

TERMITSVEJSNING OG TERMITFREMSTILLING.

Foredrag af Afdelingsingeniør G. R. Christophersen,
Københavns Sporveje.

Ordet »Thermit» er i Danmark indregistreret som Varemærke for en Række af Essener Firmaet »Th. Goldschmidts metallurgiske Produkter». Det benyttes imidlertid paa dansk og paa fremmede Sprog som almindelig teknisk Betegnelse for Blandinger af Aluminium og Metaloxyster, som benyttes til Svejsning, Metalfremstilling eller Opvarmning. I denne Betydning tillader jeg mig i det følgende at bruge Ordet, altsaa uafhængigt af, hvem der er Fabrikanten.

Som Overgang til Beretning om Termitsvejsning ved K. S. vil det være rigtigst at opfriske et Par Punkter i Termitsvejsningens Historie:

1899 foreslog Kemikeren Dr. Hans Goldschmidt, som allerede i flere Aar havde arbejdet med aluminotermisk Metalfremstilling, paa en Sporvejskongres i Elberfeld at anvende Termit til Svejsning af Sporvejskinner, og angiver i Hovedtrækkene Fremgangsmaaden. *Hans Goldschmidts* Navn vil blive staaende som Ideens Fader.

Slet saa let som Goldschmidt havde forestillet sig det, var Sagen nu dog ikke; de første Resultater var ikke gode, først ved mange Aars intimt Samarbejde mellem Kemikere og Sporvejsteknikere, hvoriblandt først og fremmest maa nævnes *Felix Lange*, tidligere Direktør for Essens Sporveje, blev Termitsvejsning til det, den nu er, anerkendt som den tilforladeligste Maade at samle to Skinner paa.

Th. Goldschmidt oprettede Datterselskaber i mange af de større Lande; her i Norden har saaledes det engelske »Thermit limited» haft Betydning som Formidler med det tyske Firma under Verdenskrigen.

I 1919 udskilte Hovedfirmaet i Essen, som fremstillede Termitten, hele den Del af Virksomheden, som omfatter Salget og Udførelsen af Svejsninger, som et særligt Firma Elektro-Thermit i Berlin.

Opfinderen Hans Goldschmidt kom uoverens med Hovedfirmaet og oprettede 1921 et nyt Svejsfirma i skarp Konkurrence med Elektro-Thermit. 1923 gik Hans Goldschmidt i Kompagni med Ingwer Bloch, men døde faa Maaneder senere.

Allerede 1901 svejsedes de første Termitstød i København, men først 1910 svejsedes en hel Strækning i Østeralle og fra 1913 regnes Termit-svejsning som Selvfølgelighed for nyt Spor paa lige Strækning, fra 1914 ogsaa ved Frederiksberg Sporvejselskab. Ogsaa de øvrige danske Sporveje, N. E. S. A., Aarhus, Odense svejser med Termit.

I det sidste Tiaar er i København svejst ca. 1 700 Stød om Aaret.

Langt senere end de elektriske Sporveje er Jernbanerne kommet med. Danske Statsbaner svejser 15 m lange Skinner 2 og 2 sammen til saakaldte Langskinner. Siden 1930 er svejst ca. 19 000 Stød.

Ved Verdenskrigens Udbrud stod man i Danmark overfor Muligheden af, at Tilførslen af Materialer fra Tyskland kunde standse, og saa uundværlig var Termitten allerede blevet for K.S., at skønt man i August 1914 ikke tænkte sig Muligheden af, at Krigen skulde vare i flere Aar, gik man dog straks igang med Forsøg paa selv at fremstille det mystiske graa Pulver; allerede den 12. August afbrændtes den første Forsøgsportion. Rapporten siger, at den brændte som en Harpiksfakkell, og nærmere Undersøgelse viste, at de anvendte Hammer-skæl, der var fejlet op paa et Smediegulv, hovedsagelig bestod af Kulstumper.

Man arbejdede imidlertid — trods velvillige Advarsler fra Essen — trostigt videre, skaffede sig renere Materialer og eksperimenterede med Granulering af Aluminium.

