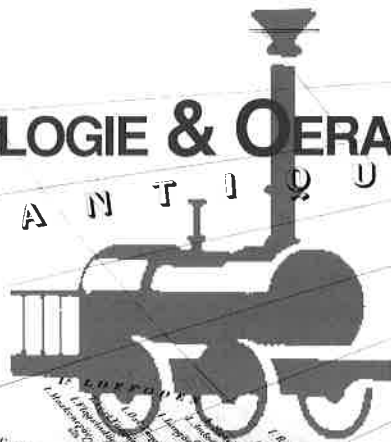


BRITSE TECHNOLOGIE & OERAALSE MIJNBOUW



**ijzer
houtschool**

STOCKHOLM

SANKT-PETERSBURG

ijzer

MOSCOU

KIEV

ALBA

KAZAN

OSTIE DE KASAN

NIZHNY TA

**koper
ijzer**

PERM

EKATERIN

CHARKOV

EKATERINOSLAV

NIKOPOI

ROSTOV

OUFA

TSCHELJABIN

**ijzer
steenkol**

houtschool

ORENBURG

EN IJZERPRODUKTIE VAN DE 19E EEUW (1)



S.V. USTIANTSEV
E.V. LOGUNOV

In de eerste helft van de 18e eeuw groeide Rusland, die tot dan toe ijzer vanuit het buitenland moest importeren, uit tot een groot producent van dit metaal. Sindsdien, en tot op de dag van vandaag voorziet de nationale metallurgie in alle behoeften van gietijzer en staal.

Het is algemeen aanvaard dat de belangrijkste technologie voor de produktie van ferrometalen -d.i. het aanmaken van gietijzer in hoogovens en daaropvolgende verdere bewerking tot ijzer of staal in speciale ovens - reeds in de 17e eeuw in Rusland is ontstaan met medewerking van specialisten uit West-Europa.

INLEIDING

Een reeks studies over de geschiedenis van de Russische industrie hebben min of meer gedetailleerd de activiteiten van ondernemers en metallurgisten uit Nederland, Engeland, Zweden en Duitsland geïnterpreteerd, aan wie de oprichting van de eerste hoogovens en affineerderijen te danken is.

Hoewel de initiële verspreiding van de hoogoven-technologie in Rusland vanuit West-Europa een vaststaand feit is, zijn de daaruitvolgende effecten van de buitenlandse technologie op de ontwikkeling van de Russische metaalproduktie in de 18e-19e eeuw aan de Sovjethistorici voorbijgegaan, om redenen die niets met wetenschap te maken hebben.

Het ondoordringbaar ijzeren gordijn dat de Sovjet-unie van de rest van de wereld isoleerde, maakte diens eigen ideologische basis noodzakelijk, met inbegrip van argumenten voor de mogelijkheid van een onafhankelijke wetenschappelijke en technische groei in een geïsoleerd land. Vrijwillig of niet, de geleerden waren gedwongen zich toe te spitsen op de uitvindingen en ontdekkingen gedaan door de eigen wetenschappers, uitvinders, ingenieurs.

Zeker is, dat het in de geschriften van Russische geleerden niet aan activiteiten van buitenlandse specialisten in het 18e-19e eeuwse Rusland ontbreekt. De buitenlandse inbreng in de introductie van tal van metallurgische technologieën in de Russische bedrijven is benaderd in monografieën en artikels van *D.A. Kashintsev*, *V.S. Virginsky*, *S.G. Strumilin*, *V.K. Yatsunsky*.

Deze lijst is voor ruime uitbreiding vatbaar. Nochtans werden meer de fragmentarische feiten zoals het 'lenen' van deze of gene technologie, eerder dan het systeem achter de overdracht van buitenlandse technologie in al deze werken bestudeerd. En zeker ondernam niemand een poging het totaal impact van de buitenlandse technologische assistentie op de ontwikkeling van de Russische metaalbedrijven te identificeren. Een diepgaande studie over de technologische interactie van de Russische industrieën en de landen van het Westen staat pas in zijn kinderschoenen.

Fragment kaart van het Russische Rijk anno 1863 (*Dufour* en *Dyonnet*, Parijs) met aanduiding van de ijzerwinnings- en verwerkingsgebieden : *Moskou-Tula*, *Kharkov-Jekaterinoslav* (ijzer & steenkool 19e-20e eeuw) en *Ekaterinburg-Nizhy Tagil-Orenburg* (ijzer & houtskool, 18e-20e eeuw).

(verzameling MIAT, Gent)

Onderhavige survey heeft dan ook niet de ambitie (en kan dat ook niet) het complexe geheel van vragen betreffende de problemen van de technische interactie vanuit verschillende landen op te lossen. De auteurs hebben zich de minder pretentieuze taak opgelegd zich te concentreren op de geschiedenis, vormen en methodes van de verspreiding van de Britse metallurgische technologieën in Rusland en het Oeralgebied in de 19e eeuw.

De keuze van het donorland van de technologie en de chronologische grenzen van deze studie vloeien voort uit twee evidente redenen.

Ten eerste was het de Britse metallurgie die in de 19e eeuw domineerde en de hoofdlijnen in de ontwikkeling van de metaalproductie bepaalde, niet alleen in Rusland, maar in de gehele wereld.

Ten tweede maakte de industriële revolutie die in het 19e eeuwse Rusland begon, met de daaropvolgende technische reconstructie, de Russische bedrijven uiterst vatbaar voor buitenlandse ervaringen.

De analyse der auteurs is gebaseerd op geschreven bronnen, al dan niet gepubliceerd. Tussen dit alles is het materiaal van de Russische *'Gorny Zhurnal'* (Mijnbouw-tijdschrift) zonder onderbreking gepubliceerd van 1825 tot 1917, van buitengewoon belang. Dit volledig technisch periodiek was vooral bedoeld de Russische mijn ingenieur te informeren over de nieuwste, meestal buitenlandse, verwezenlijkingen in mijnbouw en metallurgie. Alle publikaties in het tijdschrift kunnen in twee groepen worden onderverdeeld :

1. beschrijving van mijnen, bedrijven, individuele ateliers en technologieën, die door Russische geleerden werden bestudeerd in een of ander land. De auteurs van deze artikels benadrukten elke trend in de buitenlandse ervaringen die voor de Russische industrie van nut kon zijn.

2. vertalingen van artikels uit buitenlandse technische tijdschriften. De vertalers waren zelf mijn ingenieurs en meestal bevatte hun vertaling dan ook hun commentaar op de tekst.

De waaier aan onderwerpen behandeld in het *'Gorny Zhurnal'* mag hier speciaal benadrukt worden. Men liet zich in met de vragen over de ontwikkeling der technologieën en organisatie van de productie in buitenlandse en binnenlandse bedrijven, de juridische status van de mijnindustrie in verschillende landen, de opleiding van mijn ingenieurs en technici, het effect van mijnbouw en metallurgie op de omgeving, en zelfs met de metallurgische normen in de landen van de Oude Wereld. Geen land met zelfs maar een beetje metallurgische activiteiten werd door de *'Gorny Zhurnal'* ongemoeid gelaten.

Het materiaal van de *'Gorny Zhurnal'* betreffende de Britse metaalindustrie zal meer gedetailleerd besproken worden in onderhavige studie.

Naast de *'Gorny Zhurnal'*, hebben de auteurs een aantal archiefdocumenten in het Centrale Staatsarchief voor Geschiedenis (Sint-Petersburg) en het Staatsarchief van de Regio van *Sverdlovsk (Ekaterinburg)* geraadpleegd.

Ter conclusie willen de auteurs nog eens wijzen op het feit dat onderhavige kleine survey slechts een stap is naar de diepgaande en uitgebreide studie van de technologische uitwisseling tussen Rusland en West-Europa. Zije hebben slechts enkele van de ontelbare unieke bronnen over het onderwerp aangestipt. Een synthese van een geordende voorstelling van de veelheid aan beschikbaar materiaal kan er maar komen na een omvattende research op lange termijn van vele geleerden zowel uit Rusland als uit de landen van het Westen.

Plaatijzer-hameren in de Nizhne-Tagilsky-smederij, rechtstreeks vanuit vlamovens (1830)

Olieverfschilderij van P.F. KHUDOYAROV.

(verzameling *Nizhne-Tagilsky-Ecomuseum* van het mijnwezen in de Midden-Oeral)

GESCHIEDENIS VAN DE VERSPREIDING VAN BRITSE METALLURGISCHE TECHNOLOGIEËN IN RUSLAND EN HET OERALGEBIED

HET BRITSE TECHNOLOGISCHE IMPACT IN DE 16E TOT 18E EEUW

Er zijn duidelijke aanwijzingen dat het Engelse handelaren en metallurgisten waren die pionierden in de bouw van de eerste hoogovens in Rusland. Reeds in 1567 had Ivan de Verschrikkelijke de Engelsen toelating gegeven in kleine walsen ijzer te produceren uit het erts gevonden nabij de rivier *Vychehda* in *Sol'vychegodsky uezd* (in het noordoosten van Europees Rusland). De eerste pogingen waren een succes, en in 1569 bekwam, met hulp van de Engelse ambassadeur

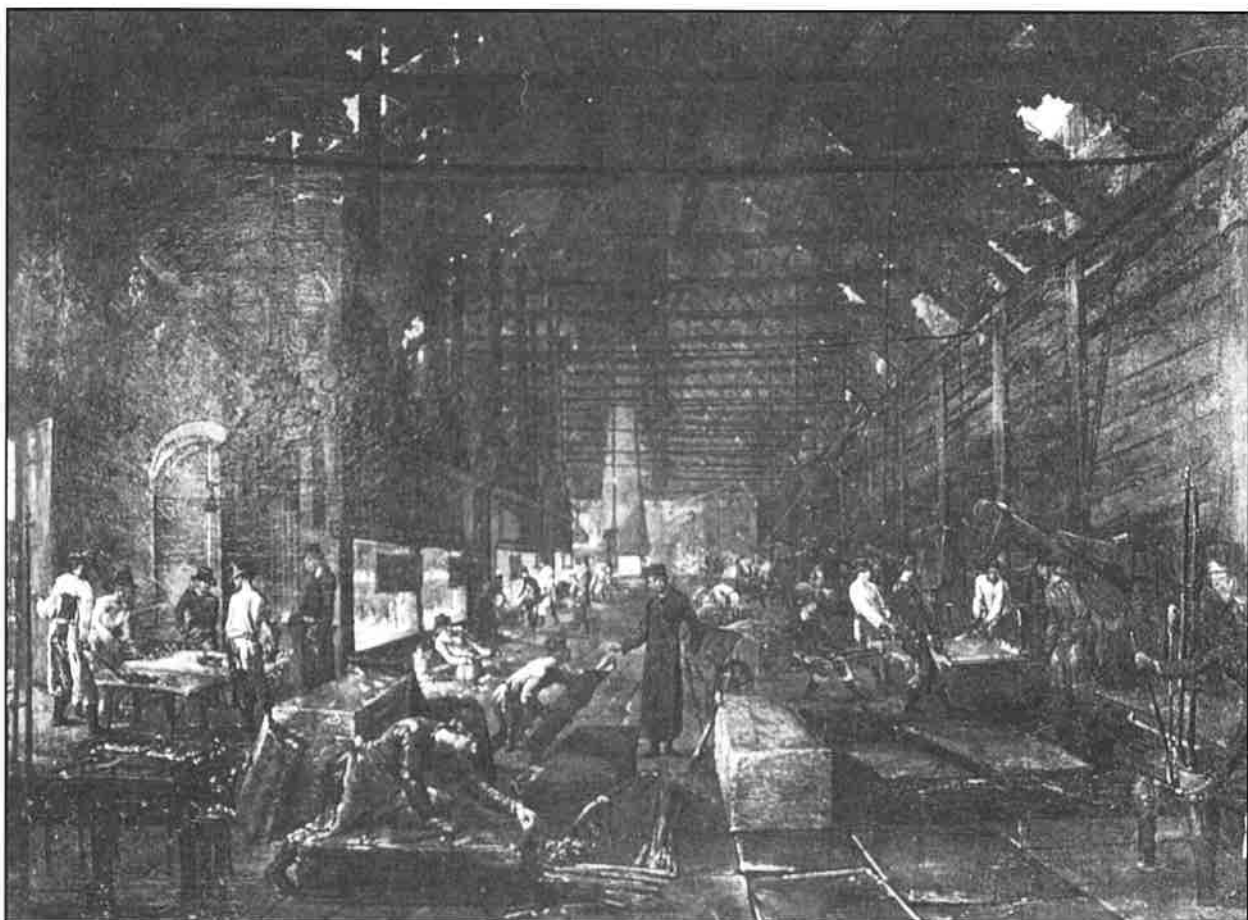
Randolf (2), de Londense handels-gemeenschap van de tsaar het recht grote smeltovens op te richten op de plaats van de kleine walsen. Om de ovens van houtskool te voorzien werd aan de Engelsen een groot stukbosland toegewezen. De ovenmeesters voor dit werk werden in Engeland aangeworven. Deze moesten niet alleen de ovens bouwen en het gietijzer smelten, ze moesten tevens instaan voor de opleiding van de Russische arbeiders.

