Diamanter

Utvecklingen vid ASEA 1953–1965

Av Erik Lundblad

Introduktion

Efter det att både ASEA och General Electric (GE) 1955 publicerat sina diamantsynteser väcktes intresset över hela världen för höga tryck och vad därmed kunde åstadkommas. De båda pionjärföretagens patent publicerades först under 1959 varför spekulationerna var många, dels om hur dessa höga tryck skulle åstadkommas och dels om hur lyckade synteser skulle kunna göras. Många av de stora universiteten tog upp högtrycksforsning på sina program och sedan dess är denna forskningsgren väl etablerad. I Sverige är den främst företrädd vid Umeå Universitet. Många försökte naturligtvis också göra diamanter och en mängd artiklar publicerades – däremot mycket få diamanter.

När patentansökningarna blev offentliga visade det sig att GE sökt patent dels på en specifik högtrycksutrustning och dels på metoder att framställa diamanter med uppgift om tryck- och temperaturområden och lämpliga lösningsmedel. Detta kom att medföra omfattande patentstrider mellan de båda bolagen. Efter de lyckade synteserna bestämde såväl ASEA som GE att uppfinningarna skulle exploateras kommersiellt. Efter en intensiv uppbyggnadsperiod började syntetiska diamanter att marknadsföras vid 60-talets början. För ASEA's del förlades produktion till Robertsfors, en liten norrländsk bruksort några mil norr om Umeå.

Åren 1953–1963: Utvecklingstiden

De första syntetiska diamanterna gjordes i februari 1953 vid ASEA's högtryckslaboratorium i Stockholm (Erik Lundblad: Om konsten att göra diamanter: Dædalus 1988 pp 60–76). Den utrustning som användes var mycket komplicerad och dyrbar och endast ett fåtal syntesförsök kunde genomföras per år. När så GE i början av 1955 publicerade att man lyckats syntetisera diamanter beslöt ASEA's ledning att gå vidare med diamanter och ytterligare klarlägga de betingelser vid vilka diamanter bildas samt att utveckla ny utrustning för höga tryck- och temperaturer. Målsättningen var att kunna göra minst ett experiment om dagen.

Alla förbindelser med Baltzar von Platen bröts och ett nytt laboratorium Quintuslaboratoriet sattes upp i nya lokaler, först vid Norrtull i Stockholm sedan i en nybyggd fastighet i Vällingby. Personalen



1. En typisk uppställning för experiment med Q-10 apparaten. I bakgrunden synes den trådlindade QUINTUS-pressen (14 000 tons presskraft) och i dess gap den cylindriska Q-10 apparaten. Förf t h mäter tryck och temperatur.

utökades och samarbetet med den centrala forskningen i Västerås fördjupades. Författaren fick det direkta ansvaret för utvecklingen och rapporterade till ASEA's tekniske chef – Halvard Liander.

Första steget blev att utveckla en praktiskt användbar högtrycksapparat. För att uppnå målsättningen om minst ett experiment om dagen måste i första hand högtryckskammarens volym minskas från tidigare 600–1 000 cm^3 till någon kubikcentimeter samt den mycket komplexa hydrostatiska kompakteringen ersättas med enklare system. Detta innebar att mycket av de tidigare erfarenheterna ej kunde utnyttjas. Den grundläggande principen om det s k stödtrycket – utvecklat av P W Bridgman – stod dock fast. Den första nya apparaten – Q 10 – hade en fast cylindrisk tryckkammare med en diameter om 10 mm samt en rörlig stans av hårdmetall. Stödtryck och tätning åstadkoms genom mantlar av aluminium. Tryckkammaren kunde isoleras elektriskt och därmed förses med anordningar för uppvärmning och för mätning av tryck och temperatur. (Bild 1.)

Ett flertal varianter av denna apparat utvecklades efter hand, men de led alla av svårigheten att kunna kvarhålla trycket vid höga temperaturer någon längre tid. Efter 20–30 sekunder började den cylindriska delen av högtryckskammaren ge sig. Det visade sig svårt att öka volymen med denna konstruktion.

Mot slutet av 50-talet när det blev helt klart att produktionsmetoder för en kommersiell diamantproduktion skulle tas fram utvecklades och patenterades en helt ny apparattyp – Q 20. Denna apparat (Fig 1) har i centrum en härdad stålcylinder med två kammare, varav den mindre är högtryckskammaren och den större är till för att ge ett

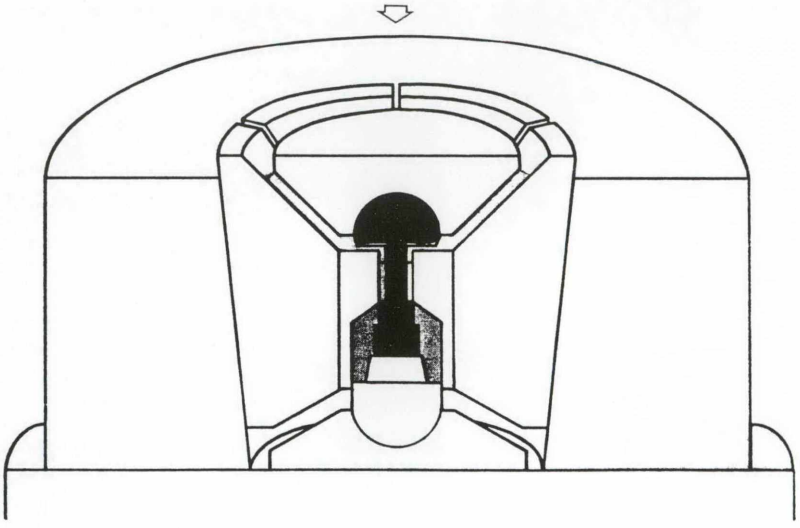


Fig 1 Q-20 Högtrycksapparat

isostatiskt stödtryck åt det stanssystem av hårdmetall, som är avsett att tränga in i och komprimera innehållet i högtryckskammaren.

Runt stålcylindern finns sex koniska stansar som passar i ett koniskt hål i en yttre cylinder. När utrustningen kläms ihop axiellt i ett presstativ kommer trycket i högtryckscylindern att öka, dels genom att det undre stanssystemet tränger in i kammaren, dels genom att hela kammaren komprimeras radiellt.

Det stod vid denna tid klart att diamanter kunde kristalliseras ur grafit löst i en lämplig metallsmälta om processen skedde vid mycket höga tryck. Under sista delen av 50-talet gjordes ett stort antal systematiska försök för att skapa ett underlag för en framtida diamantproduktion.

Tryck

En av de viktigaste parametrarna i diamantsyntesen är det höga trycket och framförallt de begränsningar, som finns för att mäta detsamma. Inga konventionella metoder finns. Tryckkammarens och tryckapparatens geometri ger den övre gränsen för det pålagda trycket. Hur detta sedan fördelar sig i den centrala högtrycksdelen är föremål för mycket subjektiva värderingar. Genom Bridgmans pionjärinsatser om materiens struktur vid höga tryck kan just sådana strukturella förändringar utnyttjas för tryckmätning. Så exempelvis omvandlas vismutmetallens kristallstruktur mycket distinkt vid vissa bestämda tryck. Dessa omvandlingar är ofta förenade med volyms- och densitetsförändringar av mätbar storlek och kan därför användas som kalibreringspunkter för tryck. Med vismut och några andra metaller med liknande egenskaper kan tryckintervallet 0–50 000 bar bestämmas i första hand vid rumstemperatur. Vid högre temperaturer är metoderna fortfarande subjektiva. Noggrannheten vid tryckmätningar över exempelvis 10 000 bar är inte större än ± 500 bar.

Temperatur

Även temperaturer är vanskliga att mäta främst genom att kunskapen om hur exempelvis resistans och smältpunkter – som ju ofta används vid temperaturmätningar – varierar med trycket. En god uppskattning om mätnoggrannhet för temperaturer är ± 50°C.