Den frygtede Afspærring af Tilførslerne blev imidlertid ikke til noget. Sporvejene savnede ikke Termit under Krigen. 1917 svejsedes en længere Strækning med egen Termit, en Del af Stødene maatte i Aarenes Løb udveksles, men Størstedelen ligger endnu — med nuværende Viden om Termitten kunde man fristes til at sige mærkeligt nok — og Strækningen vil næste Aar blive udvekslet paa Grund af Slid. Interessen for Termitfremstillingen ebbede ud efter Krigens Slutning. Man havde imidlertid indset, at ligesom de tyske Kemikere ved Aarhundredets Begyndelse savnede Sporteknikernes Hjælp, saaledes havde de danske Sporvejsingeniører savnet kemisk og særlig metallurgisk Indsigt, der ikke er almindelig i vort flæskeproducerende Land.

I den følgende Periode ca. 1920—32, hvor Sporvejene i stadig stigende Grad fremstiller sit Materiel selv, lagde vi os efterhaanden efter ogsaa selv at kunne udføre Materialprøver. Sporvejene raader saaledes nu over Trækprøvemaskine, Brinellpresse, Varighedsslagværk og en primitiv metalmikroskopisk Installation, og Teknikerne har vænnet sig til at gøre praktisk Brug af Undersøgelsesmetoder, der tidligere blev betragtet som Videnskab.

I 1932, da Pengekrise og Arbejdsløshed gjorde det ønskeligt saa vidt muligt at gøre sig uafhængig af Udenlandsleverancer, mente K. S. sig stærk nok til at genoptage Svejseforsøgene. Inden jeg gaar ind paa disse Forsøg, vil jeg sige et Par Ord om selve Termitten:

Termit er en Blanding af pulverformet Aluminium og Jernoxyd, som, naar den antændes paa eet Punkt, brænder gennem hele Massen under saa stor Varmeudvikling, at hele Massen smelter og overhedes stærkt. Under Reaktionen oxyderer Aluminiumen sig paa Jernets Bekostning og danner en Slagge Al_2O_3 , medens Jernet bliver fri. Reaktionen sker i en ildfast Digel, hvis Indhold derefter tappes ned i en Sandform om-

kring Skinnestødet. Jernet danner en støbt Laske om Fod og Krop, og Slaggen opvarmer Skinnehovedet til Svejsevarme. Med et kraftigt Klemmeapparat trykkes Skinnerne sammen, hvorved Skinnehovederne svejses sammen. Svejsningen udnytter saaledes saavel Termitjernet som Slaggen og Varmen.

Til Forstaaelse af selve Termitprocessen kan det være en Hjælp at kaste et Blik paa det viste Diagram Fig. 1: Punkterne paa den vandrette Linie fremstiller alle mulige Blandingsforhold af Aluminium og Jernoxyd. Diagrammet maa dog opfattes rent skematisk, idet Termitreaktionen kun kan foregaa med Blandinger i Nærheden af den ækvivalente.

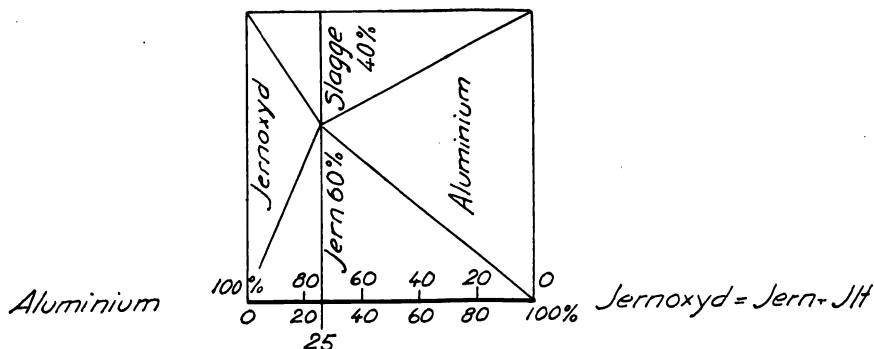


Fig. 1.

1) Blander vi disse Stoffer i rigtigt d. v. s. ækvivalent Vægtforhold og brænder Blandingen af, vil al Aluminium fuldstændig forsvinde, idet det oxyderes til en Slagge sammensat som Korund. Alt Jernoxyd spaltes og det rene Jern bliver frit, vi faar som Resultat f. Eks. 40 % af en rødbrun Slagge og 60 % Jern, saaledes som afsat paa den lodrette Linie paa Fig. 1.

