgasen, är förhållandet något annorlunda. Ur fig. 8 framgår gassam-

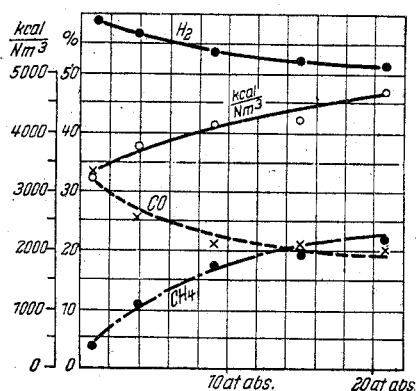


Fig. 8.

mansättningen och värmevärdet vid ren syrgasgenerering under olika tryck för gas med borttvättad CO_2 -halt. Höjes t. ex. trycket till 20 atm, stiger metanhalten till 22 % mot 2,5 % vid 1 atm. Värmevärdet har därvid stigit till 4.700 kcal/ Nm^3 . Det ökade trycket har således i hög grad på grund av den ökade metanhalten höjt gasens värmevärde.

Winkler-generator.

Alla hittills behandlade generatorer kunna drivas endast med styckeformigt bränsle såsom kol, koks, vedbriketter m. m. Erfarenheten har visat, att vid användning av finkornigt bränsle i dylika generatorer uppstå svårigheter, vilka inte kunnat övervinnas. Ju finare materialet är, desto större motstånd erbjuder det mot gasens genomströmning. Man försökte avhjälpa detta med att höja blästertrycket, men resultatet blev kraterbildningar och lokala slagganhopningar med åtföljande nackdelar med avseende å gasens kvalitet och driftens upprätthållande. Problemet att förgasa även finkornigt bränsle var lockande, då det i flesta fall är billigare

än styckeformigt, och då produktionen per schaktyta ökas ju finkornigare bränslet är på grund av den förstörade reaktionsytan. Försök med rullugnar, där bränslet i pulverform förbrändes i ena ändan av ugnen och förbränningsgaserna därefter fick strömma mot det inkommande bränslet och reduceras, stötte på praktiska svårigheter och konstruktionen har inte fått någon praktisk betydelse.

För några år sedan offentliggjorde I.G. Farbenindustri resultaten av ett mycket framgångsrikt arbete på detta område. Uppfinnaren Winkler har baserat sin konstruktion på principen, att om luft eller vattenånga blåses genom ett finkornigt bränslelager vid lämplig temperatur och under för övrigt lämpliga förhållanden, så förändras bränslelagrets egenskaper i så hög grad, att det kommer att förhålla sig som en vätska. Förklaringen härtill anses vara den, att runt varje bränslepartikel bildas en atmosfär av förgasningsprodukter under högt tryck, vilka uppbära partiklarnas friktion mot varandra.

Praktiska resultat har redan uppnåtts med generatorer av denna typ vid förgasning av brunkolsstybb med syrgas för syntesgasframställning.

Konstruktivt är generatoren konstruerad i form av ett vertikalt, upp till något utvidgat schakt. Bränslet inmatas nedtill på rosten med tillhjälp av en snäcka från den på sidan befintliga bränslefickan. Bränslelagrets höjd varierar mellan 25—75 cm, i några fall ända upp till 2 m. Den med syrgas blandade vattenången inblåses under rosten och håller det ovanliggande bränslelagret en ständig rörelse, varigenom det inmatade bränslet kommer i intim beröring dels med glödande kolpartiklar och dels med vattenånga. Den avgående gasens temperatur är mycket hög och dess fria värme måste tillvaratagas i avgasångpannor för ångalstring. I vissa konstruktioner låter man en del av den varma gasen återgå varm till schaktet, varvid till

följd av den ökade gasvolymen bränslet hålles lättare svävande i schaktet och reaktionstiden ökas.

Produktionen i en Winkler-generator är mycket högre än i vanliga typer. Enligt uppgift kan en dylik generator förgasa upp till 2.000 kg kol per m^2 och timme emot 250 för en vanlig vridrostgenerator.

Tjärrening.

Då tillvaratagandet av tjära ur generatorgas numera spelar en stor roll, är det kanske skäl att med några ord beröra de nu allmännast förekommande metoderna.

Vill man rena tjäran ur en gas, måste gasen först avkylas, så att tjärångorna kondenseras. Avkylningen kan företagas på flere olika sätt, t. ex. i tubkylare eller med direkt insprutning av kylmediet, vatten, i gasen så att en intim beröring äger rum. Förrän avkylningen sker, böra dock de fasta föroreningarna avskiljas och normalt sker detta ur varm gas i sotsäckar och cykloner.

En vanlig avkylning räcker dock icke till att avskilja all tjära, då den finaste tjärdimman på grund av de kondenserade partiklarnas lilla volym inte faller ned av sin egen vikt. Härtill kommer ännu den hos varje partikel befintliga ytspänningen. Varje kondenserad tjärpartikel antager till följd av denna klotform. För att flere dylika små kulor skola kunna fås att flyta ihop till en större, måste ytspänningen hos varje droppe övervinnas. Men då kroppens kinetiska energi minskas i förhållande till dess ytspänning, räcker inte enbart beröringen mellan dropparna i en gasström till för att sammanfoga dem. Man måste därför taga andra krafter till hjälp.

Det vanligaste sättet är att man låter gasen efter nedkylningen strömma genom s. k. prall-plattor, vilka befinna sig på c:a 2 mm avstånd från varandra. Den främre plåten är försedd med c:a 1 mm smala springor och den bakre med något bredare, 2—3 mm, slitsar, litet för-

skjutna i förhållande till den främre plåtens. Då gasen strömmar genom de främre springorna, ökas dess hastighet, och de små tjärpartiklarna slungas emot nästa plåt, där de sammanflyta och rinna ned. I allmänhet användes 2 eller 3 par dylika prallplåtar, lagda efter varandra. Samma idé har kommit till användning i ett flertal olika konstruktiva utföranden. Bl. a. äro plåtarna i s. k. Bama-klocka bockade till en cylinder, som är nedsänkbar i ett vattenlås. Tryckfallet i dessa konstruktioner är omkring 60—90 m/m H_2O .

Mycket vanliga äro även de s. k. desintegratorerna, som bestå av en med vågräta stavar försedd rotor, och en med likadan sats stavar försedd stator. Stavarna i torn passa in mellan stavarna på statorn och vid rotorns rotation tvingas gasen, som strömmar från centrum till periferin, att företaga mycket skarpa riktningsändringar, varvid tjärpartiklarna stöta mot stavarna och blandas ihop med tvättvätskan, som normalt består av s. k. tvätttjära. Vid stoftrening av gasen användes vatten som tvättmedel. Tjärreningen bör ske över 100° för att inte vattenångor skall kunna kondenseras, vilket är av fara för emulsionsbildningar.

Desintegratorerna rena gaserna rätt bra, ned till 10—20 mgr/m³ vid en vattenkonsumtion av 1,5 l/m³. En stor nackdel är dock den höga kraftförbrukningen, 5—6 hkr/h per 1.000 m³ gas.

De båda ovannämnda sätten äro numera föråldrade och vid nyanläggningar användes nästan enbart rening med elektriska filter.

Det elektriska filtret består av ett antal cylindriska plåtrör 200—300 m/m d och 3 m höga. Inne i dessa rör hänger en tråd, den s. k. emissionselektroden. Högsänd, pulserande likström 40.000—80.000 V. tillföres filtret, så att den positiva jordade polen anslutes till plåten och den negativa till den centrala tråden.