Tryckapparater

Under tiden fram till 60-talets mitt utvecklades ett antal högtrycksapparater av varierande typ och storlek som möjliggjorde experiment under höga tryck och vid höga temperaturer under kontrollerade förhållanden och under tidsrymden från några sekunder till timmar. Vid sidan om dessa s k statiska högtrycksapparater utvecklades också metoder att studera materien vid de mycket höga tryck och temperaturer, som uppstår, när högbrisanta sprängämnen får detonera. I de uppkomna s k stötvågorna kan trycket bli flera millioner bar och temperaturen flera tusen grader. Varaktigheten är emellertid bara

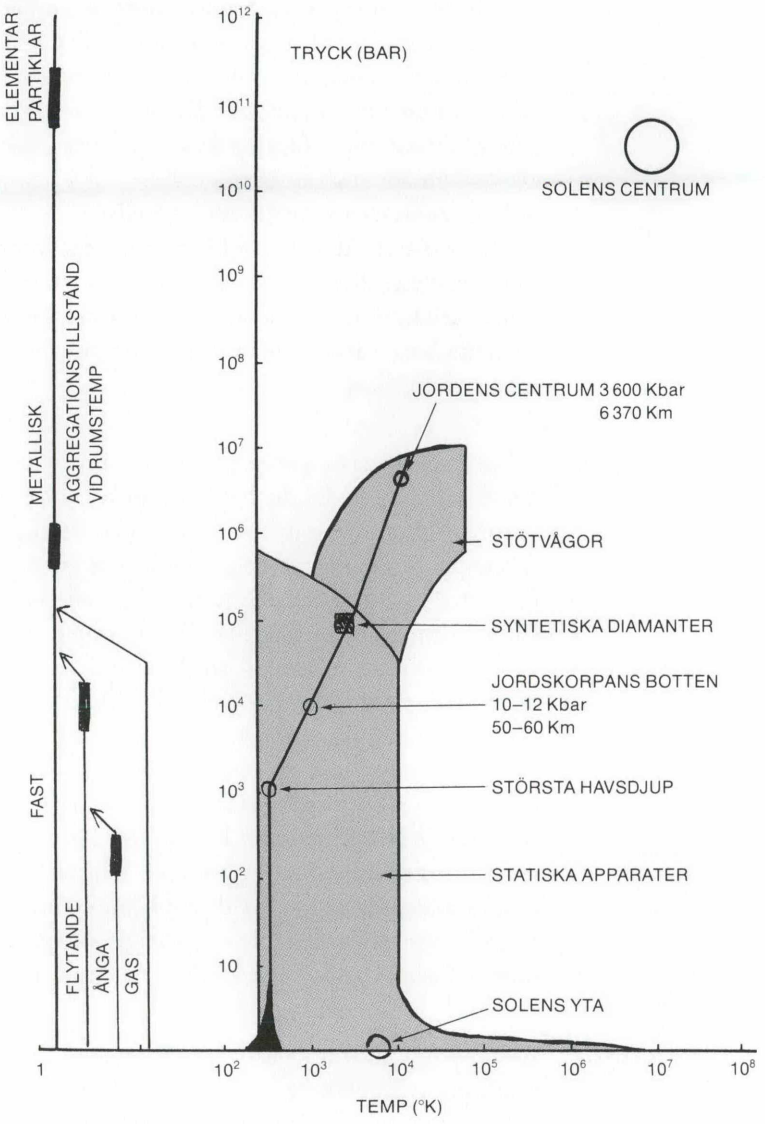


Fig 2

Tryck- och temperaturområden i vårt solsystem. Rastrerade områden är i dag tillgängliga experimentellt. Materiens aggregationstillstånd vid rumstemperatur visas också. Observera att skalorna är logaritmiska. Från 0–10^2 är det 100 bar medan det mellan 10^6–10^7 är tio millioner bar.

bråkdelar av en sekund, men trots detta kan såväl mätningar som synteser genomföras.

Fig 2 visar de tryck och temperaturområden, som vid denna tid var tillgängliga för studier. I diagrammet har också lagts in de tryck och temperaturer, som finns på jorden från dess yta till dess centrum på 6 370 kilometers djup. Kända utrustningar ger således möjligheten att studera materiens tillstånd under alla jordiska förhållanden. Som översikt har också lagts in materians aggregationstillstånd för tryck vid rumstemperatur. Som synes är all materia fast vid tryck något över 100 000 bar och all fast materia metallisk vid tryck över någon million bar. Med metallisk materia menas materia, som kan leda elektrisk ström.

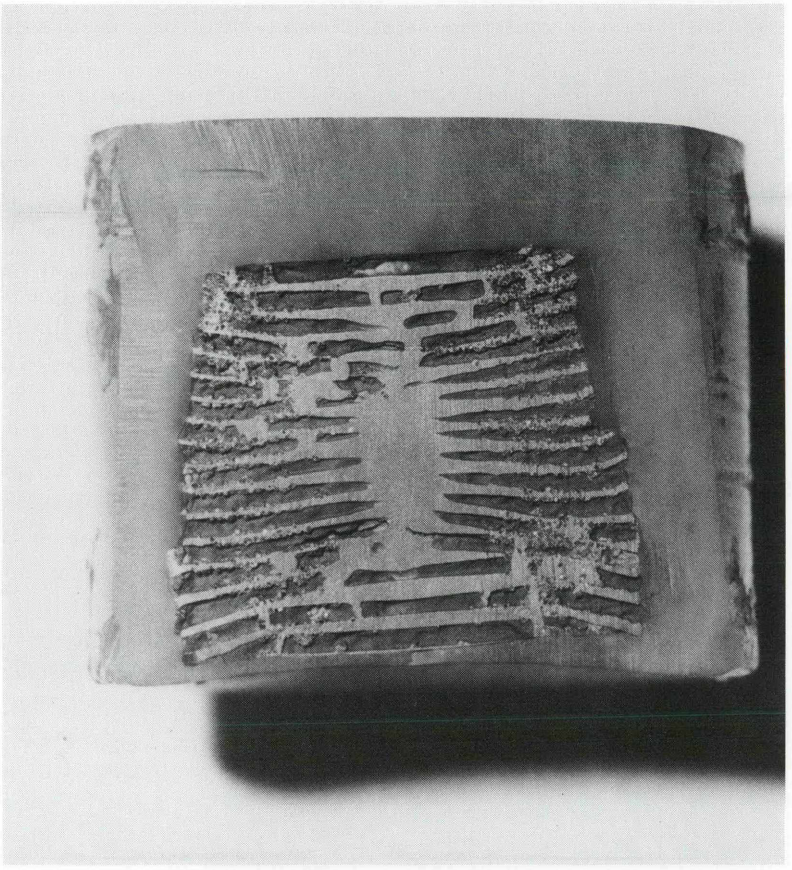
Diamant-syntesen

Parallellt med arbetet att utveckla högtrycksapparater studerades diamantsyntesen. Vid de ursprungliga försöken användes järn som lösningsmedel för grafiten. Med i systemet fanns även platina och tantal. Intresset kom alltmer att inrikta sig på nickel som lösningsmedel. GE visade 1959 i sina patentansökningar att hela periodiska systemets grupp VIII-metaller var användbara. Dessa omfattar förutom järn, nickel och kobolt även platinagruppens metaller.

Efter några års experiment var det diamantstabila området i kolets fasdiagram väl känt samt smältförloppet för de aktuella metallerna.

Ett mycket beprövat sätt att syntetisera diamant ur grafit är följande:

1 Grafitskivor ca 2 mm tjocka tillverkas ur syntetisk grafit tillverkad i gaseldade ugnar.
2 Dessa varvas med brickor ca 1 mm tjocka av nickel tillverkad enligt gasreduktionsmetoden.
3 Allt packas i en cylinder isolerad med ett silikatmineral t ex talk eller porofyllit.
4 Efter insättning i högtrycksutrustningen ökas trycket till ungefär 60 000 bar.
5 Därefter leds elektrisk ström genom skivpaketet som då verkar som ett motstånd och värms upp.
6 När metallen smälter, vilket indikeras genom motståndsändring, löses grafiten och diamanter bildas. Dessa har 50 % mindre volym än grafiten, varför trycket hela tiden måste kompenseras.
7 Trycket och den tillförda strömmen anpassas så att syntesen sker strax ovanför jämviktslinjen.
8 Kristallerna får växa under kontrollerade förhållanden under 5–10 minuter.
9 Temperaturen sänks därefter snabbt till några hundra grader varefter också trycket kan sänkas.