Alhoewel veelbelovend aan de start, is deze Engelse *venture* niet vervolledigd, waarschijnlijk vooral om politieke redenen. In 1570 waren de relaties tussen Engeland en Rusland vertroebeld, Ivan de Verschrikkelijke verbrak alle aangegane handelsbetrekkingen, en het werd de Engelsen verboden ijzer te winnen noch te smelten.

Na de troebele tijden boden de Engelse ondernemers opnieuw hun diensten aan bij de organisatie van de metaalproductie in Rusland. In 1617 verkreeg de Engelsman

Merrick toestemming om ijzererts en tin te zoeken in een gebied nabij de rivier *Sukhon*. Er zijn eveneens aanwijzingen dat hij in 1624 ergens in Europa specialisten tewerkstelde. Gelijktijdig met *Merrick's* activiteiten, prospecteerden een aantal Engelsen - *Water*, *Gerold* en *Fritch* - naar erts op het territorium van de Oeral zelf. Maar ook deze pogingen mislukten.

De oude rivalen van Engeland, de Nederlanders, waren meer succesvol. Gedurende de jaren 30 en 40 van de 17e eeuw lukte het de handelaars *Andrei Vinius*, *Abraham* en *Yelisei Vilkens*, *Philimon Akama*, samen met *Peter Mars(c?)elis*, een Deen, verschillende min of meer stabiel functionerende ovens te bouwen in de buurt van *Tula*. Dit was dan ook het startpunt van de moderne metaalnijverheid in Rusland. Om de bedrijven te bouwen en te laten werken lieten de Nederlanders vooral landgenoten overkomen. Maar in de jaren 1660 bevonden zich tussen hun werknemers twee Engelsen - vader en zoon, *Thomas*



en *Richard Andrews* (de 'Andreevs' genoemd in de Russische inventarissen)

Op het einde van de 17e eeuw werden 3 Engelse specialisten in Russische dienst aangeworven - *Robert Jarton*, *William Panckerst* en *Christopher Levenfate*. Later, in het begin van de 18e eeuw, speelden deze een belangrijke rol in de constructie van één der eerste bedrijven in de Oeral - *Kamensky*. In 1701 installeerde *Levenfate* er een kanongietterij, terwijl *Jarton* en *Panckerst* er een hoogoven optrokken, 'naar Engelse proporties'. Tot in de tweede helft van de 18e eeuw waren Engelse namen eerder schaars bij het personeel van de Oeralbedrijven. Het grootste gedeelte van de vreemdelingen waren Duitse en Zweedse ingenieurs en werklieden. Nochtans kan de Engelse invloed op de groei van de Russische bedrijven zelfs toen al worden aangevoeld. Het is waard dat die invloed eerder op het marktmechanisme dan op de technologie speelde.

In de 30er en 40er jaren van de 18e eeuw overtrof de productie van de Russische metaalbedrijven - meestal van de Oeral - ver de vraag op de binnenlandse markt. Een zoektocht naar afnemers in het buitenland begon. De Engelse markt bleek de veelbelovendste en met de beste vooruitzichten te zijn. Kwaliteitsvol en in vergelijking goedkoop Russisch ijzer was een echt geschenk voor Engeland dat het smeltproces met cokes en steenkool toen nog niet meester was, en haar bossen al had uitgeput. Om de toegang tot de Engelse markt te vergemakkelijken brachten de Engelsen in de eerste helft van de 18e eeuw zelfs stalen van de gewenste metaalsoorten naar Rusland.

In de tweede helft van de 18e eeuw werd het Engelse technologisch impact op de Russische bedrijven steeds duidelijker. Een verbetering van groot belang was de introductie van blaasbalgen van Engelse makelij: cilindrische blaasmachines. De opkomst van deze technische innovatie in Rusland wordt meestal

geassocieerd met aankomst van een groep Schotse specialisten, geleid door de ingenieur *Gascoyne* in 1786. De eerste blaasmachines van dit geavanceerd type zijn door *Gascoyne* gemonteerd in de staatsgieterij *Alexandrovsky* in *Olonetsky 'okrug'* (district) in 1787-1788. In het Oeralgebied komen zij voor het eerst voor in de 90er jaren van de 18e eeuw.

De volgende feiten wijzen op de hoge efficiëntie bij de aanwending van de nieuwe blaasbalgen. Sinds hun installatie in 1794 verhoogde de dagelijkse productie van de ovens in *Nizhne-Tagilsky* met 8%, de opbrengst van gietijzer uit het erts steeg met 10%. Volgens latere gegevens uit de 19e eeuw lieten de verbeterde balgen zelfs bijna de verdubbeling van de productieschatting toe, naast een besparing van 20% op de brandstof.

De krachtige blaasmachines brachten niet alleen een verhoogde productie van de bestaande hoogovens met zich mee, maar ook de afmetingen en inhoud van de nieuwe hoogovens vergrootten. In de *Goroblagodatsky*-gieterijen nam, onder invloed van het gradueel invoeren van dergelijke cilindrische blaasmachines, gedurende 20 jaar van 1798 tot 1818, de hoogte van de oven toe van 13-16 *arshins* tot 19 *arshins* (1 *arshin* = 28 *inch* = ca. 71 cm), waarbij op zijn beurt ook de productie steeg.

In tegenstelling met het *Olonetsky*-bedrijf, werden de oprichting en installatie van de cilindrische blaasmachines in de Oeraalse bedrijven geleid door Russische specialisten, zonder buitenlandse hulp. In de staatsgieterij *Nizhne-Tagilsky* werden deze werken besteld door de 'prikazchnik' (bedrijfsbestuurder) *P. Morozov* bij de mechanici *P.K. Frolov* en *L.F. Sabakin*.

De innovatie verspreidde zich vlug. Hoewel de eerste cilindrische blaasmachines er slechts rond de overgang van de 18e naar de 19e eeuw werden geïnstalleerd, waren in de Oeral in 1809 reeds ca. 73% van de bedrijven met dergelijke machines uitgerust. In het daaropvolgend decennium raakten uiteindelijk ook de resterende oude blaasbalgen in onbruik.

Er is voldoende bewijs dat de Engelse technologische invloed, hoewel obscuur gedurende de gehele 18e eeuw, zich intensiverde naar het einde van de eeuw toe. Desalniettemin is de piek van dit impact, tzt. de expansie van puddelovens, *Bessemer*-technologie, stoomhamers en walsen van Britse makelij, slechts in de 19e eeuw bereikt.

INTRODUCTIE VAN DE REVERBEER- EN DE PUDELLOVEN

Reverbeer- of vlamovens van verschillende types - puddeling, herverhitting enz. - lieten in de tweede helft van de 18e eeuw de Britse metallurgisten toe de houtskool te vervangen door steenkool. Samen met hoogovensmelting op basis van minerale brandstof die voordien was geassimileerd, elimineerden de reverbeerovens de afhankelijkheid van houtskool in het smeltproces totaal. In de vroege 19e eeuw had de Britse metaalnijverheid daardoor het wereldleiderschap gewonnen in het totale geproduceerd ijzer.

De eerste sporen van reverbeerovens in Rusland, bedoeld voor het hersmelten van gietijzer, gaan terug tot het prille begin van de 19e eeuw. In 1808 werden in de gieterijen van *Sankt-Petersburgsky*, *Kronstadtsky* en *Olonetsky* het gieten van geschut en munitie sterk verbeterd dank zij de assistentie van de mijnbeambte *Armstrong* (een Schot van geboorte).

Een tijdje later, rond 1810, bouwde een ander Engels onderdaan, *Roper*, reverbeerovens voor de productie van gietstukken in de Oeraalse staatsgieterij *Goroblagodatsky*. Een origineel plan van een reverbeeroven van dit bedrijf is bewaard in de collectie van het *Nizhny Tagil Ecomuseum* voor de Mijnbouw in Midden-Oeral.

Hier moet worden aangestipt dat zowel *Armstrong* als *Roper* niet louter bouwers waren, maar ook betrokken werden om de Engelse ovens aan te passen aan de ver-

hitting met brandhout ipv. met steenkool, waarvoor ze origineel ontworpen waren.

Het gebruik van dergelijke ovens in de bedrijven van de Oeral was van geen al te grote betekenis.

Slechts enkele ondernemingen, meestal in staatseigendom, waren betrokken bij het produceren van gietijzers. Het belangrijkste produkt bleef het ruwe ijzer voor de onmiddellijke conversie in ijzer in dezelfde area, omdat werd aangenomen dat het winstgevender was geen gietijzer of objecten van gietijzer te verkopen, maar wel ijzer van verschil-

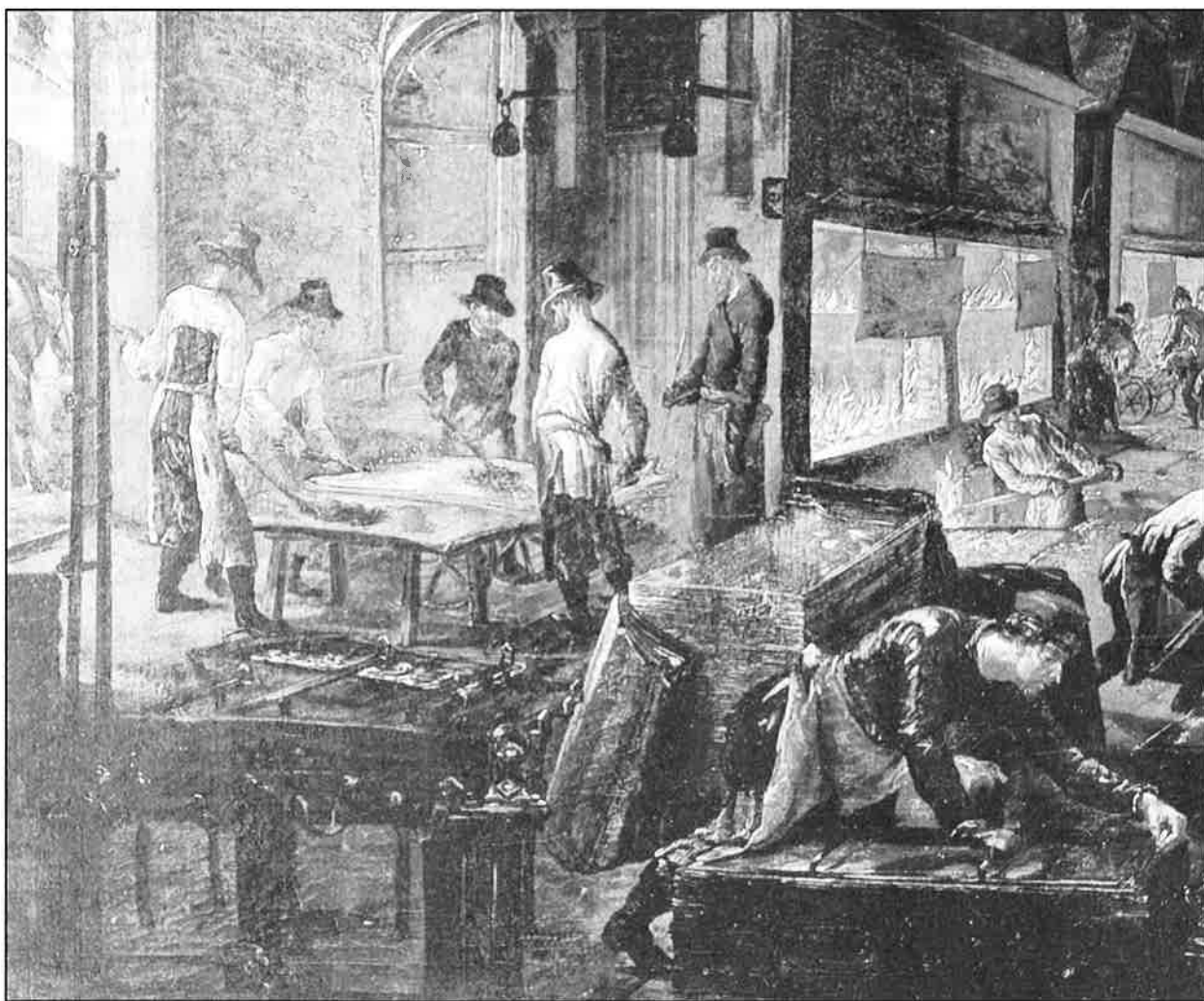
lende soorten. Niettemin was er een zeker positief effect door de introductie van de reverbeerovens. Substantiële kennis over de constructie en uitbating van dergelijke ovens werd verzameld, de mogelijkheid tot conversie op brandhout aangetoond.