Filtrets funktionssätt är följande:

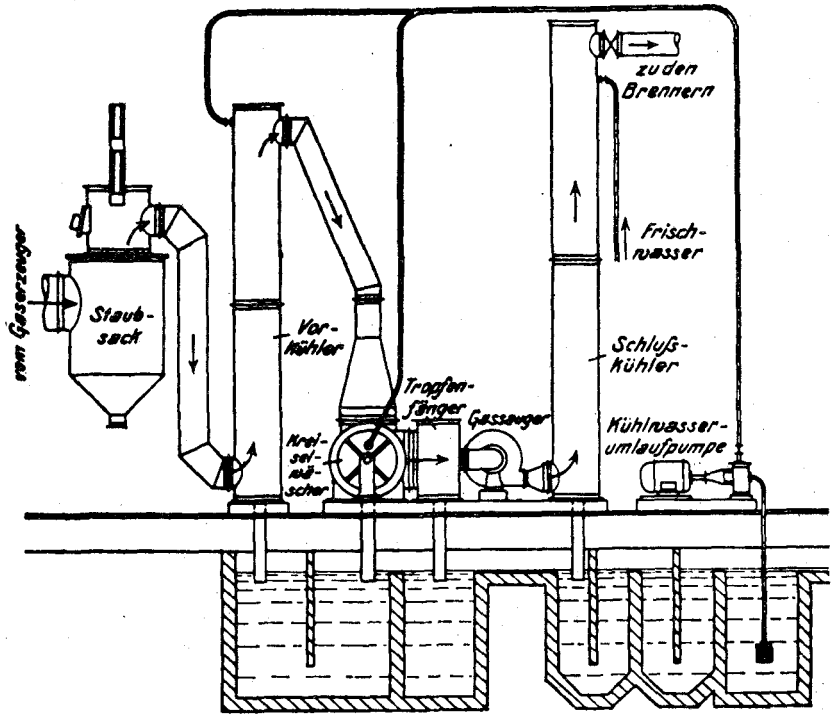


Fig. 9. Tjärrening.

Om tillräckligt hög spänning pålägges, erhålles korona kring tråden, d. v. s. på grund av spänningsgradientens storlek äger stötjonisering rum i gasskiktet omedelbart intill trådens yta. Härav uppstår en negativ jonatmosfär mellan tråden och utfällningselektroden, plåten. Små partiklar som medfölja gasen på dess väg upp genom röret, uppladdas där för negativt och drives av det mellan elektroderna befintliga fältet ut mot den positiva utfällningselektroden, där de avgiva sin laddning och sammanfoga sig med andra partiklar till större enheter, som kunna avrinna från elektroderna.

Fördelarna med elektrisk rening äro många: låg kraftförbrukning — 3 hkrh/1.000 m³, hög renhetsgrad — ned till 4 mgr/m³, — liten tryckförlust — c:a 5 m/m H_2O . Vidare kunna heta gaser renas i dylika filter, vilket är av fördel, då man önskar uttaga tjära i olika fraktioner. Reningen sker då i etapper med mellanliggande avkylning.

Litteraturförteckning.

1928 J. K. A. Magnus. Tigerschiöld. Möjligheter till förbättring av martinugnars ekonomi.

- 1930 D.T.V. Bergvetenskap, del II, Allmän metallurgi.
- 1939 Handbuch der Gasindustrie, Band 3.
- 1940 Handbuch der Gasindustrie, Band 2.
- 1940 Stahl und Eisen, heft 26, K. Skroch, Die Schwelvergasung der Oberschlesischen Steinkohle.
- 1940 Fläkten N:o 2, Stig Sylwan, Teoretisk undersökning angående gasgenerering ur vedbränsle.
- 1940 J.K.A. Häfte 9. Magnus Tigerschiöld, Ombyte av bränsle i industriugnar.
- 1941 Stahl und Eisen, Heft 30. E. Buss, Die Vergasung westdeutscher Steinkohlen.
- 1942 Teknisk Tidskrift. Häften 42 & 47. Hubendick m. fl. Gasgenereringens teori.
- 1942 B.B.V. Häfte 4. E. Winking Johnsson, En ny gasgenerator och försök med dess användning för torv.
- 1943 Stahl und Eisen. Heft 44. E. Pechel, Betriebserfahrungen an einer Gaserzeugeranlage mit nachgeschalteteter elektrischer Gasreinigung.
- Stahl und Eisen, Heft 46. W. Blaschinz, Der Betrieb von Hochleistungs-Gaserzeuger.
- Stahl und Eisen, Heft 51. W. Offenbach, Sauerstoff-Druckvergasung fester Brennstoffe.

Übersicht

Der Vortrag behandelt die Entwicklung der industriellen Gasgewinnung von Halbgasöfen über Generatoren mit festem Rost bis moderne Generatoren mit Drehrost. Die Zusammensetzung des Generatorgases bei verschiedenen Verhältnissen, beeinflusst von Temperatur, Wasserdampf und Druck, wird erörtert. Ausserdem wird der Einfluss der Brennmaterialgrösse auf die Produktion behandelt, sowie die Möglichkeiten auch feinkörniges Brennmaterial in s.g. Winkler-Generatoren zu vergasen. Einige moderne Generatoren, wie Huth, Tigerskiöld und Ohlsson, werden beschrieben. Die Vergasung von Holz und dessen Einwirkung auf die Zusammensetzung des Gases wird behandelt. Weiter sind die jetzt so aktuellen Schwelgasgeneratoren mit Schwelglocke laut schwedischem und deutschem Muster beschrieben. Zum Schluss werden verschiedene Verfahren für Reinigung des Generatorgases mit Prallblechen, Desintegratoren und elektrischen Filtern erklärt.

Detta av ing. Holmberg vid Bergsmanufakturaföreningens årsmöte 24. 3. 44. hållna föredrag föranleddes följande diskussion:

Harki: Esitelmä oli erittäin yksityiskohtainen. Tervan talteenotto olisi kuitenkin myös kaivannut selvitystä, onhan esim. bitumin saanti nykyisin vaikeata. Olemme Porissa tutkineet voitaisiinko puukaasugeneraattoritervasta saada jokin jaloste bitumin korvikkeeksi. On saatu täten aikaan aine, joka on veden, hapen ja lämmön kestävä ja miltei bitumin veroinen tuote. Ins. Bryk ja Aarnisalo, jotka ovat kehittäneet tämän valmistuksen lienevät valmiita antamaan asiasta kiinnostuneille lähempiä neuvoja.

Kreutz von Scheele: Generatorkolets kornstorlek har stor betydelse för driften, vilket även framgick ur föredraget. Efter vinterkriget har det varit svårt att få riktigt generatorkol. Alltför ofta måste man komma till rätta med vanligt oklassificerat ångpannekol. De utlärda generatorkötarna äro ofta i krigstjänst, en omständighet som ytterligare försvårar driften.

Jag vill framkomma med förslaget, att föreningen utsänder ett cirkulär

varur framgår vilka stenkolsorter (egenskaper) och vilka kornstorlekar bäst lämpa sig för generatordrift. Jag föreslår, att ing. Holmberg får i uppdrag att utarbета detta cirkulär. En rätt fördelning av de nu inkommande stenkolen måste under dessa onormala tider ordnas från statens sida.

Holmberg: Tyskarna leverera nu oklassificerad vara. Det skulle vara önskvärdt att man använder siktar före generatören för att avskilja stybber.

En svår sak är att många kolsorter bilda en aska som smälter vid mycket låg temperatur.

Strandström: Bränslet borde delas i olika klasser redan i hamnarna och naturligtvis vore det bäst om detta skedde redan i utskeppningshamnarna. Myndigheterna borde ingripa här ty t.ex. för cementindustrin duger en sämre vara d.v.s. askrikare och finare kol.

Simola: Lajittelu olisi tärkeätä, mutta varmasti mahdollista aikaansaada ulkomaan satamissa ja tuskin se lienee mahdollista kotimaan satamissaakaan. Tilanteen epävarmuutta kivihiilen saannissa yleensäkin laadusta puhumattakaan, todistaa m.m. se, että Ruotsissa monin paikoin on ollut pakko muuttaa puolikaasuunit sellaisiksi, että niitä voidaan käyttää sekä kivihiilellä että puulla aina sen mukaan, kumpaa on saatavissa.

Haluaisin tiedustella esitelmöitsijän käsitystä lämpötilan laskemisesta generaattorissa syötettäessä sinne kivihiilen ohella puuta. Jos lämpötila pysyisi matalana voitaisiin kenties ilman vaikeuksia tällä tavoin käyttää sellaisitakin kivihiiltä, joka palaessaan synnyttää helposti sulavaa kuonaa.

Holmberg: I allmänhet sjunker smältpunkten desto mera ju flere komponenter man har. Ing. Simola ville visserligen sänka temperaturen i ugnen med ett visst vedtillskott, men det är att beakta att i trägasgeneratörer är temperaturen i förbränningszonen icke dess lägre än i stenkolsgeneratörer.

Kreutz von Scheele: Från min praktik i Värtsilä vill jag minnas att vid förgasning av trä i vridrostgeneratörer stötte på svårigheter. Askan och oförbränt träkol bildade tillsammans en cementartad hård massa, som slutligen hindrade vridrostens rörelse. En senare inbyggd excen-

trisk rost hjälpte icke heller. Vi blevo tvungna att återgå till vanliga korgroster.