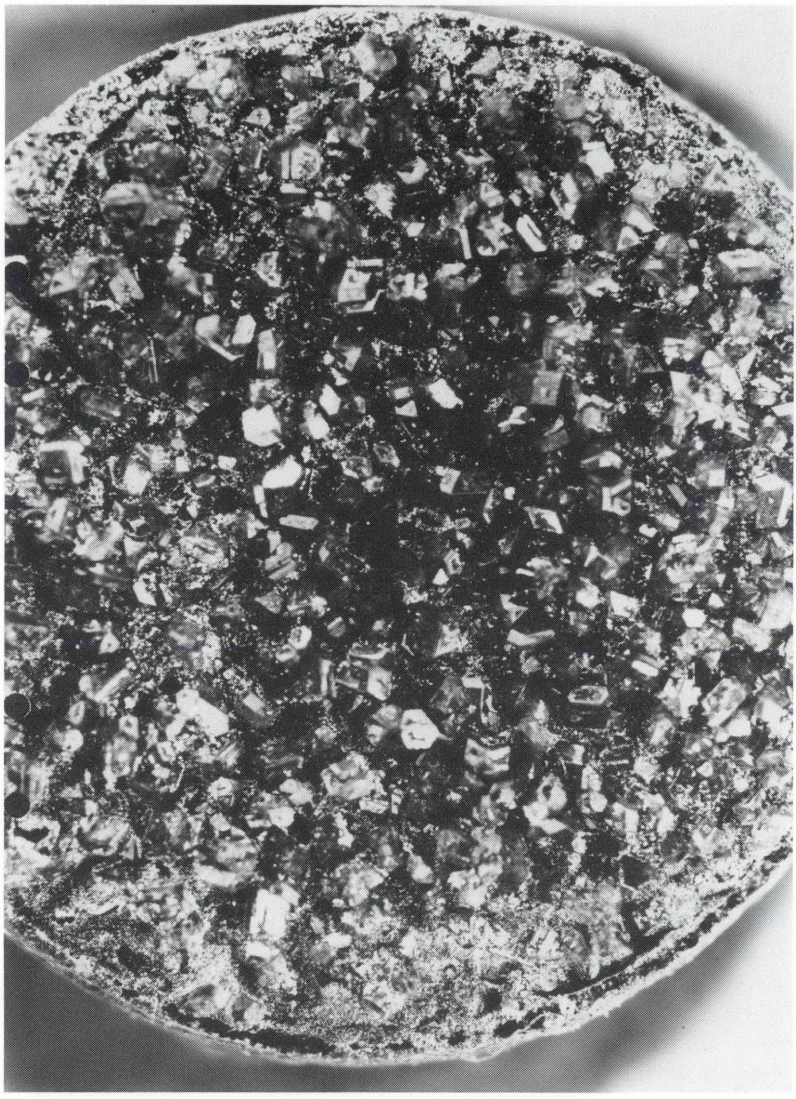
2. Ett tvärsnitt av en högtryckskammare med skivor av grafit och nickel varvade till en stack. De bildade diamanterna syns bäst i stackens ytterområden.

Diamanter har nu kristalliserat ut på båda sidorna om metallplattorna. (Bild 2 och 3.)

När syntesen är avslutad består reaktionskammaren av en klump av hopsmält metall, diamant, isolermaterial samt kvarvarande grafit.

Med hjälp av en intrikat kemisk process kan diamanterna separeras och resultatet blir ett antal diamanter som kan variera i såväl storlek som form beroende på var i tryckkammaren de vuxit. Detta beror på svårigheten att hålla tryck och temperatur kontrollerade inom hela volymen. Diamanterna sorteras därefter i storleks- och kvalitetsgrupper.

En lyckad diamantsyntes är frukten av ett långvarigt experimenterande där alla prametrar omsorgsfullt utprovats och ingående komponenter getts mycket speciella egenskaper, något som ej alltid kan patentskyddas. Ännu idag sker därför all diamanttillverkning väl skyddad från insyn.



3. Efter den genomförda syntesen syns hur diamanter vuxit över hela nickelskivan.

Jämviktsdiagram

Idag är kolets jämviktsdiagram väl känt och en sammanfattning ges i Fig 3. Diagrammet baserar sig på en kombination av experiment och teoretiska beräkningar. Inom de höga tryck- och temperaturområdena är värdena baserade på resultat ur stötvågsexperiment. Direkt omvandling av grafit till diamant utan något lösningsmedel har gjorts vid tryck över 125 000 bar vid temperaturer över 3 000°C. Idag kan diamanter även fås att växa vid rumstemperatur i det metastabila området.

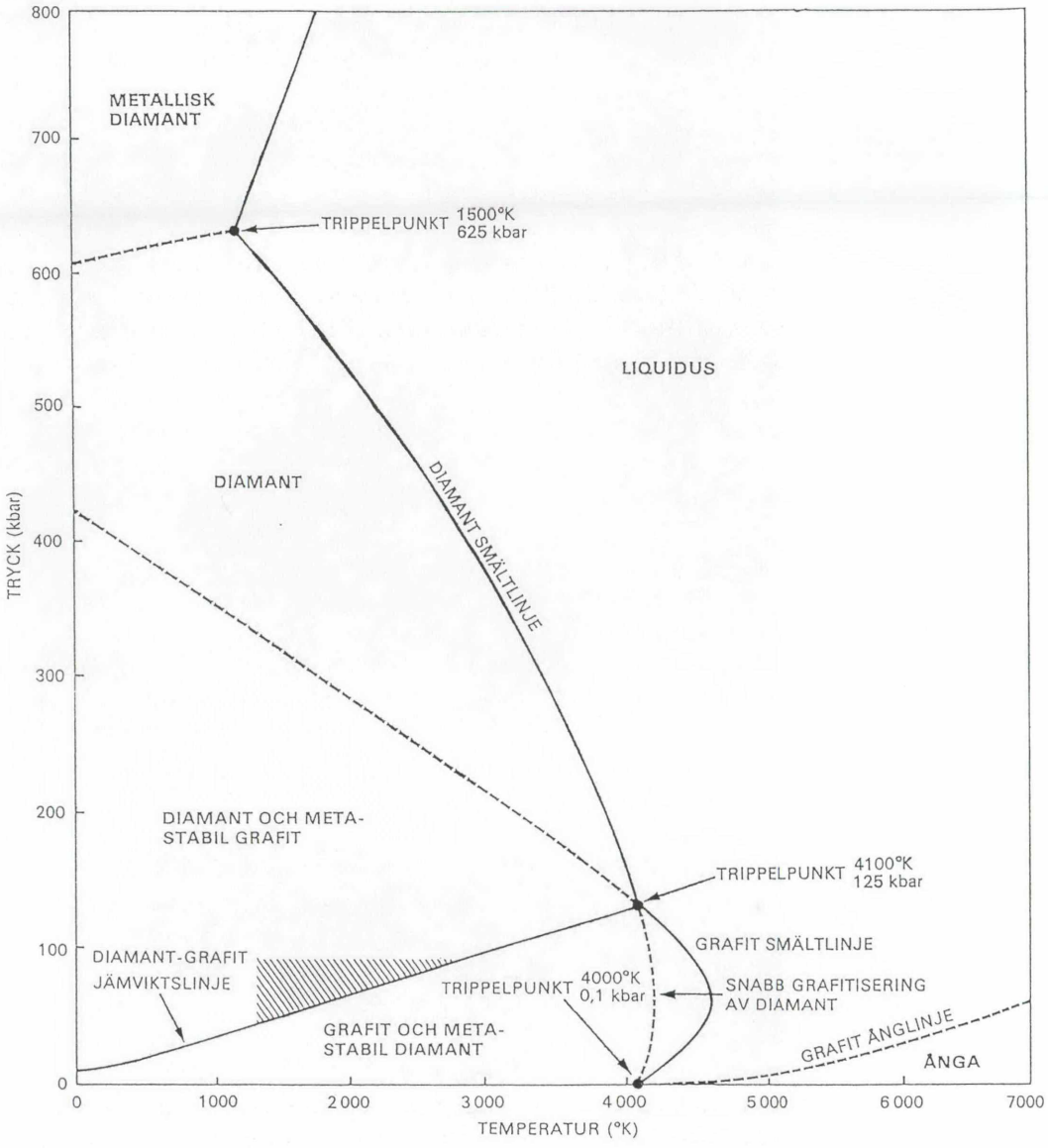


Fig 3 Kolets jämviktsdiagram. Det snedstreckade området visar gränserna för diamantsyntes i statiska apparater. Övriga linjer bygger på experiment med stötvågor.