Dit allemaal maakte de introductie van de puddelmethode in de ijzerproductie in de 30-40er jaren van de 19e eeuw gemakkelijker. Het is niet toevallig een reverbeeroven voor gietijzers die de Engelse meester *Samuell Penn* gebruikte in zijn eerste poging tot puddelen in de gieterij

van *Kamsko-Votkinsky*.

Ongeveer in dezelfde periode, de vroege 19e eeuw, richtten ook de Russische metallurgisten hun aandacht op nog maar eens een andere versie reverbeeroven, de puddeloven.

Hun standpunt hierover was nogal controversieel. Alhoewel het bekend was dat de puddeloven een hoge produktiviteit bereikte, zeker in vergelijking met de smidse-oven, twijfelde men in de Oeral aan de kwaliteit van het puddelijzer. Groot-industrieel, *N.N. Demidov*, beschreef het puddelen in 1821 als volgt :



Platijzer-hameren in de Nizhne-Tagilsky-smederij, rechtstreeks vanuit vlamovens (1830)

Detail uit olieverfschilderij van P.F. KHUDOYAROV.

(verzameling Nizhne-Tagilsky-Ecomuseum van het Mijnwezen in de Midden-Oeral)

"Het zal zeker niet voldoen, en het staat vast dat al vlug de methode in Engeland zal worden opgegeven wat toe te schrijven is aan een onvolledige zuivering van het ijzer".

Desalniettemin werd de informatie over de puddelmethode punctueel verzameld. Om een beter begrip te krijgen van het proces zelf, laten we hierna een getuigenis volgen van de mijnbeambtenaar *Armstrong* bij zijn reis in 1819-1820 naar Engeland:

"Omtrent de ovens genoemd puddelovens (...) Om het ruw ijzer te zuiveren tot ijzer worden de volgende handelingen verricht. Ten eerste worden de staven ruw ijzer in de ovenhaard geschoven (die iets verschilt van de gewone smeltoven) waar ze gesmolten worden door de interactie van geblazen lucht uit de blaasbalgen en de gesmolten massa waarbij een gedeelte wordt ontkoold door oxydatie. Dit proces duurt ongeveer 3 uur; dan wordt het vloeibare metaal in een zandbed gegoten. Wanneer het voldoende verhard is wordt het in porties gebroken die in een puddeloven worden gebracht. In de oven begint de tweede smelting door de hitte van de houtskool, en het is van vitaal belang dat alle delen van de massa aan de actie van de vlammen worden blootgesteld, daarom moet de gieter voortdurend met een haak of 'ringer' in de vloeibare massa poken. Gedurende een zekere tijdsspanne verliest de massa haar vloeibaarheid en wordt omgezet in een soort pasta. Op dit ogenblik moeten maatregelen worden genomen om het vormen van een homogene massa tegen te gaan i.p.v. klompen pasta. Deze klompen zijn nl. gemakkelijker onder de hamer te bewerken of tussen pletrollen te schuiven".

In 1825 zag het eerste nummer van *'Gorny Zhurnal'* het licht waarin een lang artikel van de hand van ingenieur *P. Sobolevsky* de puddelproductie in Engeland behandelde. Van toen af, en gedurende de gehele 19e eeuw, bleef het tijdschrift regelmatig over de puddeltechnologie informeren.

Terzelfdertijd voerden de Russische specialisten, de eerste experimenten op de introductie van puddeling in de gieterijen uit, zonder enige

hulp van Britse experts en dank zij het bestuderen van buitenlandse ervaringen. Vermoedelijk is de eerste poging ondernomen in Siberië in 1810 in het *Tomsky*-bedrijf. Een plaatselijke mechaniker *P.M. Zalesov* stichtte een puddeloven volgens het systeem *Henry Cort*. Maar het resultaat bevredigde niet, en het experiment werd al vlug afgebroken.

Een tweede, meer succesvolle poging ging door in 1817 in de Oeraalse *Pozhevskoi*-gieterij onder leiding van de boven genoemde ingenieur *P. Sobolevsky*. Hij bouwde een oven die 10 *pood* ruw ijzer behandelde gedurende zo'n 3 uur lang; de opbrengst varieerde van 8 tot 9 *pood*, afhankelijk van de vaardigheid van de smelter. Het is opmerkelijk dat deze oven op brandhout werkte in plaats van houtskool. Hoewel volgens *Sobolevsky* "de experimenten geen twijfel lieten bestaan over de voordelen van de introductie van deze methode in onze ijzergieterijen", werden de activiteiten afgebroken.

In 1825 zette het *Nizhne-Tagilsky*-bedrijf een stap voorwaarts in de toepassing van puddeling. De eerste poging tot het fabriceren van ijzer door middel van de Engelse methode gaat terug tot de maand oktober van dat jaar. Doch door het verkeerd interpreteren van de puddel-technologie, veronderstelden de *Tagil*-specialisten het walsproces van hersmolten gietijzer als het centrale element van het proces, en begonnen gietijzer rechtstreeks tot staafijzer te walsen. Natuurlijk bleef het gietijzer ongewijzigd en kon niet tot (smeed)ijzer worden omgevormd.

Na dit experiment kwam een aanvankelijk afwezige mechaniker van het *Tagilsky*-bedrijf, *Ye. A. Cherepanov* uitleggen dat in Engeland het gietijzer eerst gezuiverd werd in reverbeerovens. Nog een jaar later, in oktober-november 1826, werden de pogingen gevat onder leiding van een ander mechaniker van *Tagilsky*, *P.S. Makarov*. Een puddeloven werd opgericht, het proces uitgevoerd met brandhout, maar gaf geen goed resultaat: het proces duurde 5-6 uur i.p.v. 2-2,5 uur zoals in Engeland. In 1828 werd een

nieuwe poging ondernomen door *F.I. Shetsov*, een hoog opgeleid ingenieur, die zijn studies had verricht in de Hogere Mijnbouwschool te Parijs. Tegen de winter van 1830 begon hij vooruitgang te boeken, wat hij meedeelde in een brief aan *P.N. Demidov*, eigenaar van het bedrijf: "... het ijzer bekomen met deze methode is behoorlijk verwerkbaar en gezuiverd. Er bestaat geen twijfel over dat in de toekomst het rendabeler zal worden, om maar te zwijgen van de produktiesnelheid". Nochtans werden de pogingen om het puddelproces in te voeren voor verschillende jaren onderbroken en slechts hervat op het eind van de jaren dertig. Op dat ogenblik was de technologie ervan in het *Nizhne-Tagilsky*-bedrijf eveneens nog niet geperfectioneerd. In februari 1838 beschreef de mijningenieur *Alexeev* een puddelatelier in de *Nizhne-Saldinsky-fabriek* van het *Nizhne-Tagilsky-district* als volgt: "Nu zijn er twee puddelovens, slechts werkend op één vuurpijp en met brandhout... De processen betrokken bij het puddelen worden uitgevoerd als volgt: 7 *pood* ruw ijzer worden in de oven gebracht en gesmolten tot een pasta-achtig stadium, daarna wordt het gezuiverd ijzer voortdurend geroerd met een 'ringer' tot alle blokken zijn gesmolten en het ijzer bezonken. Als er voldoende puddelijzer aanwezig is wordt dit tot ballen gekneed en onder een smeedhamer gebracht. Het gehele proces duurt 12 uur en wordt uitgevoerd door 3 ovenarbeiders. Het lage produktiecijfer (met een gemiddelde van 15 *pood* voor één smelting) schijnt veroorzaakt te zijn door zowel de eerder onjuiste voorbereiding van de oven als de onbekwaamheid van de 'puddler' in het proces, dat een briljant vakmanschap vereist en een lange ervaring. De bekomen ballen worden, in plaats van door walsen te worden gerold na verhitting in vlamovens, verhit in smidses en in staven geslagen door smeedhamers omdat er een gemis is aan geschikte apparatuur."

Ondanks vele jaren van experimenteren kwam een massaproductie van puddelijzer niet van de grond in de Oeral en in Rusland tot de late jaren

1830. De oorzaak hiervan was duidelijk : de Russische metaalmarkt was in de eerste decennia van de 19e eeuw overbevoorraad en de klant wantrouwde de kwaliteit van het puddelijzer. Een belangrijk element was dat de Russische specialisten met het puddelproces experimenteerden zonder enige assistentie van hun Britse collega's, daar waar de puddeltechnologie voor een groot deel steunde op de vaardigheden van de ovenmeesters. Deze vaardigheden verkrijgen was mogelijk door als leerjongen bij een meester in de leer te gaan. Daarom is het normaal dat de puddeltechnologie in de Oeral slechts tot bloei kwam na het uitnodigen van de hoog-gekwalificeerde Britse experts - *Samuel* en *John Penn*, *Bernhard Allender*.

De activiteiten van de Britse puddelexperts werd uitvoerig beschreven door *V.K. Yatsunsky*. In deze bijdrage worden sommige gegevens hieruit aangehaald samen met archiefmateriaal.

De groei van de puddelindustrie begon op het ogenblik dat tsaar *Nikolai I* in 1829 het *Alexandrovsky*-bedrijf beval "de ankerproductie in de Sint-Petersburg *Alexandrovsky*-fabriek te organiseren".

Op dat ogenblik werd de samenstelling van het puddelijzer als homogener dan walsijzer geacht en het best geschikt metaal voor ankers. Daarom besloot het Departement voor Mijnbouw en Zoutzaken de puddelproductie uit te bouwen in het *Alexandrovsky*-bedrijf. De directeur van de fabriek, *ober-berg-hauptman Clerk*, ondernam een reis naar Engeland op zoek naar informatie over de puddeltechnologie en specialisten die bereid waren naar Rusland te verhuizen. In Engeland kon *Clerk* een contact afsluiten met de vakkundige *Samuel Penn* die zich verplichtte naar *Sankt-Petersburg* te gaan voor de introductie van de ankerproductie.

Niettemin werd het geld voor de oprichting van de productie door het Departement voor Mijnbouw en Zoutzaken niet vrijgegeven vóór 1831 of 1832. Maar *Penn* arriveerde reeds in 1831 in het *Alexandrovsky*-bedrijf en werd er tewerkgesteld in diverse smederijen.

In 1833 stelde het Departement een andere ankerproductie voor in het Oeraalse *Kamsko-Votkinky*-bedrijf omdat het vroeger al ankers had geproduceerd en over de nodige uitrusting beschikte, die alleen maar moest worden omgeschakeld op het puddelproces. Na een redelijk goed salaris te hebben afgedwongen stemde *Penn* toe naar de Oeral te vertrekken. In de zomer en de herfst van 1834 bestudeerde hij de organisatie van de productie in het *Kamsko-Votkinsky*-bedrijf, maakte een plan op om het bedrijf te converteren en voerde zelfs drie pogingen uit om het plaatselijk ijzer te puddelen. Zoals reeds aangeduid, gebruikte hij hiervoor een reverbeeroven die tot dan toe gebruikt werd voor de gietsels. De haard en de pijp van de oven werden zo goed en zo kwaad mogelijk verbeterd, doch de eerste twee pogingen mislukten door de te lage temperatuur. "De derde keer" schrijft *Penn* zelf "had ik meer geluk, al was ik genoodzaakt de ballen in een smidse te verhitten en ze tot staven te slaan met een hamer".