Simola: Haluaisin kysyä, laskiko lämpötila.

Kreutz von Scheele: Jag kan icke ge några upplysningar häröver och såvitt jag vet finns det inte heller i den svenska facklitteraturen några uppgifter beträffande denna sak.

Ördjöranden: På föreningens vägnar önskar jag be ing. Holmberg åtaga sig att göra cirkulären som vi tidigare här talat om.

Kreutz von Scheele: I tyska facktidsskrifter fanns 1943 rätt många artiklar över nya högeffektgasgeneratoranläggningar för stenkol med gasrening och med anordningar för tillvaratagande av biprodukter. Måne dylika kostsamma anläggningar vara av varaktig betydelse också efter kriget? Om så är, månne det vara möjligt att ombygga gamla, vanliga gasgeneratorer till dessa såkallade schwelgasgeneratorer.

Holmberg: Erfarenheterna från tiderna efter föregående världskrig tala för att tillvaratagandet av biprodukten vid generatorgasrening är räntabelt även under fredstid. Största nackdelen är att kallgasen ej utan karburering kan användas i martinugnar, men väl i vällugnar. Det finns flere exempel på att man med framgång kan bygga in schwelklockor i gamla generatorer. I Sverige har man på så sätt moderniserat även helt murade generatorer.

Hjelt: Turpeenkäytöstäkin mainittiin esitelmässä. Olisi harrastettava turpeenkäyttöä ja haluaisin kuulla mitä kokemuksia tässä on saatu.

Holmberg: I nuvarande konstruktioner fordras det allmänt torvbriketter, vilka äro utmärkt bränsle. Torvströ kan enbart användas i Winkler-ugnar som är en helt ny konstruktion känd tillsvidare enbart i Tyskland.

Levanto: Haluaisin kysyä, mitä tiedetään puunkoo'n (pilkkeen suuruuden) vaikutuksesta tuloksiin ja kaasun laatuun.

Holmberg: Bränslestorleken är av stor betydelse, ju mindre bränslet är desto större är förgasningshastigheten men samtidigt växer motståndet mot gasernas genomströmning mycket snabbt. Sågsån kan därför icke användas. Lämplig dimension på bränslet är en knytnävsstorlek.

TYÖNTUTKIMUKSISTA KAIVOKSISSA

Dipl.ins. E. Kjellberg. Päämajan työntutkimustoimisto.

Työntutkimukset muodostavat työtehoiminnan varsinaisen rungon, mutta niiden ohessa on nyky-aikainen työn tehostaminen paljon muutakin. Siihen sisältyy työn ja hallinnon suunnittelu, työn järjestely paremmaksi ja sopivammaksi ihmisille, työvoiman valinta, työn tekijäin neuvonta ja ammatillinen kouluttaminen, työvälineiden parannus työtehoa silmälläpitäen j.n.e. Tällä toiminnalla on päämääränä työvoimaa, työ- ja kuljetusvälineitä, työolosuhteita ja raaka-aineita tutkimalla taloudellisemman ja tehokkaamman käytön sekä oikeudenmukaisten palkkaustapojen luominen.

Päämäärän saavuttamiseksi on meillä apuna työn- ja aikatutkimukset. Ilman näitä on vaikeata päästä tuntemaan kaikkia niitä yksityiskohtia, jotka vaikuttavat kokonaisuuteen, sillä juuri yksityiskohtien kunnioittaminen on työntutkimuksissa kaikkein oleellisinta.

Vuodesta 1942 keväällä on meidän maassamme puhuttu ja kirjoitettu niin paljon rationalisoinnista, että sana lienee kaikille tuttu ja tunnettu. Sensijaan on rationalisoinnin voimakkaimmista aseista työ- ja aikatutkimuksista mainittu harvemmin, joten tässä ehkä on syytä kajota siihen lähemmin ennenkuin käyn aiheeseen »työntutkimukset kaivoksessa».

Millä tavalla työtutkimuksia suoritetaan?

Tätä kysymystä haluan tässä aivan suppeasti käsitellä, luomalla silmäyksen työntutkijan tutkimuskohteisiin.

Tuotannollisessa työssä on monta eri tekijää suoranaisesti vaikuttamassa siihen aikaan, joka tarvitaan työn suorittamiseksi. Näitten selville saaminen ja tutkiminen on työntutkijan ensimmäinen työ. Hänen täytyy kerätä yksityiskohtaisia tietoja esim. raaka-aineista, laatuvaatimuksista sekä puhtaasti teknillisistä seikoista. — Näitä tietoja saadaan monella eri tavalla m.m. tilastoista, mutta jo tässä vaiheessa on tutkijan turvaututtava tärkeimpään aseeseensa, kelloon.

Että raaka-aineen soveltuvaisuutta voidaan määrätä kellolla tuntuu ehkä oudolta, mutta jos raaka-aineen ominaisuudet esim. kovuus vaikuttaa työstöaikaan, niin aikamittaus sen juuri osoittaa.

Se työ, joka uhrataan jonkun esineen ulkomuotoon, voi olla aivan turhaa, jos ulkomuoto käytännössä ei näyttelekään mitään tärkeätä osaa. Pintakäsittelyyn hukkaan menneestä työajasta on monta esimerkkiä.

Koneitten hyväksikäyttö, kunto ja parannusmahdollisuudet muodostavat tutkimuskohteen, joka vieläkin jopa metalliteollisuudessakin voi olla työntutkijan herkkupaloja.

Työmenetelmien tutkimiseen liittyy hyvin läheisesti kysymys mekani-soimisesta. Parempia menetelmiä etsiessään nykyajan tehdaskäytössä, on usein pyrkimyksenä saada inhimillinen työvoima, silmälläpitäen sen aiheuttamia kustannuksia, korvatuksi koneilla.

Kuitenkin on tässä suhteessa varovaisuus paikallaan, sillä tärkeimmät tutkimukset ja laskelmat

voivat osoittaa koneen käytön epä-taloudelliseksi. Luulo, että uusien koneitten hankkiminen aina on rationalisointia, ei pidä paikkaansa

Työmenetelmien tarkkailu on erittäin tärkeätä. Suuret vaihtelut eri työntekijöitten tuotantomäärässä eivät useasti riipu erilaisesta tehosta ja kelpoisuudesta, vaan erilaisista työmenetelmistä. Toinen työntekijä tekee jonkun osan työstään paremmin kuin toinen. Aikatutkimusten avulla analysoidaan työ ja yhdistetään työn parhaiten suoritettut osat uudeksi paremmaksi työmenetelmäksi. Työntutkijan ehkei tämmöisessä tapauksessa tarvitsekaan keksyä mitään uutta vaan voidaan työmenetelmä vakioida ja siten aikaansaada parempi tulos (porausta). Varsinkin sarja- ja suurtuotannossa, missä työvaiheet ovat lyhyitä, on työn analysoiminen, voisi sanoa, ainoa keino, millä voidaan parannuksia aikaansaada.

Eri tehtaitten välisiä kustannuksia vertailemalla (saks. Betriebsvergleich) voidaan esim. aikaansaada parannuksia laajemmassa mittakaavassa. Tämä edellyttää kuitenkin jo yhtenäistettyä kirjanpitoa.

Työkalujen tutkimiseen ei tässä yhteydessä kai tarvitse erikoisesti puuttua. Haluan vain palauttaa mieliin klassillisen esimerkin työntutkimusten alkutaipaleelta, jolloin todettiin, että käyttämällä muodoltaan ja kooltaan sopivaa lapiota, saavutettiin entisiin verrattuina runsaasti 50 % parempia tuloksia.

Työpaikan ja työolosuhteiden järjestäminen mukavammaksi antaa usein varsin hyviä tuloksia.

Valaistusta ja tuuletusta parantamalla voidaan työtehoa huomattavasti kohottaa. Ei liene liian aikais- ta, että kaivoksessakin kiinnitetään huomiota sekä paikalliseen, että yleisvalaistukseen.

Valaistuksen parantuessa paranee työn laatukin, kuten kokeellisesti on osoitettu. Mitä tarkempi työ, sitä parempi valaistus. Työntutkimus- ten yhteydessä kiinnitetään luon- nonlisesti hyvin suurta huomiota työntekijään ja hänen sopivaisuus- teensa k.o. työhön.