Patentläget När GE's patentansökningar blev kända i början av 60-talet och det visade sig att ansökningarna omfattade de viktiga parametrarna för en syntes och dessutom indirekt skyddade diamanter gjorda i enlighet därmed blev detta naturligtvis ett allvarligt bakslag för ASEA. ASEA var först ute och gjorde diamanter mer än ett år före GE men sökte inte patent på sin metod, som var baserad på användning av järn som

lösningsmedel. Bedömningen då var att erforderliga betingelser var förutsagda i litteraturen och därför ej kunde patenteras. ASEA hade endast sökt patent för utrustningen.

Beslutet blev nu att göra invändningar mot GE's ansökningar där detta var möjligt. GE hade sökt i alla industriländer varför uppgiften blev omfattande och tidsödande och trots stora insatser från ASEA's patentavdelning och dess ombud världen över blev resultatet tämligen negativt. GE fick så småningom sina patent t o m i Sverige. I USA omfattade patentet dock ej diamanterna som sådana eftersom det indirekta produktskyddet inte, såsom i andra länder, var tillämpligt i USA. ASEA som då investerat stora belopp och satsat på egen produktion stod inför ett allvarligt hot om att dels bli stoppade och dels om de fortsatte få betala inte bara böter utan även skadestånd.

I Sverige bedömdes tillverkningen kunna fortsätta baserad på s k föranvändarrätt dvs ASEA kunde visa att de framställt diamanter, innan GE sökt sina patent.

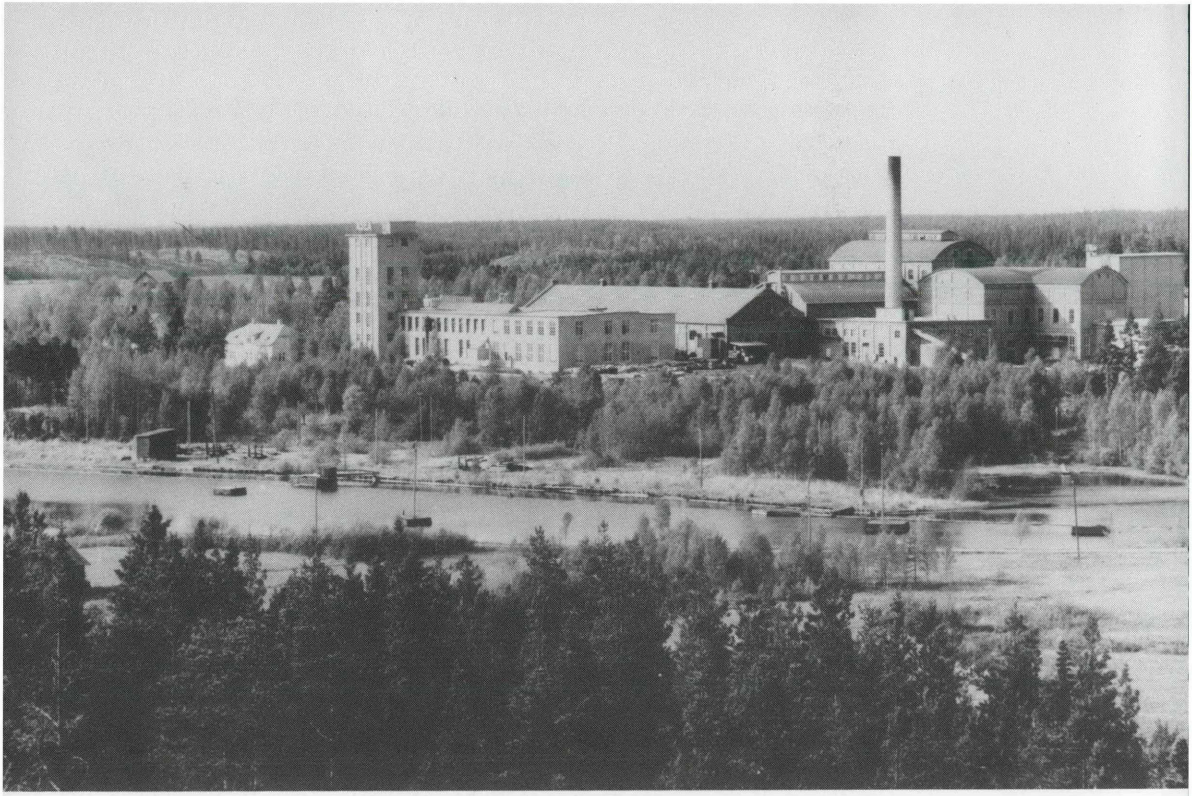
ASEA beslöt att fortsätta att tillverka diamanter i Sverige baserad på den förväntade föranvändarrätten men att endast marknadsföra diamanterna i Sverige och i USA samt i de länder bl a i östeuropa där GE ej sökt eller beviljats patent.

Detta innebar allvarliga begränsningar, ej minst för ASEA's kunder som ej kunde exportera de produkter de tillverkat med ASEA-diamanter utan risk för repressalier från GE. Situationen var känslig och den nystartade produktionen var hotad.

Robertsfors 1963–1965

1962 ombildades diamantverksamheten vid ASEA till en sektor – Diamantsektorn – med författaren som sektorchef. En dåtida sektor motsvarar dagens divisioner eller dotterbolag med ansvar för såväl resultat, personal, produktion, utveckling och marknadsföring. Samtidigt bestämdes att den kommande verksamheten skulle förläggas till Robertsfors. Detta var ett litet brukssamhälle 5 mil norr om Umeå som på 1700-talet grundats som järnbruk. Under slutet av 1800-talet och fram till andra världskrigets slut var där främst skogsindustri med sulfatmassa som specialitet. Sulfatfabriken lades ner efter kriget och ASEA övertog fabriksbyggnader och personal. Detta var under den epok då bristen på industriarbetare var stor och man t o m importerade arbetskraft. Ett tillskott på ca 300 industriarbetare var därför välkommet för ASEA.

Fabrikslokalerna byggdes delvis om för mekanisk tillverkning, för ytbehandling samt för tillverkning av isolermaterial. Även tillverkning av glasfiber förlades hit. Glasfibrer blev i Sverige en helt ny produkt som framförallt skulle användas för att isolera elektriska maskiner. Utvecklingen inom glasfibrer blev emellertid en helt annan. Efter en tid kom huvuddelen av produktionen att användas som armeringsmaterial för plaster.



4. ASEA's fabriksområde i Robertsfors vid 50-talets slut. Byggnaderna användes ursprungligen för sulfitmasseproduktion.

Situationen förändrades snabbt och det beslöts att utvecklingen och tillverkningen av glasfibrer skulle flyttas söderut närmare marknaden. Falkenberg bedömdes som lämplig ort. Glasfiberutvecklingen hade sysselsatt 50–75 man som nu kunde användas till annan verksamhet. Detta var en av orsakerna till att diamanterna hamnade i Robertsfors. En annan orsak var platsens relativa isolering som lättare förhindrade otillbörlig insyn. (Bild 4.)