In december 1834 keerde *Penn* terug naar *Sankt-Petersburg* en bracht stalen mee van zijn puddelijzer en van het lokale walsijzer, en een verslag van de projecten voor de reconversie van het *Kamsko-Votkinsky*-bedrijf. Om dit te bestuderen werd een speciaal comité samengesteld dat in maart 1835 het project van *Penn* volledige steun toezegde. De algemene conclusie van het comité luidde als volgt : "Ter conclusie vindt het comité meester *Penn's* voorstellen constructief en de bedoeling hebbend het ijzer te verbeteren en goedkoper te maken, alsook de ankerproductie mogelijk te maken, en voorziet solide nationale voordelen, en raadt de preciese en noodzakelijke uitvoering ervan aan".

Na dit besluit sloot het Departement voor Mijnbouw en Zoutzaken een nieuw kontrakt af met *Penn* voor de duur van 5 jaar, dat daarna met nog eens 3 jaar verlengd werd. Dus kwam *Penn* in de herfst van 1835 naar het *Kamsko-Votkinsky*-bedrijf terug. De uitrusting nodig voor de introductie van het puddelproces werd besteld bij de *Alexandrovsky*-fabriek waar *Penn* reeds vroeger

gewerkt had, en geleverd in de zomer van 1836. Het ganse volgende jaar was *Penn* in de weer met de installatie en bouw van puddel- en herverwarmingsovens, die slechts in de tweede helft van 1837 konden getest worden.

Het eerste experiment met een puddeloven werd uitgevoerd in juli, oven in gebruik als herverhittingsoven - voor het smelten van ijzerresten. De constructie van de oven maakte enkele wijzigingen noodzakelijk die werden uitgevoerd gedurende de maand augustus. Op 10 september werd een eigenlijke poging voor het vervaardigen van puddelijzer ondernomen. Het was de eerste in een reeks van experimenten over verschillende jaren verspreid.

Nochtans was de vooruitgang niet in één keer gewonnen. Voor lange tijd was de puddeltechnologie op houtskool niet rendabel. De eerste ovens raakten vlug vernield, het puddelijzer was zelfs duurder dan het gietijzer. Daarom werden twee andere Britse specialisten gevraagd *Penn* te helpen : zijn familielid *John Penn* en puddelmeester *Bernhard Allender*. Deze laatste leek uiterst veelbelovend, omdat hij net voordien in Zweden houtskoolpuddelovens had gebouwd.

Beetje bij beetje werden, met de gebundelde krachten van de Britten en de plaatselijke specialisten, de ovens van *Kamsko-Votkinsky* meer en meer succesvol en effectief. Nu dat de grootste problemen waren opgelost, toonde menig eigenaar van Oeraalse private gieterijen interesse in de puddeltechnologie. Verschillende keren vroegen vertegenwoordigers van *Chermozsky*, *Alapayevsky*, *Nizhne-Tagilsky*, *Kyshtymsky*, *Vyxunsky* en vele andere privéfirma's, de administratie van het *Kamsko-Votkinsky*-bedrijf om hulp bij de introductie van deze nieuwe technologie.

De data van de ingebruikstelling van de puddelovens in de Oeraalse bedrijven in 1837-1854 zijn door *V.K. Yatsunsky* gegeven:

1837 - *Kamsko-Votkinsky*

1840 - *Chermozsky*

1842 - *Archangel-Pashisky*

1843 - *Katav-Ivanovsky*

1844 - *Pozhevskoi*

1845 - *Alexandrovsky, Yugo-Kamsky, Ust'-Katavsky*
1846 - *Nikitinsky*
1847 - *Lys'vensky*
1848 - *Yuryuzan'-Ivanovsky*
1849 - *Nizhne-Saldinsky*
1850 - *Laisky, Sysertsky*
1851 - *Neivo-Alapayevsky, Revdinsky*
1852 - *Verkhne-Saldinsky*
1854 - *Bisersky*

Rond 1861 waren reeds 225 puddelovens in gebruik in de Oeral, hun gezamenlijke productie bedroeg bijna zoveel als die van 958 smidses.

Een tamelijk merkwaardige trend was de aspiratie der Oeraalse specialisten, de puddeltechnologie te combineren met de smelterij. En dit om twee redenen. Ten eerste liet de integratie van beide technologieën een hogere kwaliteit en kwantiteit van gietijzer toe door de introductie van de reverbeerovens. Ten tweede kon niet elke Oeraals bedrijf de nieuwe puddelproductie snel in haar klassieke bedrijfsstructuur inpassen. Dit zowel om economische als om technische redenen. Zo is bijvoorbeeld in het *Lys'vensky*-bedrijf in 1847 na de introductie van de puddeltechniek het originele smeltproces gestopt, en zijn de ovens en hamers geheroriënteerd om de ballen in staven te kunnen omzetten. Slechts na 1851 zou een nieuw gebouwde walsery dit werk overnemen, maar ze kon met moeite het totaal pakket aan. En dat was volgens de directie niet door de lage capaciteit van de walsery, maar zij verklaarde dit als volgt : "... *het ijzer bekomen door gaspuddeling en verdere bewerking van de ballen door herverhitting in ovens is, naast de goede kwaliteit, gekarakteriseerd door het voordeel dat het een eerder korrelige of vezelige breuk vertoont, in beide gevallen is het superieur aan het gietijzer op gebied van stevigheid en weerstand aan de hamers of de pletrollen... het ijzer door deze methode bekomen van eerder ruw gietijzer, is van hogere kwaliteit dan dat van hetzelfde gietijzer bekomen in smelterijen*"

Identieke technologie was aangevend in het *Yugo-Kamsky*-bedrijf in het *Lys'vensky*-district. Het moet

hier worden aangestipt dat de genoemde voordelen van de gecombineerde technologie zelfs nog duidelijker zijn indien men deze vergelijkt met het gewone puddelproces.

In 1843 suggereerde de beroemde Russische metallurgist *P.P. Anosov* dat de decarbonisatie van gietijzer in puddelovens en verdere bewerking van de ballen in de smederijen, de kwaliteit van het bekomen ijzer dus verhoogde, omdat het de beste eigenschappen van het ijzer bekomen in het klassieke smeltproces behield.

Een nog complexer systeem van gecombineerde technologie werd ontwikkeld door de meester-smid van het *Votkinsky*-bedrijf *F. Berdnikov* in gebruik genomen in de zestiger jaren van de 19e eeuw in de staatsmelterijen van *Izhevsky* en *Vokinsky*. Ruw ijzer werd omgezet in ijzer op de volgende wijze : de ballen gemaakt in een puddeloven werden tot blokken geconverteerd in een *Comtois*-oven. Deze laatste werden op welhitte gebracht in een gasherverhittingsoven en in staven gevormd door hamers of rollen. Een variante op de integratie van diverse technologieën, elkaar aanvullend zonder vermenging bestond eveneens. Er zijn aanwijzingen van dergelijke toepassingen in de productie van het *Votkinsky*-bedrijf in de vijftiger jaren van de 19e eeuw. Het grootste gedeelte van het geproduceerde metaal werd bekomen volgens de gewone puddelmethode. Ondertussen werd in de smederijen ijzer bekomen van het afval van gerold puddelijzer, van ijzerschilfers, van slechte gietsels die niet konden bewerkt worden in de puddelovens zonder bijkomende smelting. Met andere woorden, het afval van de puddelovens en andere producties werden in de gewone smederijen geconverteerd tot kwalitatief ijzer.

In de tweede helft van de 19e eeuw veranderde de volgorde in de combinatie van puddeling en andere technologieën. Tot dan toe werden de puddelballen finaal behandeld in de smederij. Nadien werd blokijzer bekomen in herverhittingsovens en

walsery. Dit leidde soms tot misverstanden die de mijnningieur *V. Latynin* beschreef :

"In sommige Oeraalse gieterijen werden herverhittingsovens opgericht voor de produktie van gewalst ijzer, de essentie van deze operatie ver verwijderd zijnde van de eigenlijke puddeling, alhoewel het ijzer geproduceerd in dergelijke ovens in de meeste gevallen bestempeld werd als puddelijzer".

Maar uiteindelijk was in één der laatste aanpassingen van de smelttechnologie - het zogenoemd *Lancashire*-procédé -, de herverhittingsoven en andere uitrustingen tot dan toe in de puddeltechnologie in gebruik, als onvermijdelijke component inbegrepen. In de Oeral-streek deed de *Lancashire*-methode voor het eerste zijn intrede in het *Tirlyansky*-bedrijf anno 1878. Nadien werd het geïntroduceerd in de *Beloretsky*-, *Yuryuzansky*-, *Ust'-Katavsky*- en enkele andere bedrijven.

Polenov's Bessemer-convertors in het Nizhne-Saldinsky-atelier, de eerste in de Oeral, gebouwd naar ontwerp van het Franse Terre Noir, voor de verwerking van ruw ijzer uit de Verkhne Saldinsky gieterij tot staal, o.a. vanaf 1890 gebruikt voor de produktie van rails voor de Trans-Siberische spoorweg. Fotot eind 19e-begin 20e eeuw.

(uit : *TANKIYEVSKAYA I., USTIANTSEV S., Saldinsky Ironworks Group*, wet. red. dr. hist. *RUKOSUYEV E., Nizhny Tagil, 1993*)

INTRODUCTIE VAN HET BESSEMER-PROCÉDÉ IN DE OERAL

Het nieuws van een belangrijke verbetering in de fabricage van ijzer en staal verspreidde zich onmiddellijk als een lopend vuurtje door de Oeral na de prominente toespraak door haar ontdekker *Henry Bessemer* gehouden op een zitting van de *British Society of Sciences' Promotion* in Cheltenham, op 22 augustus 1856. Reeds op 4 september werd een brief met de volgende inhoud bezorgd aan de manager van het *Nizhne-Tagilsky*-bedrijf *N. Shilenkov*: "...niet lang geleden is in Engeland een nieuwe methode van ijzer- en staalbewerking ontdekt die een grote verbetering met zich meebrengt voor de mijnindustrie. Het nieuwe procédé is veel goedkoper en het bekomen ijzer naar men zegt van een hogere kwaliteit en geschikt om staal te produceren, zelfs al is het op basis van arm Engels erts. Als dit

nieuws waar is, zullen de Engelsen staal beginnen maken van hun eigen ijzer en in dit geval zal men niet meer met hen kunnen concurreren"

Enkele weken na deze brief publiceerde de *Gorny zhurnal* in het dubbelnummer van augustus-september 1856 de in het Russisch vertaalde integrale tekst van *Bessemer's* toespraak.