Työntekijän ruumiinrakenne voi olla sellainen, että se ei sovi esim. raskaaseen työhön. Kaivoksessa olen kuullut kerrottavan esimerk- kejä rotevan näköisistä miehistä, jotka eivät pärjänneet hennommille. Tähän kuulemma pitäisi verenkierron olla syynä. Mahdollisuuksien mukaan olisi työntekijät siirrettävä heille sopiville paikoille, mutta esim. kaivoksessa on tällä hetkellä työ- voimanpuutteen takia vaikeata sys- temaattisesti harjoittaa tällaista val- lintaa. — Lain mukaan ei naisia saa käyttää kaivostyössä muuna kuin

työnjohtajina, vaikka minun ym- märtääkseni niitä voisi käyttää esim. veturinkuljettajina, karkaisi- joina ja mahdollisesti vielä raappa- koneen käyttäjinä.

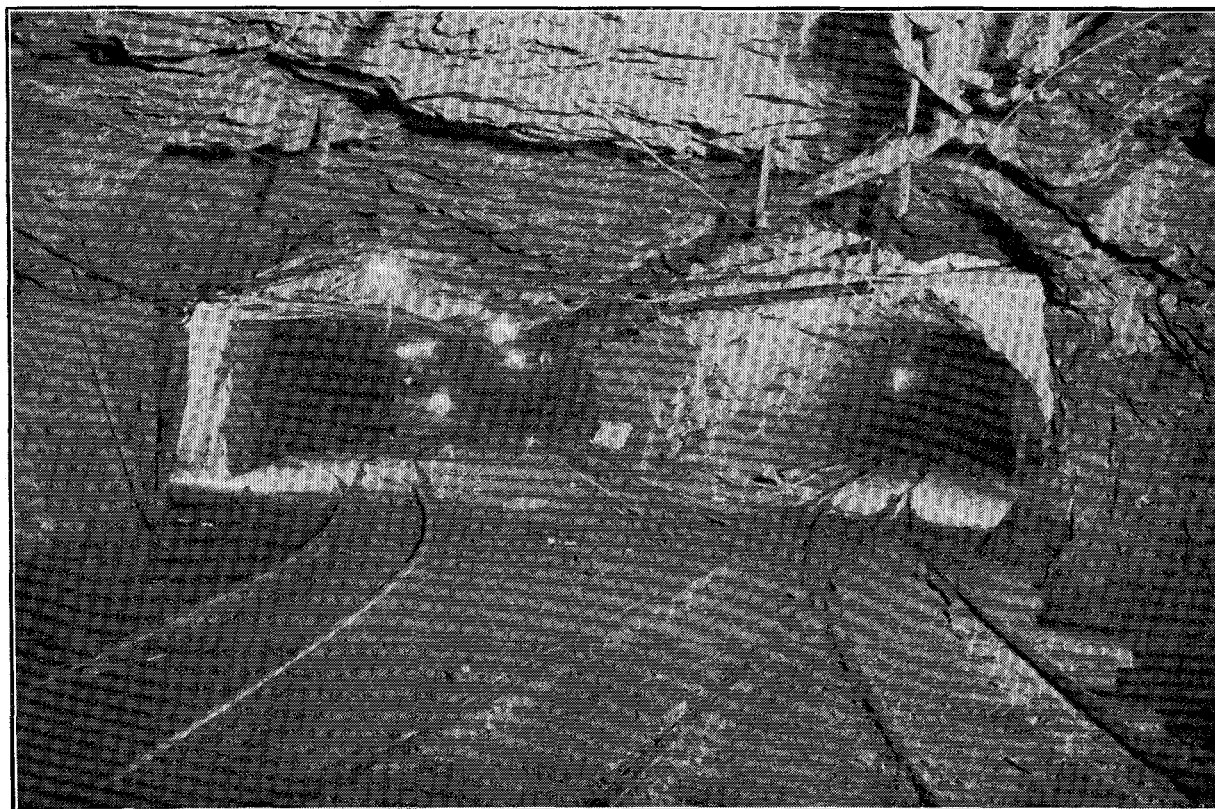
Varsinaisessa aikatutkimuksessa käytetään kuten tiedetään yleensä tavallisia desimaali- tai sekunttikel- loja, mutta on olemassa itsetoimivia ajanottolaitteita, joita kuitenkin harvemmin käytetään. Valokuvaus- konetta ja filmiäkin käytetään eri- koisesti työliiketutkimuksissa. Ajan- oton teknillisen puolen selostaminen veisi liian pitkälle, mutta haluan kuitenkin mainita, että ajanotolla pyritään aina normaaliaikaan, siis siihen aikaan, minkä normaali työn- tekijä normaalilla taitavuudella ja ponnistuksella normaalissa olo- suhteissa tarvitsee työn suorittami- seksi. Jos työn suorittaminen ajan- oton aikana poikkeaa normaalista, voidaan kuitenkin erilaisia tasoitus- menetelmiä käyttäen laskea nor- maaliaika. Näitä aikoja voidaan jo sinänsä käyttää moneen tarkoituk- seen, kuten konetaulukoihin, suun- nittelutarkoituksiin j.n.e., mutta

jos niitä käytetään urakkalaskelmia varten, on niihin vielä tehtävä eri- laisia lisäyksiä, jotka riippuvat työn laadusta ennenkuin lopullinen työ- arvo voidaan laskea.

Vaikka kaivoksessa löytyy run- saasti mitä erilaisimpia työntutki- muskohteita, joista voisi odottaa taloudellisesti positiivisia tuloksia ovat suorittamani tutkimukset mel- kein kokonaan kohdistuneet työvoi- man käyttöön ja säästön tutkimuk- seen.

Ennenkuin käyn käsiksi yksityi- siin kohtiin, haluaisin tässä tehdä muutamia yleisiä asioita koskevia huomautuksia.

Kaivoksen toimintaanhan vaikut- tayat kaikenkaltaiset oikulliset luon- non järjestämät ja muut erikoisolo- suhteet. Kaivos on yleensä pimeä, työpaikat hajoitettuina laajalle alal- le ja vaikkakin eri työpaikoissa on kysymys samoista töistä, eivät ne kuitenkaan ole samanlaisia, koska juuri työpaikka antaa niille oman leimansa. Etäisyydet ovat suuret ja kulku maan päältä työpaikalle hankalaa ainakin maallikon silmillä



Kuva 1. Perien risteys kaivoksessa.

katsottuna, ja maanpäällisiin teollisuuslaitoksiin verrattuna. Tästä johtuen työntutkimuksetkin pakosta venyvät pitemmiksi kuin maanpäällisissä laitoksissa.

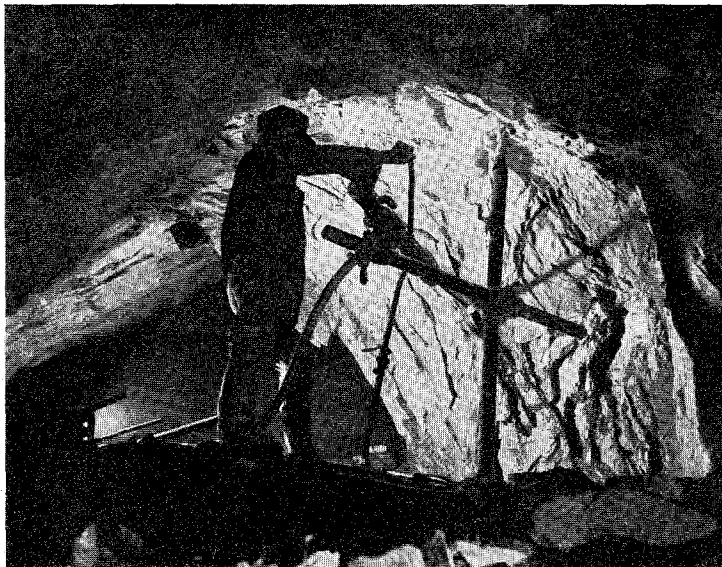
Suurin ero kaivoksen ja teollisuuslaitoksen välillä vallitsee ehkä valaistuksessa. Kun teollisuuslaitoksissa kiinnitetään huomiota valaistukseen niin suuressa määrin, että määrätään jopa eri töissä tarvittava valovoima ja tämän laatu (päivänvalolamput, sekavallo y.m.) käyttämällä hyväksi vaalean seinävärin ja puhtaiden ikkunoiden apua on tämä puoli kaivoksessa miltei kokonaan unohdettu.