Igångkörning

1962–1963 blev för Robertsfors en hektisk tid. Hela den tidigare verksamheten förlades till diamantsektorn. Lokalerna byggdes om och en stor del av personalen skolades om. Det var en anmärkningsvärd prestation av personalen att gå från yxskaft och timmerstockar över till glasfibrer, som var så tunna, att de knappast syntes till i en hypermodern högteknologi med mängder av styr- och reglerutrustningar och i en miljö där vita rockar passade bättre än blåställ. Även den andliga skolningen gick bra. Robertsfors var ett mycket traditionellt bruk med allt vad som förknippas därmed. I och med ASEA's ankomst vitaliserades bruket och den gamla "bruksandan" blev snabbt ett minne blott.

Ett annat problem blev att rekrytera kvalificerad personal. Ett

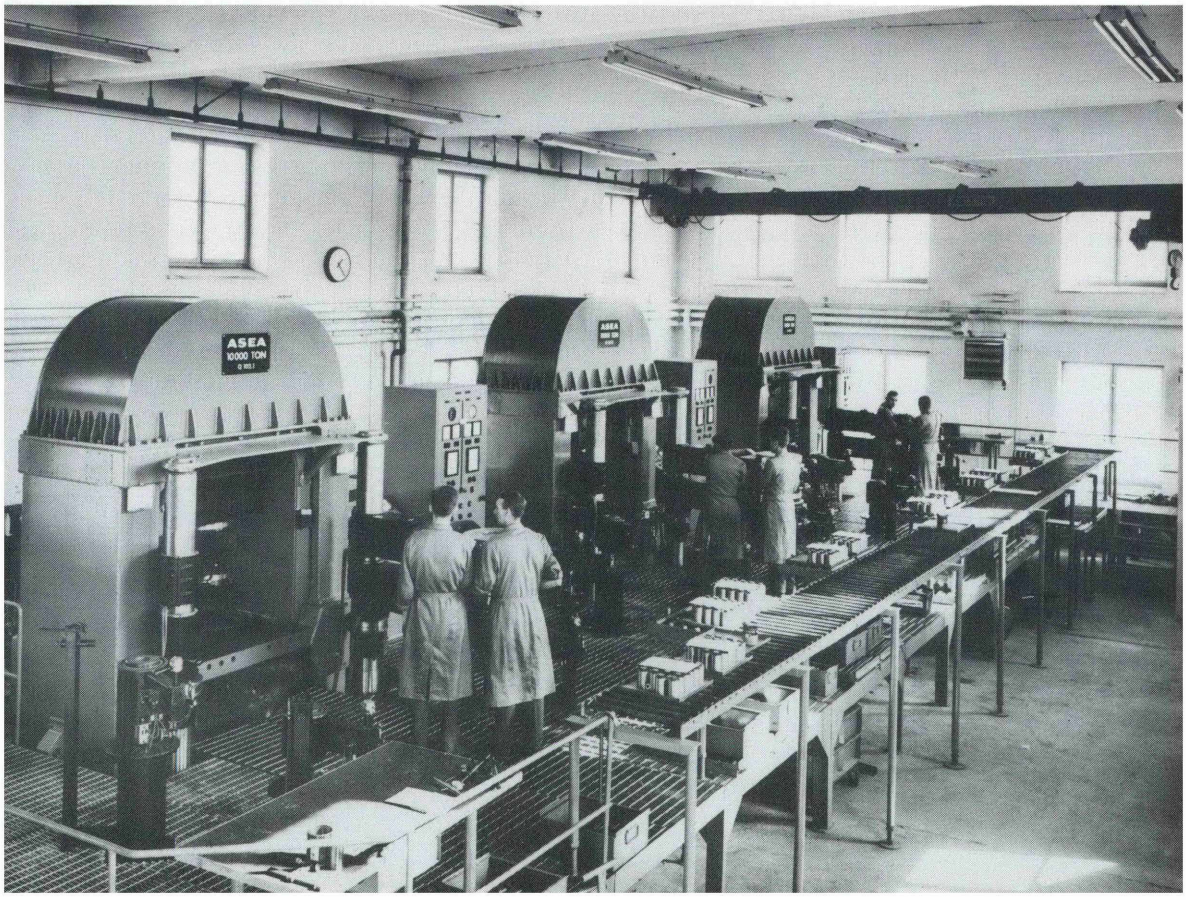
drygt tiotal civilingenjörer eller likvärda akademiker behövdes och endast någon enstaka av de tidigare anställda var beredda att följa med. Även detta gick. Omsättningen i början var stor men när det så småningom stod klart att nyckelpersonen var hustrun gick detta lättare. Hustrun måste vara född i Norrland annars blev hemlängtan för stor.

Mest synbart bland det nya var de tre stora QUINTUS-pressarna om vardera 10 000 tons presskraft. Dessa hade utvecklats och byggts i Västerås och blev där sedan grunden för ett helt nytt affärsområde – QUINTUS-pressar. ASEA blev därmed pionjärer för utrustningar för tillämpad högtrycksteknik – ett område där ASEA och dess efterföljare ABB ännu i dag är ledande inom.

De nyutvecklade högtrycksapparaterna av Q-20 typ monterades i tandem, två och två på varandra. Varje press var således försedd med fyra apparater. När det ena paret var i drift kunde det andra paret förberedas för drift. Pressarna kunde därmed utnyttjas på ett optimalt sätt.

På grund av det osäkra patentläget och för att skydda ej patentsökta konstruktioner var sekretessen stor och insynen i verksamheten mini-

5. Presshallen i Robertsfors 1964 med 3 10 000 tons QUINTUS-pressar och högtrycksutrustning för diamanttillverkning.





6. Författaren bland tryck- och reglerutrustning till en tandemkopplad QUINTUS-press.

mal. Detta fick ibland något originella konsekvenser. Så blev t ex den enda frisläppta bilden av diamantpressarna bildmässigt något underlig med operatorerna två och två döljande högtrycksutrustningen och med ryggarna vända mot kameran. (Bild 5.)

Tandemuppställningen av tryckapparater har sedermera blivit etablerad praxis. (Bild 6.)

Verktyg

Den centrala delen av Q-20, den cylindriska tryckkammaren var av höglegerat verktygsstål och härdad på ett speciellt sätt. Cylindern hade dimensionen ∅ 80 × 120 och kunde bara användas en gång, varför Robertsfors vid full produktion blev en av landets största användare av verktygsstål. Även övriga detaljer i högtrycksutrustningen fick bytas ut relativt ofta. En egen verktygstillverkning byggdes därför upp och integrerades med diamanttillverkningen.

Industri-diamanter

Alla dittills förekommande diamanter var naturliga. Diamant är ett av jordens mest sällsynta ämne och förekommer på ett fåtal platser, främst i Sydafrika och i Sibirien. Mer än nittio procent av alla funna diamanter går till industrien. Övriga går till smycken. Även bland dessa är endast fem–tio procent av investeringskvalitet. En del av

industridiamanterna sorteras i storleksgrupper och används fram för allt till borrkronor för olje- och gruvindustrien. Övriga krossas ner till pulver och flisor som sorteras i storleksgrupper varav de största är någon millimeter stora. Dessa används sedan för tillverkning av slipskivor för bearbetning av hårda material, för borrar t ex för tänder, för sågar för stenindustrien och för ett flertal specifika användningsområden. Alla nämnda produkter har speciella geometriska former. Eftersom diamanter ej kan formas efter verktyget krossas de därför ner och sintras eller binds sedan ihop med lämpliga bindemedel till verktygets form.

Syntetiska diamanter, som ju endast kunde framställas i storlekar upp till någon millimeter, tog snabbt över den naturliga diamantmarknaden. Skälen härför var många, men viktigast var kanske den högre kvaliteten, som förbättrade de mycket dyrbara verktygens prestationsförmåga. De naturliga industridiamanterna består som nämnts av kross från större diamanter. Dessa splitter blir oregelbundna till formen och har ofta sprickor och inbyggda spänningar som försämrar deras hållfasthet. De syntetiska diamanterna är däremot oberoende av sin storlek vuxna till sin rätta morfologiska form och har därför mindre inbyggda spänningar.