2) Havde der været for lidt Aluminium, vilde som før Aluminiumen forsvinde, men i Slaggen, som bliver mørktfarvet, findes nu noget Jernoxyd, svarende til Underskuddet af Aluminium, og Jernmængden bliver mindre end før.

3) Havde der derimod været for meget Aluminium, vilde Overskuddet af Aluminium legere sig med det udskilte Jern som en skadelig Forurening. Slaggen vil blive hvidlig, og Mængden noget ringere end i første Tilfælde.

Jernoxyd har imidlertid varierende Sammensætning, hvortil svarer ækvivalente Blandinger liggende inden for de paa Fig. 2 viste Diagrammer; Linien for Jernudskillelse kan derfor ligge forskelligt indenfor det mørke Felt.

Hvorledes Varmeudviklingen svarende hertil varierer, ses af Diagram Fig. 2.

Jernoxyd haves heller ikke som et absolut rent Stof, men indeholder

andre Oxyder, som kan reagere med. Endvidere tilsætter man Termitten Stoffe, som forvandler det bløde Termitjern til Staal, Stoffe, som indeholder Kulstof, Mangan og Silicium, der delvis ogsaa reagerer med, og endelig gaar Processen i Staa, lidt før den nøjagtige kemiske Lige-

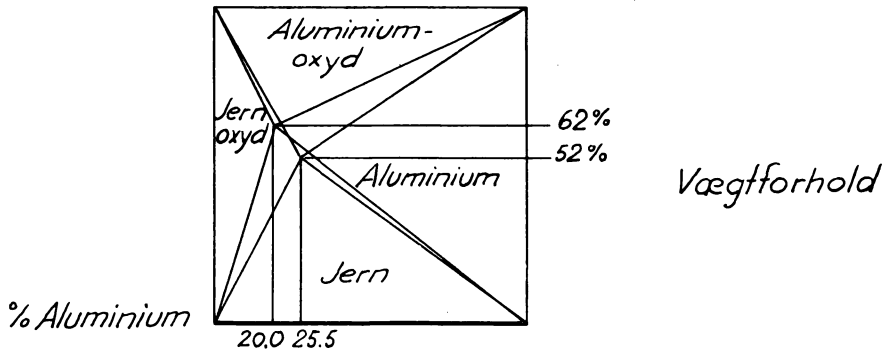


Fig. 2.

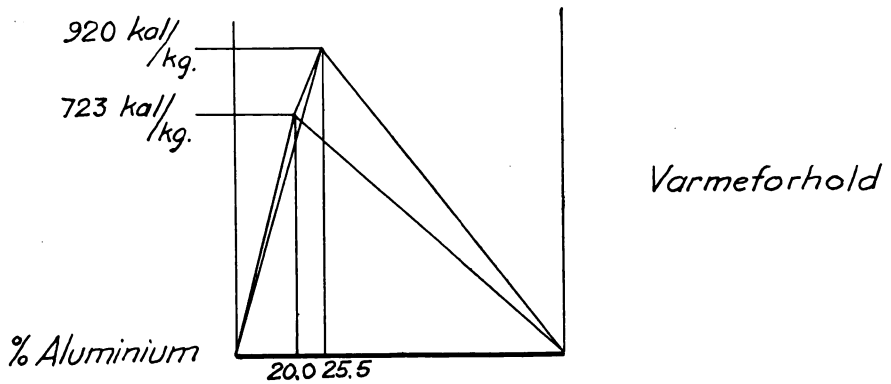


Fig. 3.

vægt er opnaet, Forhold, som alle maa tages i Betragtning ved Sammensætning af Termitten.

Forsøgsrækkens Gang har været den, at man med alle til Raadighed staaende Midler har undersøgt de tre Komponenter Jern, Slagge og Varme for en Række forskellige Termitblandinger. Her har særlig for Jernet Mikrostruktur og Haardhed og for Varmen Kalorimetermaalinger været af Betydning. Resultaterne kontrolleredes ved kemiske Analyser, som dog ikke er udført af Sporvejene, kemisk Laboratorium har vi ikke. Ad denne Vej er det lykkedes at fremstille et rent og passende haardt Termitjern.