Työskentely pimeässä häikäisevän karbiidilampun valossa on silmille rasittavaa ja väsyttää siis turhaantyöntekijää. Tähän tulelliseksi, että työskentely pakosta usein muodostuu yksikätkiseksi, milloin ei lampun ripusteta seinään, joka toimitus taas merkitsee ajanhukkaa. (Porankuljettajat, korjausmiehet).

Työvälineitten hakeminen heikossa valossa on hankalaa, kulkeminen pimeässä on hitaampaa kuin valaistulla tiellä. Turvallisuuskäsitteitä ei sovi unohtaa. Epäilemättä on selvää, että parempi yleisvalaistus ja voimakkaampi paikallivalaistus edistäisivät huomattavasti työntekoa ja samalla ymmärtäkseni myös viihtyisyyttä.

Merkinantolaitteiden puutteessa on vaikeata saada loppumaan m.m. ruokailuajan ylittämiset ja työn liian myöhään alkaminen sekä liian aikaisin lopettaminen. Mistään tilastoista ei käy selville, miten paljon aikaa tällä tavalla menee hukkaan, mutta olen varma, että jos ne voitaisiin mitata, se muodostaisi yhteensä monen työntekijän työpäivän.

Rahassa laskettuna merkitsee edellä mainittu aikahukka huomattavaa rahasummaa. Työaika on lain pykälillä rajoitettu, josta syystä sitä on sitä suuremmalla syyllä käytettävä tehokkaasti loppuun. Pieni aikavoitto olisi esim. saavutettavissa, jos henkilöihissin kulkuvuorot järjestetään niin, että aika alasläh-



Kuva. 2. Porausta louhoksessa porakoneella MAV-50.

dön ja tulon välillä on täsmälleen 8 t. Kun jokainen minuutti maksaa n. 30 p, voi 10 min. aikasäästöllä 500 miehen kaivosvahvuudella säästää 1.500:— mk päivässä.

Työn järjestely asettaa edellmainituista syistä suuria vaatimuksia työnjohdon taidolle, ja sitä enemmän mitä suurempia muutoksia esim. työtutkimuksista on seurauksena.

Kun käyn selostamaan mitä työntutkimuksilla voi aikaansaada ja on aikaansaatu, haluan tässä huomauttaa, että olisi ollut eduksi jos olisi ollut käytettävissä vertauskuvia toisista kaivoksista. Kirjallisuudesta löytää niitä joitakin, mutta usein puuttuvat juuri sellaiset yksityiskohdat, jotka olisivat työntutkimuksen kannalta mielenkiintoisia.

Kaivostyön kai tärkeimpiä töitä on *poraus*. Jos tuotantoa halutaan lisätä on enemmän malmia irroitettava, joka on mahdollista ainoastaan lisäämällä poraustyötä tai keksimällä keinoja, miten samalla poraustyöllä saadaan enemmän malmia irti. Jos tämä viimeksi mainittu mahdollisuus jätetään ulkopuolelle, on poraustyön lisääminen mahdollista joko lisäämällä poraajien lukumäärää tai lisäämällä varsinaista poraustyöaikaan. Jos vielä käytävissä olevien porakoneitten luku on rajoitettu on tämä tapa ainoa

mahdollinen. Kun sitäpaitsi laissa rajoitetaan työaika ei ylityön teettäminen tule kysymykseen. (Sotaaikana lienee mahdollista tehdä poikkeuksia). Jäljelle jää siis ainoastaan varsinaisen poraustyöajan lisääminen.

Herää kysymys, miten tämä työaika on hyväksikäytetty ja onko minkäänlaisia mahdollisuuksia tehostaa sitä?

Työntutkimuksissa on tullut ilmi joitakin tätä kysymystä valaisevia seikkoja, joita tässä aion hiukan tarkastaa.

Poraustyö on ammattityötä joka vaatii vissin koulutuksen ja kokemuksen. Se on myös parhaiten paljattuja töitä kaivoksessa. On sentähden luonnollista, että pyrittäisiin vähentämään porareilta kaikki sellaiset työt, jotka eivät vaadi ammattituntemusta.

Työntutkimusten aikana useampaan kertaan tehdyt aikatutkimukset osoittavat, että porakoneen ja aputarpeitten (pilarin, letkujen y.m. paikalle tuominen ja poisvieminen) voivat keskim. 50 min. työvuoron työajasta. Koska poraajista on puutetta, on kokeiltu ja sittemmin kaivoksen johdon puolelta määrätty, että edellä mainittu työ siirretään maastalastaajien tehtäväksi.

Tässä oli yksi keino, jolla poraajan bruttoporausaika saatiin pite-

nemään. (Sivuhuomautuksena haluan mainita, että ruotsalaisten poraajien työhön usein näkyy sisältyvän porankantokin).

Varsinaista poraustyötä tutkittaessa tuli ilmi, että ajat eri konekäsittelyn työvaiheissa vaihtelivat suuresti ja, että ne suoritettiin toisistaan eroavalla tavalla. M.m. on uuden poran ottaminen eräs näistä työvaiheista. Yleensä se suoritetaan niin, että porakoneen pysähdyttyä ja kuluneen poran tultua heitetyksi pois, poraaja käy valikoimassa sopivan poran, jonka hän sitten pistää porareikään ja koneeseen. Jos pora sattumalta on liian pitkä taikka jostakin muusta syystä on kelpaamaton, hän käy valikoimassa uuden. Kun tämä toimitus suoritetaan 60 kertaa päivässä, voitte arvata, että tässäkin piilee aikahukkalähde, josta, vaikka se onkin pieni (normaaliaika 0,12 min., lyhyin mitattu aika 0,03 min., pisin 0,65, jolloin valikointi tapahtui vain kerran) päivän mittaan voi helposti kertyä monta minuuttia.

Toinen työvaihe, jossa voi käydä samalla tavalla on poran sisäänpano, jossa ajat ovat vastaavasti 0,25, 0,04 ja 1,87 min.

Porakoneen käydessä (itsetoimivat koneet) on porarilla aikaa järjestellä porat pituuden mukaan koneen eteen, jolloin aikahukka edellmainituista työvaiheista eliminointuu.

Perissä porattaessa joutuu pieni mies kovalle silloin, kun hänen on porattava kattoreijät. Koneen käsittely (kone RWT-801) on raskasta silloin, kun se on rinnan korkeuden yläpuolella. Tästä syystä havaittiin asialliseksi hankkia porareille pukit, joilla korkeammalla olevat reiät porataan.

Tutkimusten alkuvaiheissa sattui melkein säännöllisesti, ettei poraaja saanut vuoron aikana poratuksi levyperässä täyttä n.k. katkoa, s.o. hän ei ennättänyt porata sitä reikämäärää, joka vaaditaan, jotta perän poikkileikkaus $2 \times 2,5$ m saavutettaisiin. Malmin laadusta riippuen katkossa on käytetty 17—28 reikää

à 1,85—1,96 m. Jos poratut reiät ladataan ja ammutaan, vaikka sillä ei saada tarpeellista levyperän poikkileikkauksen pinta-alaa louhituksi syntyy siitä työaikahukkaa seuraavasti:

Oletetaan, että katkoon tarvitaan 28 reikää.

että kone kokonaan lakkaa toimimasta. Rasvauksen merkitystä tutkitaan paraikaa lähemmin.

Tutkimusten aikana on porakoneitten korjauspajassa pidetyn muuttaman viikon kirjanpidon mukaan todettu, että porakoneitten ja letkujen korjaukset vievät, ellei vara-

Katkon poraus tapahtuu

Työ	1 vuorossa	2 vuorossa	3 vuorossa
Porak. pystyttäminen	$1 \times 17,3 = 17,3$	$2 \times 17,3 = 34,6$	$3 \times 17,3 = 51,9$
» purkaminen ..	$1 \times 10,7 = 10,7$	$2 \times 10,7 = 21,4$	$3 \times 10,7 = 32,1$
» kuljetus	$1 \times 24,0 = 24,0$	$2 \times 24,0 = 48,0$	$3 \times 24,0 = 72,0$
Reikien lataus	$1 \times 28 \times 2 = 56,0$	$1 \times 28 \times 2 = 56,0$	$1 \times 28 \times 2 = 56,0$
	108 min.	160 min.	212 min.

Erotus $160 - 108 = 52$ min. tai $212 - 108 = 104$ min. on **työaikahukkaa**, joka on vältettävissä siten, että vaillinaista katkoa ei ammuta.