Marknadsföring

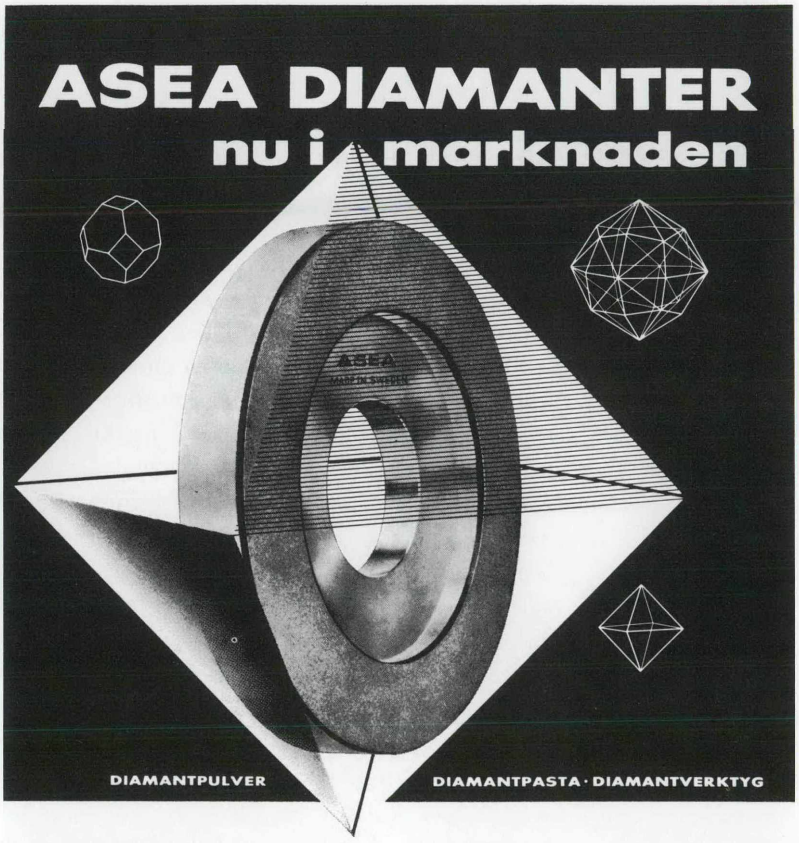
Svårigheterna att bygga upp en marknad med en ny produkt var från början klart underskattade. Första försöken att sälja diamanterna gjordes via ASEA's försäljare världen över men med nästan ingen framgång alls. ASEA var ett helt okänt namn i denna nya bransch och dessutom var produkten oprövad. (Bild 7) För att få en säljkanal köpte därför ASEA diamantdelen av Crealius AB, ett företag ägt av Atlas Copco. Genom köpet tillkom inte blott en marknadsorganisation utan även ett omfattande register av diamantprodukter främst slipskivor.

Trots nya säljkanaler kvarstod svårigheterna att sälja diamanter inte minst genom de restriktioner patentläget förorsakade. USA blev den viktigaste marknaden och där då i stor konkurrens med GE.

Köpet av Crealius diamantdel, där ju också produkter ingick, började få vissa negativa konsekvenser. Kunderna, som ju själva var produkttillverkare, ville inte fortsätta att gynna en konkurrent. Diamantförsäljningen gick ned. I det läget togs beslutet att ännu hårdare satsa på produkter och använda de egna diamanterna för dessa.

Diamantprodukter

En ny organisation byggdes upp för att utveckla de nya produkterna. Det know-how Crealius tillfört var begränsat. Ett systematiskt utvecklingsarbete över nya bindemedel, tillverkningsmetoder och inte minst provmetoder resulterade i en hel serie nya produkter för slipskivor, tandläkarborrar, polermedel och verktyg för bearbetning av betong. Diamant är det hårdaste av alla kända material och lämpar sig



Redan 1953 lyckades en forskargrupp vid ASEA framställa diamanter – något, som dittills ingen lyckats med.
Diamanter tillverkas nu i industriell skala vid ASEAs fabrik i Robertsfors, beläget mellan Umeå och Skellefteå.

Vid extremt höga tryck och temperaturer långt över tusen grader omvandlas vanlig mjuk grafit till det hårdaste ämne naturen känner – diamant.

Diamantens enastående hårdhet utnyttjas inom industrin för bearbetning av andra hårda material såsom sten, betong, glas, härdat stål, hårdmetall och keramiska ämnen.

Vid ASEAs välutrustade laboratorier arbetar vi nu intensivt för att finna nya användningsområden för diamanter och för att kunna förse våra kunder med allt bättre diamantprodukter. ASEA kommer successivt att introducera alla förekommande typer av diamantprodukter för användning inom verkstads-, sten- och byggnadsindustrierna.
Redan nu marknadsföres diamanter i mesh- och mystorlekar, diamantpasta samt fenoplastbundna slipskivor.

QUINTUS är inregistrerat varumärke för ASEAs syntetiska diamanter.

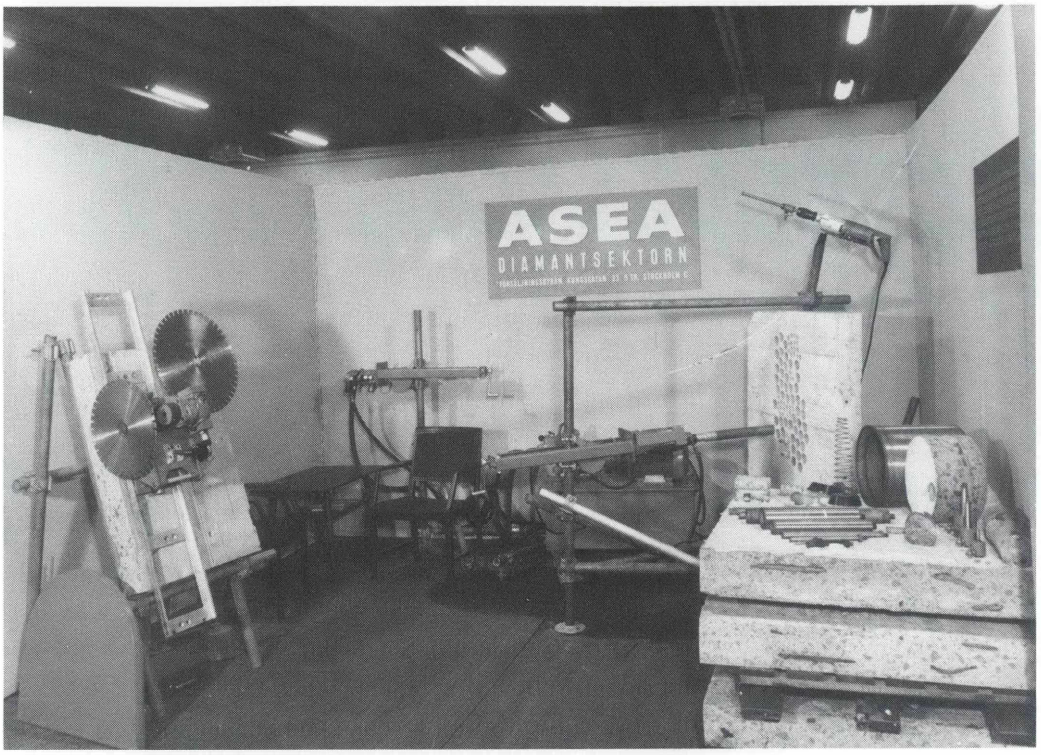
ASEA DIAMANTPRODUKTER

Tillverkning: ASEA, Diamantsektorn
ROBERTSFORS

Försäljning: ASEA, Diamantsektorn
Kungsgatan 33, STOCKHOLM 1, tel. 20 09 83, 10 19 12

7. Reklamblad från 1964.

därför synnerligen väl för att bearbeta andra hårda material. Diamant är säkert cirka tusen gånger hårdare än betong. Ändå hade ingen utvecklat metoder för bearbetning av betong med diamantverktyg. Vid håltagning och annan bearbetning användes uteslutande bilning en metod med nästan uteslutande nackdelar. Den var bullrande, dammande och spräckte sönder betongen långt utanför det bearbetade området och medgav ingen som helst precision. En serie utrustningar och verktyg för sågning och borrning i betong utvecklades och utpro-