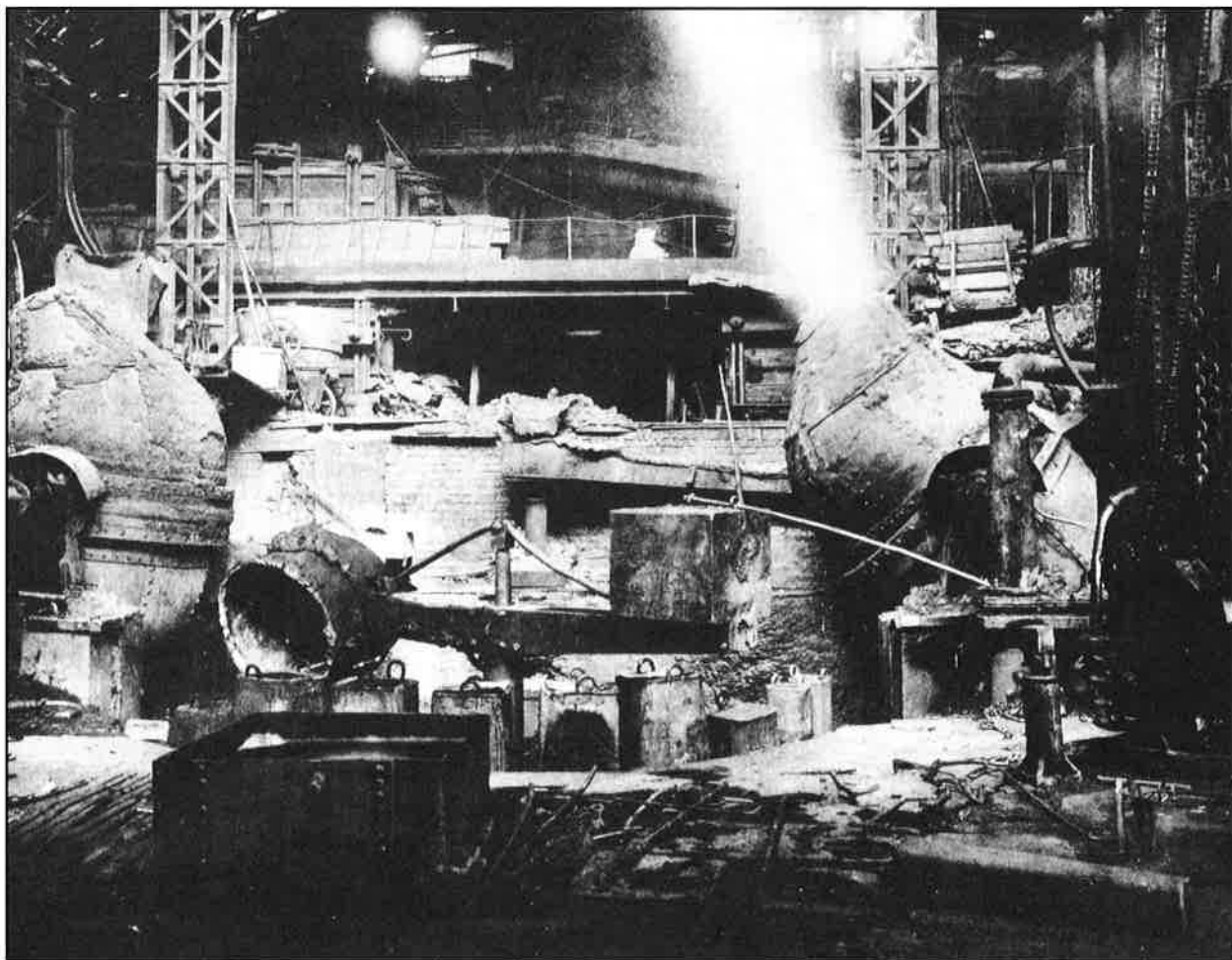
De mogelijkheid ijzer en staal te produceren louter door geblazen lucht door vloeibaar gietijzer te jagen leek tamelijk verleidelijk. Op het einde van 1856 en in de eerste helft van 1857 werden experimenten met de *Bessemer*-methode uitgevoerd in een aantal bedrijven in de Oeral: *Kushvinsky*, *Nizhne-Isetsky*, *Sysertsky*, *Vsevolodovil'vensky*. Diverse boekjes met beschrijvingen van *Bessemer's* apparaten waren de enige technische hulpmiddelen bij deze pogingen, er was niet genoeg tijd om buitenlandse specialisten naar Rusland uit te nodigen. De resultaten waren echter niet helemaal bevredigend omdat geen van

de bedrijven voor dit doel was ingericht. De meest voorkomende tekortkoming was het te lage blaasvermogen.

Net zoals bij het puddelprocédé werd het de staatsbedrijven opgedragene experimenten uit te voeren en de nieuwe technologie aan te passen. Zo werden in 1859 enkele smelt pogingen in een *Bessemer*-convector ondernomen in de *Zlatoustovsky*-gieterij.

Het verlies aan ijzer benaderde de 43%, en alle pogingen dit tegen te gaan mislukten.

Een parallel uitgevoerd experiment van het *Bessemer*-proces in het *Nizhne-Tagilsky*-bedrijf was al evenzeer gedoemd. Daarom werden grootschalige experimenten met het *Bessemer*-proces ingeleid in de jaren 1860 in niet minder dan 3 bedrijven tegelijk, zowel in de overheidsbedrijven *Verkhne-Turinsky* en *Votkinky* als in een privé-firma, *Nizhne-Tagilsky*. Deze laatste nam deel aan een *joint-venture* op vraag



van de overheid en ontving in ruil daarvoor in belangrijke mate technologische hulp vanwege de staatsbedrijven.

Verkhne-Turinsky kon als eerste resultaten boeken. Een aantal machines tot dan toe in gebruik voor de *Bessemer*-experimenten binnen het *Zlatoustovsky*-bedrijf, werden daarheen overgebracht. In 1862 begon de *Bessemer*-productie onder leiding van mijningenieur kapitein *Grasshof*. Van belang is het feit dat *Grasshof* voordien met dit procédé vertrouwd was in *Bessemer's* bedrijf te *Sheffield* (GB). Tijdens het daaropvolgend jaar 1863, werden de experimenten verdergezet - voor eerst in een *Bessemer*-convertor met twaalf aanjaagbuizen en een capaciteit van 70 *pood* gietijzer.

In de maand oktober van datzelfde jaar stelde men een convertor met 25 aanjaagbuizen en een capaciteit van 300 *pood* gietijzer in werking. Het *Bessemer*-proces verliep ononderbroken tot gezuiverd ijzer werd bekomen, waarna door toevoeging van een kleine hoeveelheid gietijzer, de aanmaak van staal kon beginnen. Het aldus bekomen metaal was van hoge kwaliteit : het was geschikt voor de productie van kogels en plaatijzer. Het verlies van metaal bedroeg in de eerste convertor nauwelijks 15%, het bijkomend hersmelten in een reverbeeroven inbegrepen. In de tweede, grotere convertor was het verlies nog beperkter.

Nochtans stelde men de *Bessemer*-convertors van *Verkhne-Turinsky* in juli 1864 buiten werking. Het *Bessemer*-metaal was bestemd voor de aanmaak van stalen kogels. Toen de bestelling daarvoor werd geannuleerd, bleek geen andere toepassing voor dit soort metaal voorhanden!

Binnen het *Kamsko-Votkinsky*-bedrijf nam het experiment een aanvang in de lente van 1863. Een convertor volgens het Engelse systeem, met een capaciteit van 60 *pood*, werd er geïnstalleerd. Stoomblaasbalgen met een kracht van 75 Pk waren voordien reeds vanuit Duitsland geleverd. In januari van het daaropvolgend jaar stelde men

een bijkomende convertor, ditmaal met een capaciteit van 180 *pood*, in werking. Net als in het *Verkhne-Turinsky*-bedrijf kende de onderneming succes, en bleef produceren tot 1866. Daartegenover stond de mislukking van het *Kamsko-Votkinsky*-experiment, om een groot-schalige *Bessemer*-staalproductie te organiseren. Deze mislukte vermoedelijk om dezelfde oorzaken die de *Verkhne-Turinsky*-proefproductie deden mislukken.

In het *Nizhne-Tagilsky*-bedrijf werd het *Bessemer*-procédé pas in 1864 geïntroduceerd. Onder leiding van de ingenieur *Wolstedt* werd een speciale convertor met een capaciteit van 90 *poods* met slechts één groot blaaspijppat opgericht. De smelting gebeurde er iets langzamer dan in de staatsbedrijven, maar het afval was niet hoger dan 11,5% en het opspatten van metaal gedurende het proces vrijwel onbelangrijk. Nochtans imponeerde de geringe vraag naar *Bessemer* metaal het stopzetten van de perfect werkende convertor.

Nochtans kwam de geaccumuleerde technische ondervinding van de *Nizhne-Tagilsky*-fabriek de ontwikkeling van het procédé ten goede, in tegenstelling met de staatsbedrijven. In de eerste helft van de jaren 1870, toen de vraag naar stalen treinsporen acuut werd in Rusland, werd in de Oeral de eerste *Bessemer* en spoorrails-staalfabriek opgericht in het *Nizhne-Tagilski*-district. Het werd opgetrokken met de hulp van buitenlandse specialisten op de grondvesten van de oude *Nizhne-Saldinsky*-fabriek. Reeds in het begin van de 70er jaren werd een kontrakt gesloten voor het leveren van plannen en uitrusting voor de *Bessemer*-productie met de administratie van het Franse bedrijf *Terre-Noir*. In 1873 werden de machines overgebracht. De werken duurden zowat één en een half jaar, het oude site was te klein voor de nieuwe inplanting waardoor zelfs de liquidatie van een immense rotsheuvel nodig was.

Begin augustus 1875 was de constructie van gebouwen en installatie afgewerkt. De eerste experimentele smelting met de convertor is

uitgevoerd op 7 augustus en werd geleid door de Franse ingenieur *Valton* van de *Terre-Noir*-fabriek. Voor het eerst sinds het begin van de experimenten in de Oeral kon de bewerking geslaagd worden genoemd.

Het staal was van een kwalitatief hoog gehalte en kon zonder problemen gehamerd en tot verschillende diktes gewalst. Een week later, op 15 augustus, werd de ceremoniële opstarting van de eerste Oeraalse grootschalige *Bessemer Nizhne-Saldinsky*-fabriek gehouden.

De uitbouw van het atelier overeenkomstig het Franse project werd geleid door de getalenteerde Russische ingenieur *K.P. Polenov*, die de onmiddellijke modernisering ervan begon. Na 2 jaar werken was de *Bessemer*-technologie lichtjes veranderd en aangepast aan de plaatselijke omstandigheden. De *Nizhne-Saldinsky* hoogovens waren niet in staat de *Bessemer* productie in ruw ijzer te voorzien, daarom moest dit worden aangevoerd uit andere gieterijen uit het *Nizhne-Tagilsky* district. Vóór het *Bessemer* proces werd dit ruw ijzer gesmolten in reverbeerovens. *K.P. Polenov* had ontdekt dat hoe meer het ruw ijzer verhit werd in een reverbeeroven los van het loutere smeltingproces, hoe rendabeler het *Bessemer*-proces, hoe kwalitatiever het geproduceerde staal, en hoe geringer de kans van metaalverharding binnen de convertor. De theorie van het *Bessemer*-procédé volgens de methode van *Polenov* is achteraf diepgaand bestudeerd door een ander *Tagil*-ingenieur, *V. Ye. Grum-Grzhimailo*.

De befaamde Russische metallurgist *D. Chernov*, die de *Nizhne-Saldinsky*-fabriek in de zomer van 1887 heeft bezocht, beschreef het *Bessemer*-atelier als volgt: "...In het bedrijf bevinden zich twee 5 ton convertors met hydraulische liften en hefmechanismes. Het hete ijzer van de hoogoven wordt niet direct in de *Bessemer*-convertor gebracht, maar eerst in één van de twee om beurten werkende *Martin*-ovens, waar het wordt verhit en worden zowel versleten rails als resten ervan, verschillende kleine ijzeren voorwerpen en andere overblijfs-

len van de railsproductie aan de metaal massa toegevoegd. Na 2 à 3 uur in de oven wordt de mengeling in een convertor gebracht voor de verwerking tot spoorrails. Om de lucht in de convertors te blazen zijn 4 horizontale cilindrische blaasbalgen in werking, aangedreven door 4 dubbele waterturbines wanneer de hoeveelheid water in de stuwmeer dat toelaat, of door 4... stoommachines".