Varsinaisen porausaikamanetyksen lisäksi tulee vaillinaisen katkon ampumisesta perissä vielä työhukkaa siitä, että lastaustyöhön tarvittavaa valmistelu-aikaa menee kaksinkertaisesti eikä esim. raapan teho tule käytetyksi hyväksi. (Valmistelutyön normaaliajat vaihtelevat raappauksessa 67—88 min. välillä.) Käsinlastauksen ollessa kyseessä, jolloin perässä on kiskot, aiheuttaa katkon ampuminen kahdessa erässä kaksinkertaisen radan puhdistustyön, sekä kaikissa tapauksissa kaksinkertaisen tuuletuksen, joka tosin ei enää merkitse kovin paljon, kun tuuletus tapahtuu vuorojen välisen tunnin aikana eikä, kuten aikaisemmin työajan alussa.

Teho porametreissä laskettuna on suuressa määrin riippuvainen konetyypistä (saksalaisessa kirjallisuudessa puhutaan 12—16 m:n päiväsuorituksista). Vertailevia kohteita en kylläkään ole ollut tilaisuudessa suorittamaan, mutta kirjallisuudesta olen tullut vakuutetuksi, että aikaisemmin mainittu RWT-801 on toistaiseksi paras kone siinä kaivoksessa, mistä nyt puhun.

Mutta hyvin huomattavaksi voi tehon alentuminen muodostua koneen ollessa huonossa kunnossa Rasvan puute vie tunkeutumisenopeuden alas jopa 25 % ellei käy niin,

koneita korjauspajalla ole tarpeeksi keskimäärin n. 6,5 tuntia pajalla odotusta, jonka lisäksi tulee poraajien matkat kävellen ja hissiä käyttäen työpaikalta ja takaisin. Poraajaa kohti tämä tekee (porajia oli keskim. 30 päivässä) odotusaikaa 15 min., kulkuaikaa 10 min. = 25 min.

Tähän on saatu parannusta siten, että porarit velvoitetaan pitämään määrättyjä työvälaineitä ja varaosia työpaikalla ja suorittamaan pienemmät korjaukset siellä. Tilasto osoitti, korjausajan vähennystä 25 minutista 8 min:iin.

Työntutkimusten mukaan on poraustyön työarvo, kun porareian syvyys on 1,85 m ja tunkeutumisenopeus ei alita keskimäärin 0,30 m/min 21,9/porareikä eli 11,85/porametri, jolloin arvoon sisältyy porakoneen pystyttäminen, poraustyö, porakoneen purkaminen ja ampuminen 15% konekorjauksesta, n.k. »rinttäreistä» y.m. aiheutuvia väistämättömiä hukka-aikoja sekä 5% henkilökohtaisia tarpeita varten sekä välttämätön lepoaika.

Jos tunkeutumisenopeus laskee 0,25 m/min. niin ovat vastaavat arvot 23,5 ja 12,7.

Kun tunkeutumisenopeus nousee 90 cm/min., joka sattuu, kun porataan serpentiiniin, laskee työarvo 8,75/porametri eli n. 26% normaaliarvosta, joka merkitsee sitä, että 30 cm tunkeutumisenopeudella normaalisavutuksen ollessa n. 35 porametriä se on 90 cm tunkeutumisenopeus

peudella n. 48 m. Tämä eri ei siis ole suhteessa tunkeutumisnopeuksiin, joka onkin ymmärrettävissä, kun tiedetään, että poraustyövaiheet muodostavat n. 60 % bruttoporausajasta. Tässä tulee pakostakin ajatelleeksi, että kun kivi on näin pehmeää, on RWT-801 kone liian raskas. Kevyemmällä koneella olisi tulos todennäköisesti parempi, koska työvaiheet kävisivät helpomiksi ja siten lyhyemmiksi.

Porauksessa kai todennäköisesti lähitulevaisuudessa siirryttänee käyttämään kovametallikruunuja ja irtokruunuja hiiliteräksestä. Tämä muutos ei tule muuttamaan poraus-tulosta muuten kuin siinä tapauksessa, että tunkeutumisnopeus esim. juuri kovametallia käyttämällä suurenee. Kysymys on sitten vain siinä, paljonko se suurenee hiiliteräkkeen verrattuna. Jos samassa yhteydessä vielä syntyisi konemalli, joka sallisi 2 m porausreiän yhtämittaisen porauksen, olisi siitä seurauksena n. 14 % säästö koneen käsittelyyn poraukseen aikana menevästä ajasta ja n. 8,5 % säästö bruttoporausajasta tunkeutumisnopeuden ollessa 30 cm/min.

Poraajan bruttoporausajaa voitaisiin pidentää myös sillä, että hänelle kuuluva ammutatyö siirretäisiin toisiin käsiin. Työnjärjestyksen takia ei tähän ole katsottu voivan ryhtyä. Sensijaan on aikasäästöä tässäkin suhteessa jonkin verran saavutettavissa sillä tavalla, että kun poraaja tietää, kuinka pitkä aika ammutatyöhön kuluu reikää kohti (2 min.), hän voi sen mukaan lopettaa poraustyön sensijaan, että ohjeet vain kielsivät porauksen lopettamisen ennen määrättyä kellon-lyömää.

Kuten näkyy, on poraustyössä joukko pikku tekijöitä, jotka vaikuttavat lopputulokseen. Haitallisten tekijöitten poistaminen vie aikaa ja vaatii järjestelmällistä poraajien kouluttamista ennenkuin tulokset alkavat näkyä.

Yleiskatsauksena voisinkin vielä mainita muutamia lukuja siitä, miten poraaja käyttää työaikaansa:

Kulku työpaikalle ja ruokailu	60 min.	12,5 %
Porakoneen pystyttäminen ja purkaminen	28 »	5,9 %
Varsinainen poraustyö (koneen käsittely)	147 »	30,6 %
Nettoporausajasta (t. nopeus 30 cm/min.)	134 »	27,9 %
Ammunta	38 »	7,9 %
Hukka-ajat	73 »	15,2 %
	480 min.	100 %

Irtilouhittu malmi on tavalla tai toisella saatava poraustyömaalta pois, jotta poraaja taas seuraavalla vuorolla pääsee omiin töihinsä. Malmin poiskuljetus tapahtuu kuten tiedetään kahdella eri tavalla lastaamalla: käsin työntövaunuihin tai käsirattaisiin (kottikärry), jotka käsin kuljetetaan pois ja tyhjennetään, ja koneita käyttämällä.

Käsin- eli maastalastaus on rankkaa hommaa, jota ei kukaan työn tutkija mielellään katsele eikä myöskään tutki urakan määräämistarkoituksessa. Se on työ, jonka mielellään kokonaan kieltäisi. Mutta epäilemättä se vaikeissa olosuhteissa, tarkoitan koneille vaikeissa, kaikesta huolimatta on välttämätön, vaikkakin yksinkertainen kustannusvertailu esim. raappauksen välillä osoittaa, että jokainen tonni tulee käsinlastauksella n. 3:65 mk kalliimmaksi.

Lastaustyössä on kokeiltu lapiolla lastaamista. Sitä varten on ennen ammutta sijoitettu periin peltilevyjä, joiden päältä lapiolla luominen on mahdollista. Tällä tavalla voitiin n. puolet irtilouhitusta kivi-määrästä lapioida, jolloin lastausaika oli n. 3 min. tonnia kohti lyhyempi. Peltien saantivaikeudesta y.m. syystä ei kokeiluja ole suuremmassa mittakaavassa jatkettu, mutta todennäköisesti lastaus muodostuisi miehille helpommaksi jos sentähden, että työasento on toisenlainen lapiotaessa siis tuoden vaihtelua työhön.

Tutkimuksista kävi ilmi m.m. se, että on työtehon kannalta mitä tärkeintä, että malmivaunu tuodaan niin lähelle malmikasaa kuin mahdollista. Jo 3—4 m etäisyys vaikuttaa n. 13 % tehoa alentavasti syystä, että lotokan kantaminen painon

ollessa n. 35 kg on painavaa ja kävely vie aikaa.

Koska lotokan paino näytti olevan liian suuri, on kokeiltu pienemmällä (n. 24 kg), jonka käyttäjät ovat olleet siihen tyytyväisiä ja joitten työsaavutukset (18 tonnia työvuorossa) ovat vahvistaneet sen oletuksen, että lotokan koko ja siis nostettava paino on pidettävä suhteessa miehen painoon ja voimiin. (40 % miehen painosta).