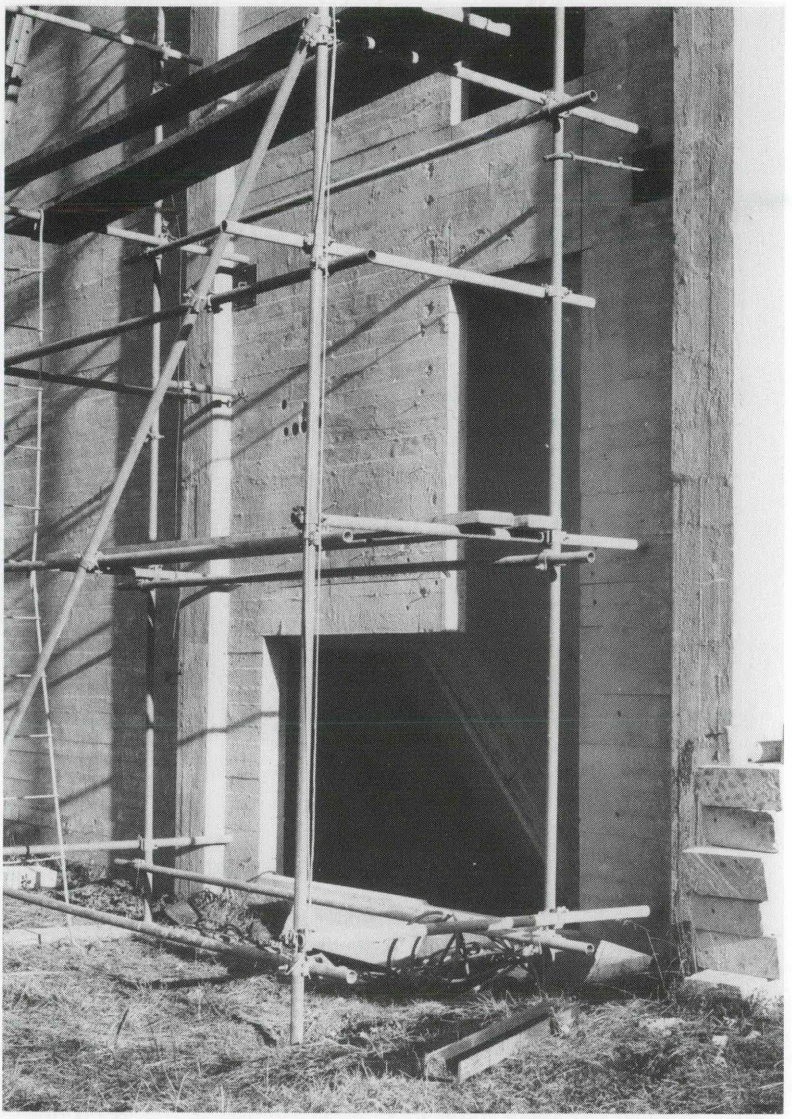
8. Diamantverktyg för bearbetning av betong.

vades. (Bild 8.) Fabriksområdet i Robertsfors med den gamla sulfatfabriken gav rikliga tillfällen till praktiska prov. (Bild 9.) De metoder som togs fram visade att det var ungefär lika lätt att borra och såga i betong som att med vanliga metoder borra och såga i hårt trä. Armeringsjärn utgjorde heller inga hinder. Enda nackdelen var att verktygen måste kylas med vatten för att hålla nere temperaturen.

Den nya tekniken borde snabbt förändra metoderna för att bygga med betong. I stället för dyrbar formsättning för hål och öppningar kunde dessa lätt tagas upp efteråt. Introduktionen blev även här långsammare och svårare än tänkt. Byggbranschen var konservativ och nya metoder accepterades inte utan vidare. I dag är dock diamantverktyg standard även här.

Diamantslipskivor är av två grundtyper – de plastbundna och de metallbundna. de vanligaste är de plastbundna där diamantkornen fästes i ett bindemedel av någon lämplig plast. Denna skivtyp användes inom verkstadsindustrien främst för slipning av hårdmetallverktyg. De metallbundna skivorna används för slipning av keramiska material. (Bild 10.)

Sveriges ledande ställning som tillverkare av hårdmetallverktyg (Sandvik och Fagersta) och den därmed stora efterfrågan på plast-



9. Diamant skär lika lätt i betong som en såg i trä. Bilden visar uppsågning av en betongsilo.

bundna diamantverktyg gjorde dessa extra intressanta ur utvecklingssynpunkt. Bland annat studerades ingående hur diamantkornen fäste vid och bands av plastmaterialet. Det visade sig att slitaget nästan uteslutande berodde på att diamantkornet lossnade och försvann eller att det sprack och att fragmenten därefter lossnade. Dåtidens teknik för dessa skivor var således mycket ineffektiv och den naturliga utvecklingsvägen blev att finna ett bättre sätt att binda diamanten till bindemedlet.



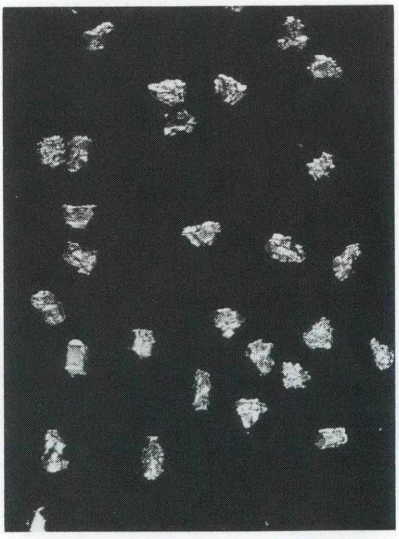
10. Såväl plast- som metallbundna slipskivor av ASEA's tillverkning. Sålda under varunamnet OUINTUS. Bilden från 1964.

Nicodur

Diamant är inte enbart hårt, det är också kemiskt inert och angrips inte av kemikalier. detta är orsaken till att plaster och andra bindemedel inte fäster. I stället för diamantens överlägsna egenskaper blir det bindemedlets styrka som avgör verktygets prestation. Olika metoder provades för att förbättra bindningen. En av dessa visade sig bli särskilt viktig nämligen att omge diamanten med en tunn hinna av nickel. Slipprov med sådana diamanter visade sig markant öka slipskivans livslängd. Ett systematiskt utvecklingsarbete klarlade att den gynnsamma effekten endast ernås om metallhöljets tjocklek ligger mellan 5 och 20 tusendels millimeter.

En slipskivas effektivitet mäts i GR (Grinding Ratio) som är förhållandet mellan avverkad volym material till förlorad volym slipskiva.

Prov med de metallbelagda diamanterna visade att GR i samtliga fall blev minst det dubbla mot tidigare – i många fall t o m större.



11. NICODUR. Diamanter belagda med en 10 μm tjock nickelhinna.

Metallhöljet bildade ett mekaniskt skal runt diamanten och gav ett väsentligt bättre fäste till bindemedlet. Dessutom ökade diamantens volym, vilket gav mindre påkänning i bindemedlet för samma sliptryck och därmed ökad livslängd. Metallhöljet höll också kvar eventuella splittrade diamanter bättre än den rena plasten. detta är några av orsakerna till de förbättrade resultaten.

Den nya uppfinningen döptes till NICODUR. "NIC" efter nickel och "DUR" av det latinska ordet för hård. (Bild 11.) Den patentsöktes i alla väsentliga länder och offentliggjordes så snart patentsökningarna var inlämnade (Lindström-Lundblad Svenskt Pat Nr 306 271 och 312 098). Resultaten bekräftades snart världen över och efterfrågan på de nya belagda diamanterna ökade snabbt. Samtidigt blev konkurrenterna, inte minst GE, tagna på sängen. En stor del av deras diamanter gick till produktion av plastbundna skivor och plötsligt befann de sig i ungefär samma läge som ASEA dvs risken för patentintrång och för efterföljande skadestånd var stor.