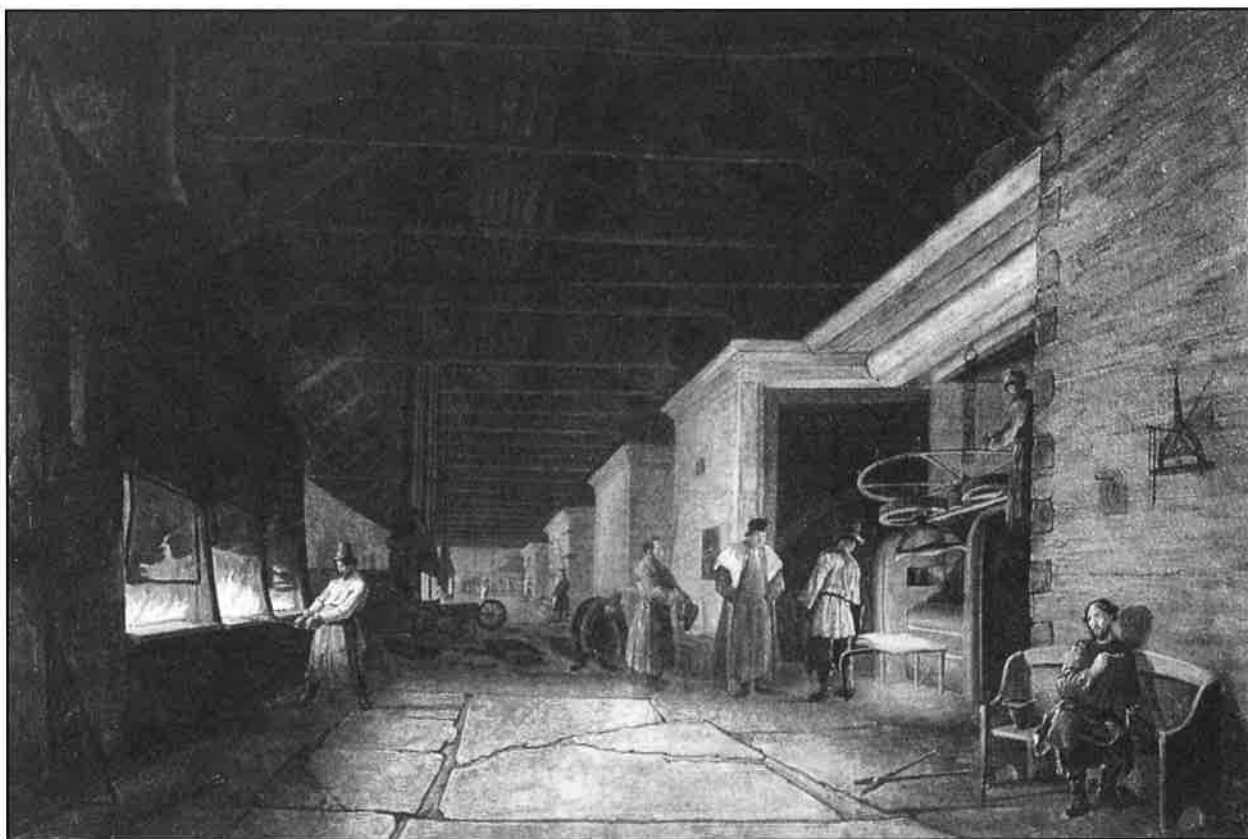
Binnen de 24 uur werden doorgaans 10 tot 12 bewerkingen uitgevoerd, elk van hen duurde 12 tot 14 minuten.

De tweede Bessemer- en staalrails-fabriek van de Oeral is opgetrokken in 1878 naar analogie van het Katav-Ivanovsky-bedrijf en in gebruik genomen in 1879. Jammer genoeg waren verder geen opvolgers van het Tagil- en Katav-experiment in de Oeral. De overgrote meerderheid der fabriekseigenaars in de Oeral gaven de voorkeur aan Martin-ovens boven Bessemer-convertors. Het vermogen van de bestaande Bessemer-inplantingen van Nizhne-Tagilsky en Katav-Ivanovsky was eerder laag. De eerste produceerde jaarlijks ongeveer 1 miljoen pood rails,

de tweede ongeveer 850.000 pood. Er mag dus worden gesteld dat de Bessemer-technologie, in contrast met het puddel-procédé, slechts geringe invloed had op de groei van de Oeral-technologie.

HET GEBRUIK VAN HETELUCHT-OVENS

Het eerste patent voor de aanwending van hete lucht in de metallurgische productie werd in 1828 in Engeland aange-



Plaatwalserij van het Nizhne-Tagilsky-bedrijf, jaren 1830. Elke plaat moest individueel worden verhit (links) om te worden gewalst (rechts). Naar olieverfschilderij van P.F. KHUDOYAROV.

(verzameling Nizhne-Tagilsky-Ecomuseum van het Mijnwezen van de Midden-Oeral)

vraagd door James Nilson. Het daaropvolgende jaar werd hete lucht voor het eerst toegepast in een hoogoven van de Clyde-fabriek, die zijn productie dadelijk zag stijgen en zijn brandstofverbruik zag dalen met 37,5%. Enkele jaren later ziet men eveneens in de Oeral hetelucht-ovens opduiken. De eerste experimentele smelting met het hete lucht is in 1835 uitgevoerd in het bedrijf van Kushvinsky. In de daaropvolgende twee decennia werden experimentele haarden geïnstalleerd in de hoogovens van aan aantal Oeral-bedrijven :

danks de overvloed aan proeven tot het einde der zestiger jaren, bleven windverhitters in hoogovens slechts in twee bedrijven systematisch in gebruik - in *Lys'venski* en *Bilimbayevsky*.

De grootschalige industriële aanwending van hete lucht in de hoogovenproductie begon pas in de jaren 1870. Rond 1882 waren 31% van de Oeraalse hoogovens uitgerust met hetelucht-ovens van verschillend type. In 1890 was dit opgelopen tot 59%, en slechts pas in het begin van de 20e eeuw werd 90% van de hoogovensmelting uitgevoerd met hete lucht.

Wanneer we de smeltovenproductie in de Oeral beschouwen, gebeurde de expansie van de hetelucht-ovens er heel wat vlugger dan die der hoogovens. Dit is niet verwonderlijk: aanpassingen van het equipment waren miniem, de installaties waren goedkoop, terwijl het effect van heteluchtsmelting direct was en aanzienlijk. Bijvoorbeeld was in *Nizhne-Tagilsky*-bedrijf tijdens de eerste experimenten van ijzer-smelterij met hete lucht in het midden der dertiger jaren van de 19e eeuw, het percentage afval van 27% (bij de traditionele smelting) naar 16% gedaald. Er was geen brandstof nodig voor de verhitting van de lucht: de oven werd aangedreven door resthitte. Er bestaan geen exacte data van verdere toepassingen met identieke installaties, nochtans is het bekend dat tegen 1847 de helft van de smelterijen van *Nizhny Tagil* op hete lucht functioneerden.

Toen de omvorming naar het *Comtois*-(*Franche-Comté*)-systeem plaatsgreep werden alle hetelucht-ovens afgebroken op bevel van van directeur *A.N. Kozhukhovsky*.

Niettegenstaande dit, herstelde men in de jaren 1860-1870 de veralgemeende toepassing van het oude systeem.

Parallel met de *Nizhne-Tagilsky* experimenten, werd de introductie van hete lucht in het smederijproces tegelijkertijd in twee andere bedrijven doorgevoerd: *Nizhny Turinsk* en *Artinsk*. Bij eerstgenoemde waren sinds 1839 pogingen ondernomen

onder leiding van mijnningénieur *V.K. Rchette*. De eerste resultaten waren verre van succesvol - er trad aanzienlijke schade op, nl. barsten in het geproduceerde ijzer. Dit kon het gevolg zijn van verschillende oorzaken: onkunde van de arbeider, onvoldoende kracht van de blaasbalgen door een watertekort in het stuwmeer, ontstaan in de winterperiode, onjuiste lading van de oven. Maar langzamerhand werd het proces verbeterd. De schade werd voorkomen, verlies aan metaal en het verbruik van kolen verminderd.

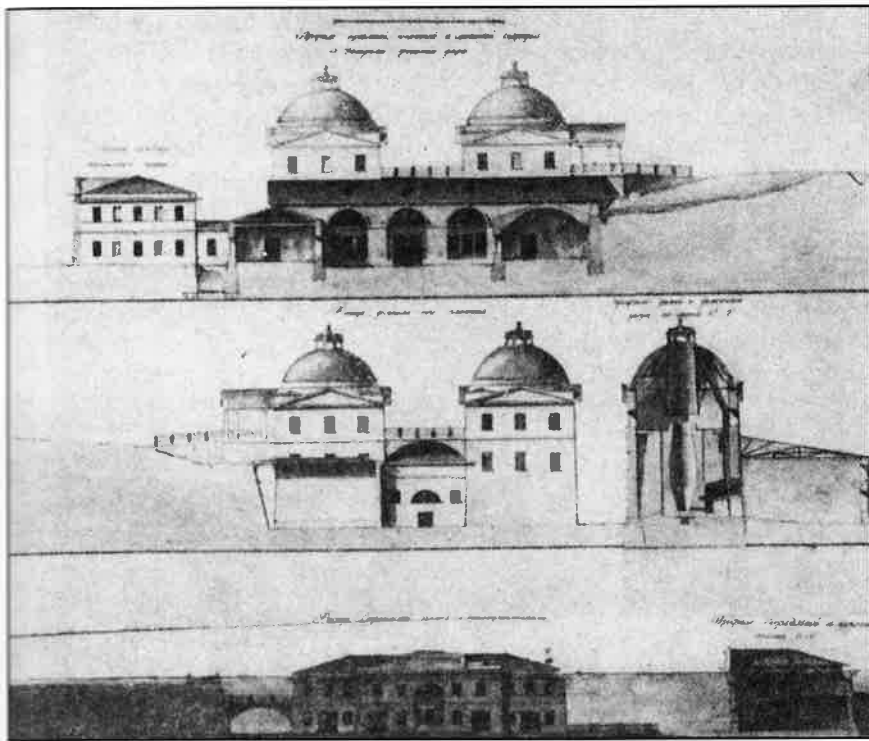
In hetzelfde jaar 1839 werd in het *Artinsky*-bedrijf mijnningénieur *A.A. Iossa* aangetrokken om de smelterij om te vormen op hetelucht. In het begin werden de experimenten in gewone ovens uitgevoerd, waarbij de heteluchttoevoer geschiedde via verschillende elleboogpijpen vervaardigd uit plaatijzer, gelijkmatig verdeeld boven de haardmond. Doch zelfs dit primitieve systeem slaagde erin tot 17% minder brandstofverbruik te realiseren. Het volgende jaar getuigde *A.A. Iossa* zelf: "... om de experimenten verder door te voeren werd een oven met gesloten systeem gecreëerd, in welke de hete restlucht weerkaatst in de koepel boven de oven aangebracht door een speciale verhitter wordt geleid waar eerst het ruwe ijzer, dan de loepes bestemd om te worden geweld en uiteindelijk - de luchtpijpen zélf". Het gehele systeem van gasverwarming is ontleend aan het volume 13 van 1838 van het tijdschrift '*Annales des Mines*' en liet toe tot 30% brandstof te besparen.

Ovens van het gesloten type, met hete luchttoevoer, waren al vlug over de gehele Oeral verspreid. In 1844 observeerde de mijnningénieur *A. Mevius* op een reis doorheen de Oeral dit type in de bedrijven van *Neviansky*, *Neivoshaitansky*, *Verh-Isetsky*, *Nizhne-Isetsky*, *Satkinsky*.

Er bestaan ook aanwijzingen dat hete lucht werd aangewend in de smelterij van het *Serebryansky*-bedrijf in het begin der jaren 1840, 1842 - in *Atigsky*, in 1846 - in *Lys'vensky*, in 1855 - in de *Kunovsky*- en *Ochersky*-bedrijven.