Lastaustyön työarvoa määrätessä on huomioimalla työn laatu ja sen tuottama rasitus sisällytetty siihen n. 39 % lepoaikaa. Niin pitkälle tutkimuksissa ei ole ajan niukuuden takia menty, että olisi suoritettu tutkimuksia siitä, milloin lepo-ohjelma on sijoitettava työaikana, vaan on tämä puoli jätetty työntekijän omaksi asiaksi.

Työntekijän ansiomahdollisuuksien kannalta olisi edullista, että hän suorittaisi lastaustyön yksin. Selvä on myös, että lastattavan kivi-määrän täytyy olla riittävän suuri. Kahdella miehellä suoritettuna lastaustyö käy huomommin, koska huonompi mies tavallaan määrää työn tahdin.

Irroitettun malmin poiskuljetus *raappaamalla* on, kun työ järjestetään oikein, edelliseen verrattuna paljon tehokkaampaa, edellyttäen tässäkin tapauksessa, että irroitettu malmimäärä on tarpeeksi suuri. Ellei malmia riitä koko työvuoroksi, tulee ensinnäkin raappa huonosti käytetyksi ja toiseksi raappauskustannukset nousevat, koska kustannukset valmistelutyöstä (valmistelu-aika perissä 67—88 min.) jakautuvat pienemmille tonnimäärille.

Laskelmat näyttävät, että jos toisessa tapauksessa oli irroitettu malmimäärä 20 tonnia, toisessa 45 tonnia, niin ero rappauskustannuksissa

Voimalaitoksia

Kuljetus- ja lajit-
telulaitoksia

Laahauskauha-
laitoksia

Rikastuslaitoksia
(Dorr-Oliver)

Classifiers

Kaivosvinttureita

Kompressoreja

Kaivinkoneita

Sähkö-, höyry- ja
Diesel-vetureja

Pumppuja

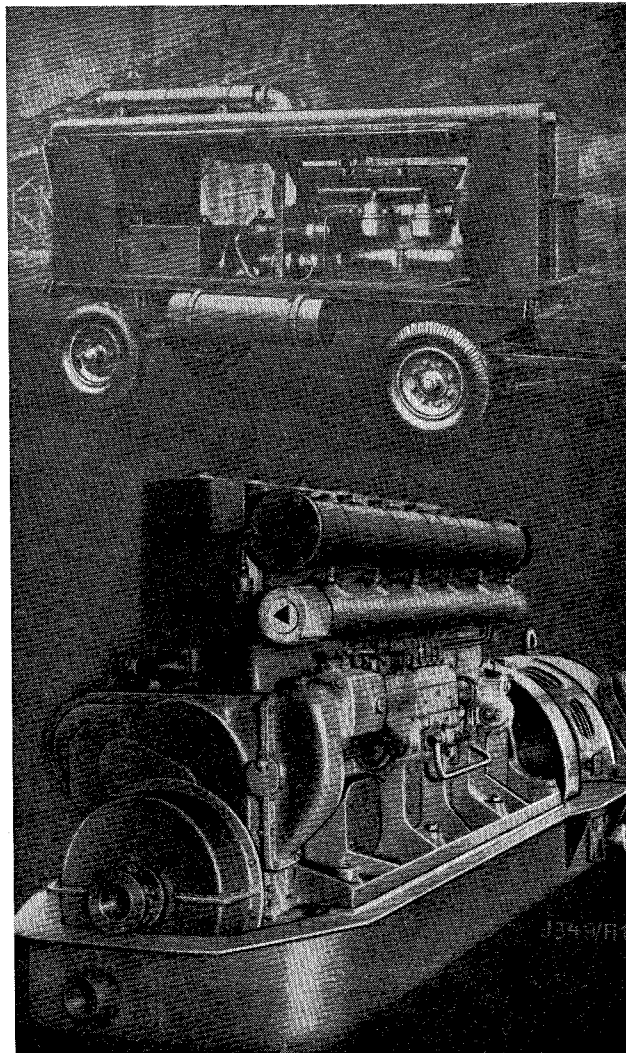
Rikastussuottimia
(Oliver-Young)

Pneumaattisia
työkaluja

Rikastusöljyä

Kaivoslamppuja
ja latauslaitteita

Kaivoskypärejä



Fahrbare

DIESEL-KRAFTANLAGEN

mit M. A. N.-Einbau-Dieselmotoren zur Licht-
und Kräftezeugung auf Baustellen, für ortsbe-
wegliche Betriebe, zum Einsatz in Not- und
Katastrophenfällen oder als Preßlufftzeuger.

Kraftanläggningar

Transport- & sor-
teringsanläggningar

Släpkskopenlägg-
ningar

Flotationsanlägg-
ning. (Dorr-Oliver)

Classifiers

Gruvspel

Kompressorer

Grävmaskiner

Elektriska- ång-
o. Diesellokomotiv

Pumpar

Anrikningsfilter
(Oliver-Young)

Pneumatiska
verktyg

Flotationsolja

Gruvlampor och
laddningsaggregat

Gruvhjälmar

Tarvikkeita

**tehokasta
kaivoskäyt-
töä varten**

Förnödenheter för

**rationell
gruvdrift**

*Ekströms
Konelike*

HELSINKI
Postilokero 310

*Ekströms
Maskinaffär*

HELSINGFORS
Postfack 310



20 577

AEG

Sähköteknillisten
suursaavutusten merkki

AEG-yhtymää edustaa Suomessa:

Sähkö Osakeyhtiö AEG

Helsinki, Kluuvikatu 3

Näyttely ja myymälä: Aleksanterinkatu 38

Valmistamme ja toimitamme:

- Turpiineita ja pumppuja
- Vetureita, kuormavaunuja
- Sähkömoottoreita, generaattoreita
- Kaapeleita ja johtimia
- Muuntajia, suurjännitekojeita
- Kytinkojeita, koteloituja jakokeskuksia
- Mittakojeita ja -laitteita
- Mittareita, releitä, kelloja
- Asennustarvikkeita
- Työkaluja
- Talous- ja lämpökojeita
- Kojeita ja laitteita
lennätin- ja puhelinliikennettä,
radiopeilausta, yleisradiota ja
kaukonäkemistä varten
- Radioputkia ja -tarvikkeita



SIEMENS

SÄHKÖ- MERKINANTOLAITTEET

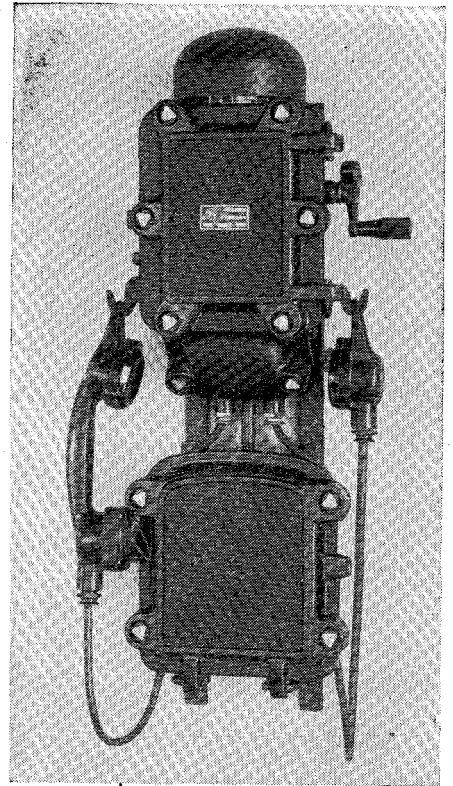
lisäävät käyttövarmuutta ja tehoa. Pisimpienkin matkojen päästä ne toimivat luotettavasti. Me toimitamme erilaisia merkinanto- ja puhelinlaitteita vuoriteollisuuteen ja sulattamoihin esim.

kauko-osoittimia purnutäytöksen ja kaasumäärän osoitusta varten, kierrosluvun kaukomittareita, puhelin- ja komentolaitteita kaikkensuuruisiin laitoksiin.

Rakennamme myös vesi- ja tomutiiviitä sekä räjähdysvaarattomia laitteita.

Ehdotuksia sitoumuksetta.