Scandiamant AB

ASEA's situation var nu med en gång mycket bättre och dess verksamhet inom diamantområdet måste tagas på allvar av alla konkurrenter.

Helt dominerande inom diamantområdet är De Beers i Syd Afrika. De äger och kontrollerar då som nu alla naturliga diamanter i hela världen.

De Beers satsade själva på att utveckla syntetiska diamanter när det blivit bekant att sådana kunde göras. Även för dem var GE's patent ett hot och situationen blev inte bättre, när NICODUR-ansökningarna blev bekanta. Då kom även deras naturliga diamanter in i bilden.

En patentstrid mellan stora rika koncerner leder oftast till någon form av förlikning.

Efter många turer och kontakter parterna emellan blev slutet att De Beers tecknade ett licensavtal med GE med rätt att utnyttja alla deras patent inom diamantområdet.

ASEA och De Beers bildade ett hälftenägt bolag, Scandiamant AB, som övertog Diamantsektorn och all verksamhet i Robertsfors. De Beers erhöll därvidlag rätt till ASEA's patent på diamantområdet inklusive NICODUR-ansökningen. Ett separat avtal mellan Scandiamant och GE gav också dem rätt till NICODUR. Scandiamant fick via uppgörelsen med De Beers en sublicens på utnyttjandet av även GE's patent.

Slutet gott – allting gott. I och med de nya uppgörelserna var hotet mot ASEA's diamanter borta. Patenten på NICODUR säkrades i alla väsentliga industriländer efter mer än tio års intensiva insatser världen över.

I och med bildandet av Scandiamant AB 1965 var ASEA's operativa roll i diamantprojektet slut. Författaren blev VD för det nya företaget

och hälften av styrelsen kom från ASEA med tunga namn som Curt Nicolin i spetsen. Relationerna med ASEA var mycket goda och förblev så till 1975 då ASEA helt lämnade företaget.

Scandiamant AB har fortfarande kvar sin verksamhet i Robertsfors men nu helt i utländsk ägo.

ASEA's aktiva insatser för utvecklingen av diamanter fick ett långdraget men mycket spännande förlopp. Tiden för de första trevande försöken 1942 till den första lyckade syntesen 1953 och därefter ytterligare tio år till produktionsstart och ytterligare tio år till marknadsdominans kan synas lång men är ej ovanlig för kvalificerade industriprodukter.

Pengar, tålamod och en stark tilltro till produkten ger på sikt normalt utdelning – i detta fall en mycket god sådan.

When the first diamonds were made in 1953, ASEA decided to develop the process for commercial production.

Summary

Extensive work was carried out between the years 1953 and 1963 in order to establish the limits for the synthesis of, and also for the designing of more suitable high pressure apparatus for production than the previous used sphere (Erik Lundblad: Dædalus 1988 pp 60–75).

In 1955 GE and ASEA announced that they had succesfully made diamonds synthetically. Neither of them, however, described how the diamonds were made except that high pressures and temperatures were used. No details were given. When, in 1960, patents were published it turned out that ASEA had applied for high pressure apparatuses only, wereas GE had applied both for pressure and temperature ranges, solvents and for apparatuses. In ASEA's view most of this was prior art known already in the litterature. In spite of this GE's applications were granted in most countries.

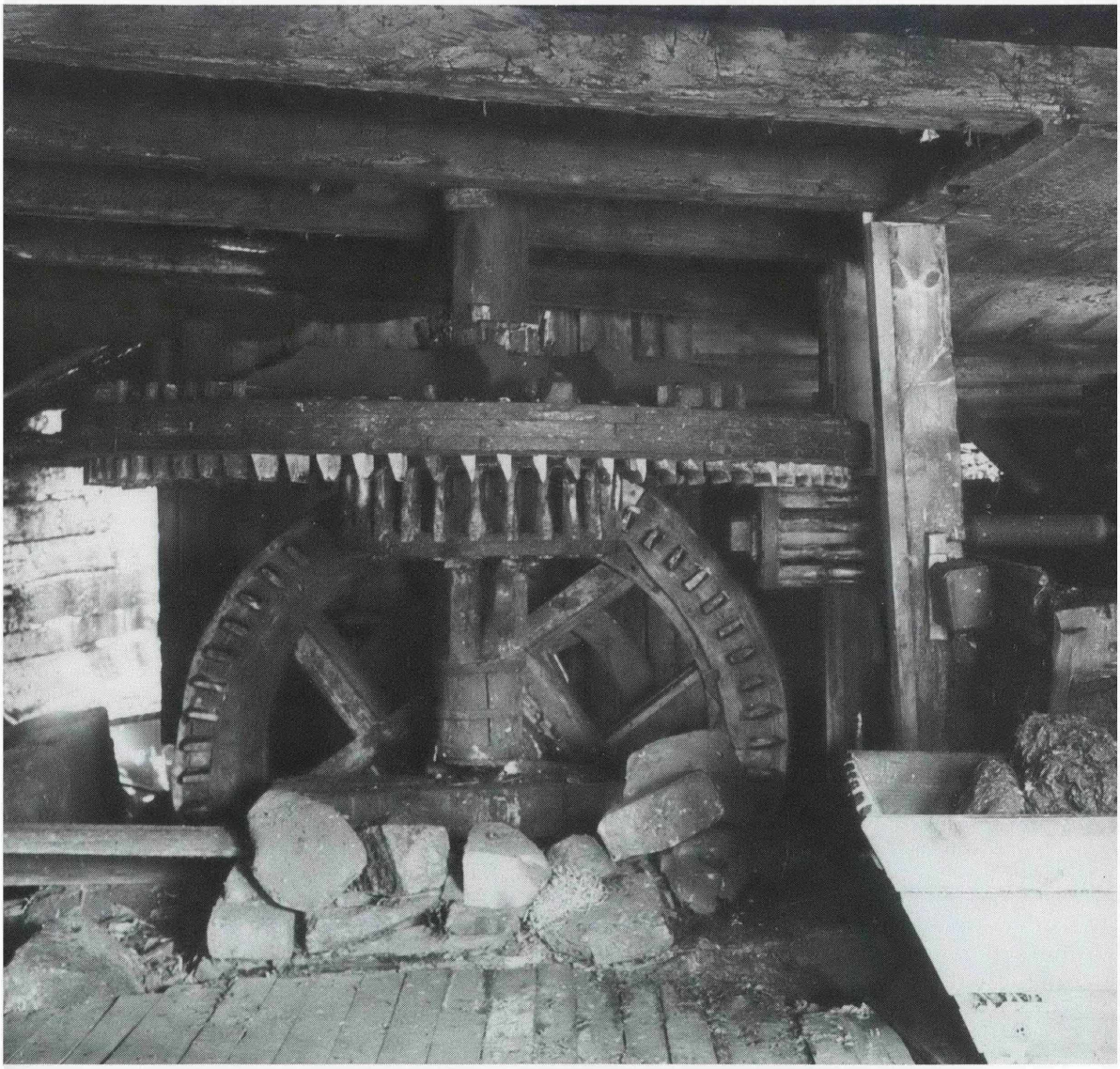
ASEA built up production facilities in Robertsfors and organized the marketing of the produced diamonds primarily in Sweden and in the USA. ASEA also started developing and producing diamond products. They pioneered in the development of a complete line of tools for drilling and sawing in concrete.

After looking into the properties of resin bonded grinding wheels a new invention was made which at least doubbled the efficiency of these wheels. Each separate diamond was first coated in a thin layer of nickel. These coated diamonds, NICODUR, were patented worldwide.

Production in Robertsfors, 1963–1965, is described and a recipe is given for a typical diamond synthesis. In 1965 ASEA merged its diamond operation with De Beers of South Africa, a company, which beside their natural diamonds, had also become engaged in synthetics. A new company, Scandiamant AB, jointly owned by ASEA and De Beers, was founded. A licence agreement was signed with GE involving all patents.

ASEA left Scandiament AB in 1975. The company, now wholly owned by De Beers, still operates at Robertsfors very successfully.

Teknikhistoria



Valshjulet i Ösjöfors handpappersbruk. Foto Torsten Althin 1926, TM.