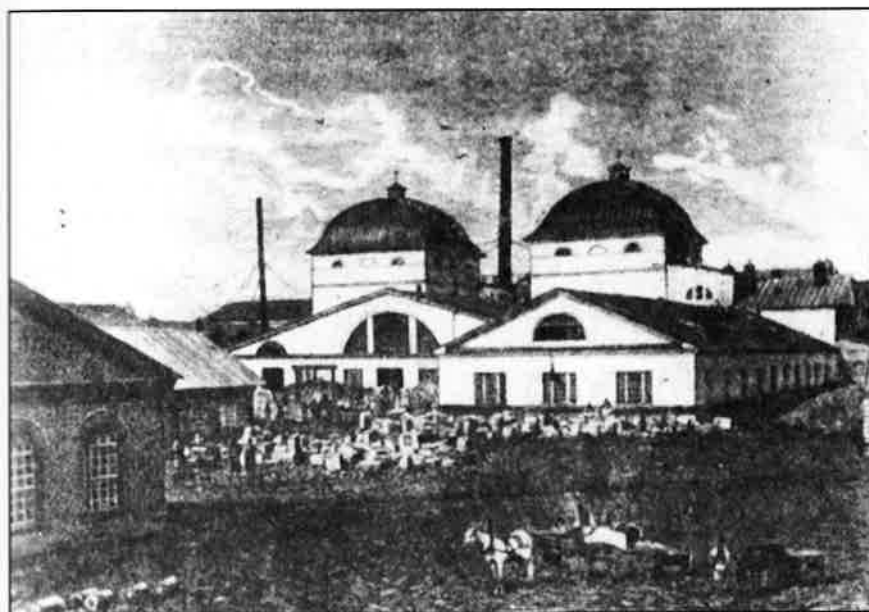
Evolutie van 19e eeuwse hoogoven-gebouwen in de Oeral: de symbiose tussen techniek en neoklassieke Russische architectuur: *Kamensky*-bedrijf (ontwerp 1826, boven), *Baranchisky*-bedrijf (toestand 1883, midden), *Seversky*-bedrijf (toestand begin 20e eeuw, onder)

(uit: LOMAREVA P.M., *Russische fabriekssteden uit de 18e en 19e eeuw*, Ekaterinburg 1993)



In de tweede helft van de 19e eeuw werkten de bedrijven die, om één of andere reden, een smederij-productie hadden behouden, vooral met hetelucht-ovens. Zo bijvoorbeeld beschikten alle 73 smidses van de *Verkh-Isetsky*-werkplaatsen, gespecialiseerd in de productie van plaatijzer voor bedaking en daarom van oudsher gebruikmakend van het smeedproces, anno 1880 over hete luchtovens.

Naast de evidente voordelen, waren er ook een aantal tekortkomingen bij het hete luchtverhittingsproces op het gebied van de werkomstandigheden van de smeltploeg. De ovenarbeiders bevonden zich dicht bij het gesmolten metaal en werkten in extreem hoge temperaturen. De bouw van gesloten ovens en de hete lucht verhoogde de hitte waaraan zowel de ovenmeester als de handlanger werd blootgesteld.



STOOMMACHINES IN DE OERLIEDRIJVEN

De Sovjet-schoolboeken verbonden traditioneel de geschiedenis van de opkomst van de stoommachine in de metaalbedrijven met de naam van *I.I. Polzunov* en zijn machine. Zonder de kundigheid en de waarde van de Russische mekaniëker en uitvinder te willen minimaliseren, moet toch worden aanvaard dat de *Polzunov*-machine gebouwd in 1766, slechts enkele maanden in volle werking was en al vlug verwaarloosd en uiteindelijk in onbruik was geraakt, en dus van weinig of geen belang voor de ontwikkeling van de Russische bedrijven.



De beweegreden die de introductie van de stoommachine in Rusland heeft bespoedigd op de overgang van de 18e naar de 19e eeuw, werd gegeven door Engelse verwezenlijkingen op dit gebied, vooral dan door de uitvindingen van *James Watt*.

De Britse technologische hulp in de constructie van stoomtuigen in deze periode werd behandeld door *V.S. Virginskyen S.G. Strumulin*. Enkele van hun gegevens zijn verder in onderhavige studie verwerkt.

De activiteiten van *James Watt* hadden de aandacht van Rusland getrokken, en tot tweemaal toe hadden men de uitvinder uitgenodigd voor Rusland te komen werken, zonder resultaat. In 1778 probeerde de Russische ambassadeur in Engeland, *A.S. Musin-Pushkin* een stoommachine te verwerven van de firma *Boulton & Watt*, maar faalde eveneens.

Toch zou in 1779 reeds een ovenmeester uit *Kronstadt*, *Roman Dmitriev* van Engeland een ontwerp-tekening van een stoommachine meebrengen 'volgens de laatste Britse uitvinding van *Mr. Watt*, die in Schotland werd gebouwd voor het oppompen van water'.

Enkele jaren later, in 1787, werden specificaties en een tekening van *Watt's 'double-acting engine'*, samengesteld door de mechaniker *Lev Fiodorovich Sabakin* van *Tver'*, gepubliceerd. Deze laatste had Engeland bezocht en kende *Watt* persoonlijk.

In 1786 werd een embargo ingesteld op de export van machines vanuit Engeland; zo moest de Russische overheid alles tewerk stellen om Engelse specialisten te overhalen hun land te verlaten om de productie van stoommachines in Rusland op te starten. In hetzelfde jaar arriveerde een groep meesters, geleid door de ingenieur *Gascoyne*, in *Sint-Petersburg*. *Gascoyne* zelf organiseerde de stoommachineproductie in het *Olonetsky*-bedrijf. Eén van zijn machines werd naar het Oeraalse *Bogoslovsky*-bedrijf verstuurd. De beste mechaniker die met de ploeg was meegekomen, *Charles Berd*, stichtte in 1792 in *Sint-Petersburg* zijn eigen constructie-bedrijf dat in 1825 reeds 130 bedrijfsmachines alsook 11 stoomboot-machines had geproduceerd. Bovendien leidde *Berd* gewillig Russische én Oeraalse handwerklieden op in zijn specialiteit.

Ondertussen was de derde Engelsman, *Joseph Major*, rechtstreeks naar de Oeral getrokken waar hij machines bouwde voor de plaatselijke bedrijven. Hier moet worden aangestipt dat de stoommachine reeds vroeger in de Oeral haar intrede had gedaan.

De eerste was ontworpen in 1798 in

de *Chumeshevsky*-kopermijn door de gezamenlijke inspanningen van de Engelse meester *Jozeph Hill* en de Russische mechaniker *Pavel Frolov*. In 1803 probeerde *Lev Sabakin* een stoommachine op te richten in de goudmijn van *Beriozovsky*, maar slaagde daar blijkbaar niet in.

In 1804 installeerde *Major* de eerste machine in het *Yugovsky*-bedrijf van koopman *Knauf*, gevolgd door de machines van de bedrijven van *Bogoslovsky*, *Sysertsky* en *Stroganov'*. Hoewel *Major* zijn eerste machines bouwde ter plaatse in het bedrijf van de klant, en met diens werklieden, was hij toch in 1823 al bezitter van een eigen constructie-atelier.

Na *Major*, en gelijktijdig met hem, begonnen ook Russische specialisten stoommachines te produceren. De namen van *A.S. Vyatkin*, die in 1815 de eerste stoommachine van het *Verkh-Isetsky*-bedrijf bouwde, en *P.G. Sobolevsky*, die een tijdje later de constructie van machines voor stoomboten op gang bracht in het *Pozhevskoi*-bedrijf, zijn wel bekend. Een belangrijk aantal stoommachines van verschillend type werden in de *Nizhne-Tagilsky*-bedrijven ontworpen door vader en zoon *Ye. A.* en *M. Ye. Cherepanovs*, de uitvinders van de eerste Russische stoomlocomotief (1834). Toch moet de Britten worden nagegegeven dat het hun technologische ervaring was die de hierboven genoemde - en niet vernoemde - Russische specialisten tot handelen had aangezet. Na de uitvinding van een stoommachine voor alle gebruik in de tweede helft van de 18e eeuw, werd het jaar 1839 gekenmerkt door een andere Britse nieuwigheid op het gebied van de toepassing van stoomkracht - de stoomhamer. Deze uitvinding van *James Nasmyth* verspreidde zich al vlug over de gehele wereld. De stoomhamer kwam ook in de Oeral in gebruik.

Eerst en vooral werden pogingen ondernomen de stoomhamers op de smederij toe te passen. Reeds in 1841 werd één der eerste in haar soort in het bedrijf van *Nizhne-Tagilsky* in werking gesteld. De hamer liep op restgas van twee ovens, hoewel slechts met gedeel-

telijk succes - de kracht van de boiler bleek onvoldoende te zijn. Pas in 1845-1846 werd, na de aankomst van *P. Mokeev*, die in het buitenland was opgeleid en Engeland had bezocht, een stoomhamer van 12 Pk opgericht in een ander bedrijf van het *Nizhne-Tagilsky*-district : in *Laisky*.

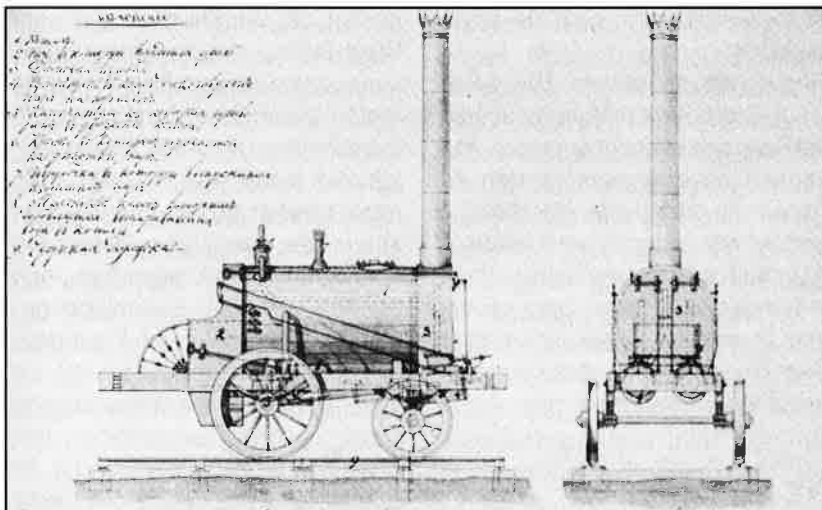
Hoe dan ook, het min of meer verspreid gebruik van stoomhamers dateert pas vanaf de zestiger en zeventiger jaren van de 19e eeuw. De meeste van hen in het *Verkh-Isetsky*-district. Daar pionierde de manager *Circulon* in de bouw van stoomhamers, actief opgevolgd door *I. Kotlyarevsky* op de overgang van de zestiger naar de zeventiger jaren. Binnen de eerste drie jaar van zijn beleid waren reeds 29 stoomhamers in werking gesteld in de verschillende bedrijven van het district. Alle werkten op restgas van de ovens. Parallel met het *Verkh-Isetsky*-district introduceerde men gelijkaardige machines in de *Stroganov*-bedrijven van de *Kyshtymsky*-, *Serginsko-Ufaleisky*-, *Shaitansky*-, *Alapayevsky*- en *Neviansky*-districten. In 1876 werd een gespecialiseerde smederij uitsluitend met stoomhamers uitgerust in het *Chernokholunsky*-bedrijf.

In de puddelproductie waren zelfs al eerder dan in de smederij stoomhamers van verschillende types, veelal zelfs van buitenlandse makelij, in gebruik genomen. Hierna volgen de gegevens van een aantal bekende voorbeelden - uitgebreide informatie over het geheel der stoomhamers in de Oeralbedrijven is niet beschikbaar.

1845 - in het *Kamsko-Voltinsky*-bedrijf werkte een 4 ton wegende stoomhamer van Saksische makelij om grote blokken metaal te bewerken

1848 - in het *Nizhne-Saldinsky*-bedrijf stond een stoomhamer voor het pletten van loepes, in 1850 werd die vervangen door een krachtiger model afkomstig vanuit Frankrijk

1852 - een stoomhamer van 2,5 ton van het systeem *Nasmyth* werd in het *Kamsko-Voltinsky*-bedrijf geïnstalleerd voor de bewerking van verschillende soorten plaatijzer



Ontwerptekening van de eerste Russische stoomlocomotief ontworpen door Ye. A. (1774-1842) en M. Ye. (1803-1849) Cherepanovs, naar Ammos Cherepanov, 1834.

(uit: Museumcatalogus 'The Nizhny Tagil Museum-Reserve, Sverdlosk 1988)

Standbeeld te Nizhny Tagil opgericht op het schouwburgplein ter nagedachtenis van de constructeurs van de eerste Russische locomotief anno 1834, de gebroeders Cherepanov.

(foto Guido Deseyn, Evergem)

Stoommachines in de Oeral : de Mednorudyansky-mijn (eerste helft 19e eeuw). Naar olieverfschilderij van P.F. KHUDOYAROV.