Es. 04/2



SIEMENS

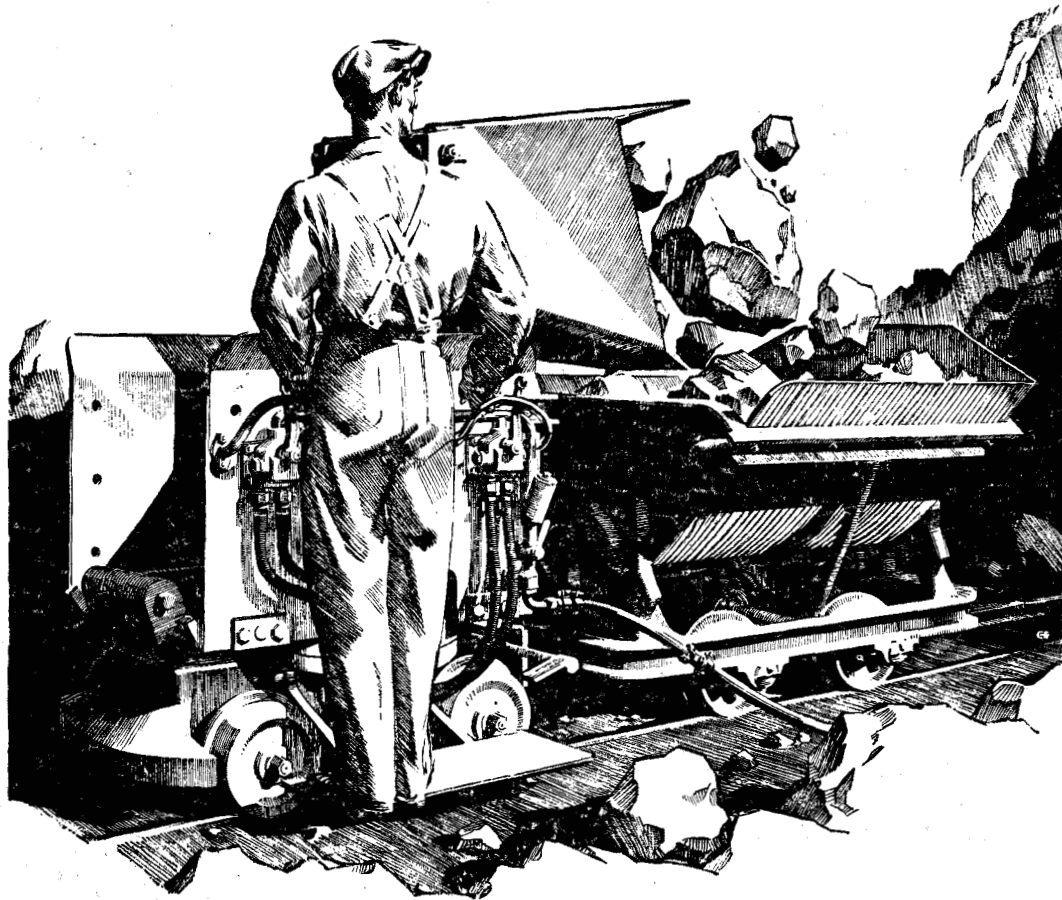
HELSINKI · TURKU · VIIPURI · KOTKA

ATLAS

LASTNINGSMASKIN LASTAUSKONE

gör fyra mans arbete

tekee neljän miehen työn

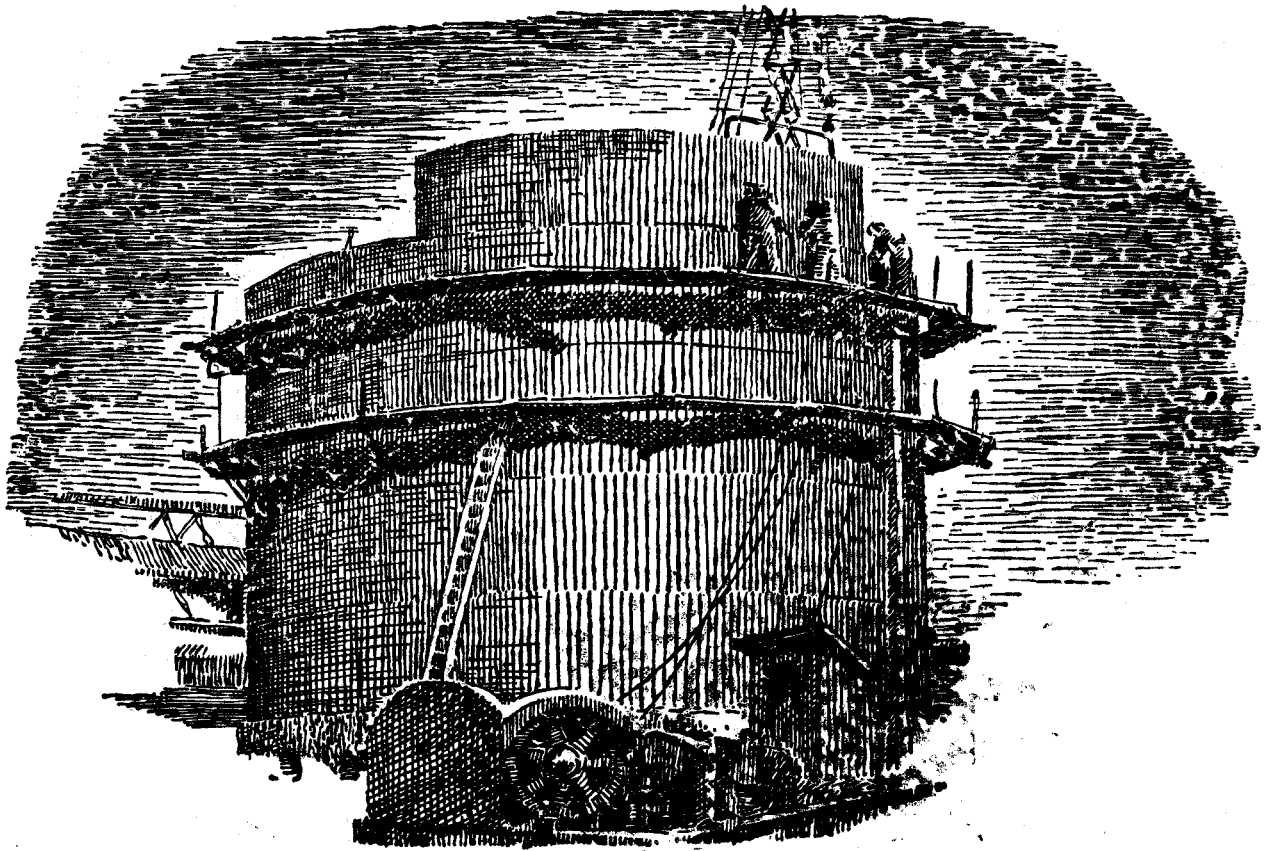


Många tunga och tidsödande arbeten ha med tryckluftens hjälp förenklats. Ett typiskt exempel är lastningen av vagnar i gruvorna. Med Atlas tryckluftdrivna lastningsmaskin — enkel och lättskött — utför nu 1 man det arbete, som vid handlastning kräver minst 4. Liknande exempel på hur Atlas tryckluft spar dyrbar tid och arbetskraft kunna anföras från de mest skilda områden inom både industri och hantverk. Vänd Er till oss och tag del av dem.

Monet raskaat ja aikaavievät työt on paineilman avulla yksinkertaistutettu. Kuvaavaa on kaivosvaunujen lastaus. Yksinkertaisen ja helppohoitosen, paineilmalla käyvän Atlas lastauskoneen avulla suorittaa nyt 1 mies sen työn, johon käsilaistauksessa tarvitaan vähintään 4 miestä. Samanlaatuisia esimerkkejä siitä, miten Atlas paineilma säästää aikaa ja työvoimaa, voidaan esittää mitä erilaatuisimmilta teollisuuden ja käsityön aloilta. Kääntykää puoleemme ja tutustukaa tosiasioihin.

Atlas Diesel

AB. JULIUS TALLBERG OY. AVDELN. ATLAS DIESEL OSAST. HELSINGFORS



HP-HITSAUSPUIKOT

Hitsaustekniikka kehittyi kehittymistään.
HP-hitsauspuikot ovat niin pienissä kuin suurissa hitsaustöissä osoittautuneet laadultaan verrattomiksi. Esimerkiksi kuutta miljoonan litran vetoista öljysäiliötä valmistettaessa on käytetty yksinomaan HP-hitsauspuikkoja.



AB
HITSAUSPUIKKO
OY

Helsinki, E. Esplanaadikatu 22 A. Puh. 66 696 & 64 764