Af største Betydning er det, at de anvendte Materialer er rene, sær-

lig Omhu kræver Hammerskællene. Goldschmidt Essen bruger, saa vidt vides, Valseskæl, der renses og oxyderes ved Glødning med Luftoverskud. Goldschmidt-Bloch kunde af patentretslige Grunde oprindeligt ikke bruge denne Fremgangsmaade, men har i Praksis vist, at Oxyderingen ikke er nødvendig. Sporvejenes Forsøg tyder paa, at Jernoxyd af hvilkensomhelst Oxydationsgrad kan bruges. Jo lavere Oxydationsgraden er, desto mindre Aluminium skal bruges, og desto mere Termitjern og mindre Varme faar man ud af 1 kg Termit, men disse Variationer er man i Stand til at udligne paa Portionsvægten og ved en afpasset Tilsætning af Jernskraa.

Sporvejene benytter som Jernoxyd Hammerskæl fra en dansk Industrivirksomhed, som kun fremstiller eet eneste Produkt i Massefabrikation og derfor arbejder med et aldeles ensartet Jern, som altid glødes paa samme Maade. Ved at drage Omsorg for, at Hammerskællene ikke blandes med Olie og Smuds ved Maskinerne, faas et saa rent Raa-materiale, at Rensning ved Glødning har kunnet undgaas; Oxydations-trinnet er lavt, Sporvejenes Termitportioner vejer derfor mere end tilsvarende fra Essen, Reaktionstemperaturen maa ligge noget lavere, men den udviklede Varmemængde er den samme.

Reaktionsforløbet og det færdige Støds Udseende kan for Øjet ikke skelnes fra Stød svejst med tysk Termit.

Det afgørende Bevis for, at Svejsningerne er gode, kan selvfølgelig kun Tiden give; af Forsøgsstødene, der alle er svejst i Aar, har kun 4 ligget i 2 Liniers Drift i $\frac{3}{4}$ Aar, ca. 80 i 3 Liniers Drift ved den nye Knippelsbro i ca. $\frac{1}{2}$ Aar, ca. 40 ligger i lidet trafikeret Spor (Mimersgade-Frederiksborgvej) og ca. 120 er nylig taget i Drift (Nørrevold). Der kan derfor heraf ikke slutes ret meget, men den Omstændighed, at der ikke i noget Stød har vist sig Fejl af nogen Art giver dog godt Haab for Fremtiden.

Inden jeg slutter disse faa Ord om Svejsning af Skinnestød, maa jeg nævne, at Sporvejene siden 1929 har fremstillet en halv Snes Rudekrydsninger, hvor selve Knudepunkterne er svejst med Termit efter Elektro-Thermits Metode og med dette Firmas Termit. Man faar ved denne Konstruktion et ligesaa monolitisk Hjertestykke som de støbte, og ved at bruge »Verbundstahl»-Skinner opnaar man stor Slidfasthed uden de fra Manganstaalskrydsningerne kendte Ulemper. Metoden trænges imidlertid i de sidste Aar haardt af de elektrisk svejste Hjertestykker, som omtaltes i et tidligere Foredrag; der er derfor f. T. Tendens til at foretrække dem for de termitsvejste.

Som Resultat af de Erfaringer, vi har høstet under Arbejdet med aluminotermisk Svejsning kan fastslaas, at vel er Termit-Portionernes S sammensætning af største Betydning, men en meget stor Rolle spiller ogsaa den Maade, hvorpaa Arbejdet udføres; saavel ved Forarbejderne som under selve Svejsningen maa anvendes den største Omhu. Sprængte eller revnede Termitstød er et ikke ukendt Fænomen, men hvor saa-

danne Fejl forekommer, kan »Diagnosen» sædvanligvis meget let stilles: utilstrækkelig Forvarmning, vaade Forme, mangelfuld Rensning af Skinneender, for ringe Stukning med Klemmeapparat o. 1. Men med en Stab af veluddannede Arbejdere og et omhyggeligt Tilsyn med Sporarbejdet kan Fejlene ogsaa meget vel undgaas, saaledes som det har vist sig ved Københavns Sporveje, hvor saadanne Fejl i en Aarrække praktisk talt ikke er forekommet.