(verzameling Nizhne-Tagilsky-Ecomuseum van het Mijnwezen in de Midden-Oeral)



1853 - het *Nizhne-Tagilsky*-bedrijf nam in dat jaar een stoomhamer voor het bewerken van zware voorwerpen in gebruik. Om deze machine in werking te stellen en de plaatselijke werklieden op te leiden werd de Engelse meester *Inglis* aangetrokken

1859 - in een puddelatelier van het *Sysertsy*-bedrijf leverde men vanuit Engeland twee stoomhamers ter vervanging van twee oudere

1862 in het *Nizhne-Kyshtymsky*-bedrijf ontwierp men een stoomhamer om loepes te pletten en gewelde smeedstalen staven te vervaardigen. In hetzelfde jaar was in het puddelatelier van het *Alexandrovsky*-bedrijf een 700 pood stoomhamer in gebruik.

1864 - de puddelovens van de *Kamsky*-wapenfabriek werden gecombineerd met een stoomhamer van het systeem *Delin*

1865 - in het *Nizhne-Isetsy*-bedrijf legde men de laatste hand aan een puddelatelier uitgerust met een stoomhamer

1871 - in het puddelatelier van *Verkhne-Serginsky* was een stoomhamer van het systeem *Morrison* met een gewicht van 1,5 ton in werking

1880 - bij het *Yugo-Kamsky*-bedrijf werd een stoomhamer van het systeem *Seller* aangewend om de loepes en ballen te pletten.

Het geheel van stoommachines en stoomhamers in de bedrijven van de Oeral was nochtans eerder onbeduidend. Tot de late 19e eeuw bleef het grootste gedeelte van machines en mekanieken aangedreven door waterwielen en -turbines.

Hoger vermeld kort overzicht gaat aan een groot deel andere Britse technische uitvindingen, toegepast in de bedrijven van de Oeral, voorbij. Toch kunnen uit bovenstaande gegevens volgende conclusies worden getrokken:

- in de 19e eeuw bereikte de informatie van de allerlaatste Britse technologische verwezenlijkingen binnen de paar maanden na hun bekendmaking in Engeland, Rusland en het Oeralgebied. Daardoor werden gedurende vele jaren experimenten met deze technologieën uitgevoerd in de Russische bedrijven.



- technische achterstand van de Oeraalse metaalnijverheid in die periode was te wijten aan het extreem langzaam tempo van het de omzetting van theorie naar praktijk eerder dan aan het gemis aan de nodige technische kennis, ervaring, kunde of de introductie tot de nieuwe technieken.

Hierbij komt steeds dezelfde vraag terug : hoe konden de Russische specialisten toegang krijgen tot de laatste, en in vele gevallen geheime technische informatie?

SYSTEEM VAN VERSPREIDING VAN BUITENLANDSE TECHNOLOGISCHE ERVARINGEN IN HET OERALGEBIED

Het doel van dit werk is een coherente uitleg te vinden voor het staats-systeem dat betrachtte de technische ervaring van de buitenlandse metaalbedrijven over te planten in Rusland.

Het is historisch vastgesteld dat het de staatsstructuren waren die de leiding hadden over deze dure en min of meer obscure activiteiten. Slechts enkele fabriekseigenaars vonden het de moeite waard op eigen kosten over de grenzen heen technische vernieuwing te gaan zoeken. De staatsmachine daarentegen beschikte over heelwat potentieel. In de 19e eeuw kenden agenten in of bij het netwerk van het Departement voor Mijnbouw en Zoutzaken bijna alle min of meer bekende mijn- en metallurgische bedrijven van Europa en Amerika. De staatsbedrijven schenen dus een soort van proef- en trainingsterreinen te zijn, waar de buitenlandse technieken aan de plaatselijke omstandigheden werden aangepast en in gewijzigde

vorm overgebracht naar de privé-bedrijven.

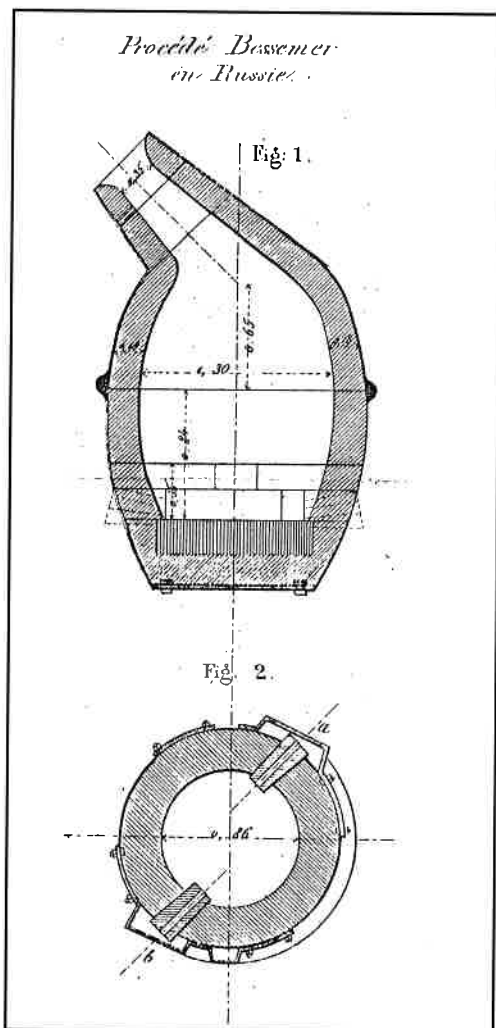
Gedurende de gehele 19e eeuw bleef Groot-Brittannië in focus van het Russische Mijndepartement. Alle vormen en methodes werden de Russische agenten ter beschikking gesteld om de technische informatie vanuit de Britse metaalnijverheid in handen te krijgen. Zakenreizen van Russische specialisten naar Engeland bewezen daarvoor van onschatbare waarde te zijn.

DE RUSSEN IN GROOT-BRITTANNIË. INDUSTRIËLE SPIONAGE (3)

Het waren geen speciaal daarvoor getrainde spionnen, maar mijnofficieren die een belangrijke rol speelden in het vergaren van de laatste technische informatie. Hier moet worden aan-

gestipt dat dergelijke reizen naar West-Europa om de laatste gegevens van de verwezenlijkingen in de metaalnijverheid en de mijnindustrie te bestuderen voor hen de gewenste zaak van de wereld waren. In de regel werden alleen diegenen gestuurd die reeds een technische opleiding en goede praktijkervaring hadden naar het buitenland gestuurd. De minister van Financiën, *Ye. F. Kankrin* verklaarde dit als volgt : het is veel voordeliger voor de staat "... naar het buitenland ervaren officieren te zenden die al in de staatsbedrijven hebben gewerkt, omdat zij in staat zijn de eigen productie met de buitenlandse te vergelijken, de beste en meest geschikte methodes te kiezen en die in de eigen bedrijven ook te introduceren".

Verschillende soorten van zakenreizen kunnen hier worden onderscheiden. De zogenaamde 'reis op verlof' werd algemeen toegepast. In prin-



De Revue Universelle des Mines, de la Métallurgie, des travaux publics, et des sciences et des arts appliqués à l'industrie bericht in 1866 :

"Het Bessemer-procédé in Rusland.

De introductie van het Bessemer-procédé in Rusland klimt op tot de lente van 1863. De eerste proeven werden ondernomen in het Wotzink-district (Wiatka) (...) Diverse soorten gietijzer uit de Oeral werden hierbij getest, doch de beste resultaten werden bekomen met een grijs gietijzel gesmolten met houtskool te Werchneturinsk (Verkhneturinsky-bedrijf) (...) De Bessemer-converter werd in Rusland onderworpen aan diverse interessante verbeteringen, o.a. in het Nizhnetagilsky-bedrijf van prins Demidoff, zoals op bijgaande afbeelding zichtbaar. (...) De resultaten bekomen in de Oeral gedurende 9 maanden bij middel van dit apparaat waren zeer bevredigend (...)

(verzameling MIAT, Gent)

cipe kon elk ingenieur van de staatsmijnbedrijven aan de departement van Mijnbouw en Zoutzaken vragen hem een verlof in het buitenland toe te kennen voor een door hemzelf bepaalde periode, met het doel er die bedrijven, fabrieken en mijnen te bezoeken waarin hij was geïnteresseerd. Bij dergelijke gelegenheden werden de reiskosten niet vergoed, terwijl het loon van de ingenieur verder op de plaats van diens tewerkstelling werd uitbetaald. Het departement stond dergelijke reizen slechts toe op de uitdrukkelijke voorwaarde dat de officier verplicht was naar zijn dienst terug te keren en er rapport uit te brengen van alles wat hij mocht hebben gezien. Over het algemeen waren dergelijke reizen van eerder lange termijn - tot verschillende jaren olopend. Gedurende zulk een periode was er voor de mijningenieurs genoeg tijd cursussen te lopen én te beëindigen in de beste technische hogescholen van West-Europa.

Naast deze buitenlandse verloven waren korte-termijn-verloven met één of andere missie, zoals de bestudering van zekere technologieën, om materieel aan te kopen voor Russische bedrijven, om deel te nemen in de Russische afdeling bij internationale tentoonstellingen, in zwang. In dergelijke gevallen betaalde de Russische staat alle onkosten. Meer nog, elke ingenieur beschikte bovendien over een nogal belangrijke som geld in cash voor onvoorziene omstandigheden, waarschijnlijk te associëren met industriële spionage.

Tenslotte werd in 1830 een post van permanente agenten in de Russische missies en ambassades aangeduid, die eveneens door mijningenieurs werden ingenomen. Zij moesten alle activiteiten van technische spionage leiden en organiseren. Eerst waren dat slechts twee agenten : de eerste met standplaats Parijs, de tweede in Berlijn. Beiden waren verantwoordelijk voor zowel de werking in de landen van hun woonplaats, als voor die der naburige landen.

De ingenieurs konden beschikken over gediversifieerde middelen om technische informatie in te winnen. Het eerste en verweg het belangrijk-

ste was het systeem van aanbevelingen. Vóór ze naar het buitenland vertrokken werden de Russische specialisten met een eerder indrukwekkende lijst aanbevelingsbrieven, van de hand van mannen van gewicht in één of ander land. In het geval van Groot-Brittannië konden dit Engelse specialisten in Russische dienst zijn, agenten die op commissie Russisch metaal in Engeland verkochten, geschoolden en professoren aan mijnacademies wiens wetenschappelijke interesse met Rusland was verbonden.

Ongelukkig genoeg leverden dergelijke overtuigende aanbevelingen niet in om het even welke zaak resultaten op. De industriële geheimen, en in het bijzonder de laatste innovaties, waren zowel in Groot-Brittannië als in andere landen, strikt beschermd. Het voorbeeld van *Lev Sabakin* bewijst het voorgaande : terwijl hij het recht had verworven de produktie van stoommachines in de fabriek van *Boulton & Watt* te mogen observeren, werd hem, ondanks de officiële toelating alles getoond... behalve de machines zelf. *Sabakin* vertelde dit als volgt : "*Ze verkiezen het eerder mij te onderhouden met mij in hun tuinen rond te leiden in plaats van in hun fabrieken en bedrijven*".

Bij dergelijke gelegenheden namen de Russische spionnen, zonder de minste gêne of verlegenheid hun toevlucht tot onverheeldde omkoperij van lagere ambtenaren, meesters en arbeiders van de Britse bedrijven. Dit is nog interessanter gezien vanuit het feit dat deze spionageactiviteiten door de Russische diplomaten in Groot-Brittannië geïnspireerd en geïnstrueerd werden. Zo kon het zijn dat in de late 18e eeuw meester *Fiodor Borzov* van *Kronstadt*, als antwoord op zijn klacht rond de obstakels die hij vanwege de Engelsen ondervond bij de studie van de werking der stoommachines, onomgewonden vanwege de Russische diplomaat *Simolin* als raad te horen kreeg : "*...die plaatsen te zoeken waar recent uitgevonden vuurmachines in werking waren gebracht met de bedoeling er een goed en precies idee van te verwerven. De werklieden die de machines bedienen zullen voor een halve kroon*

om het even wanneer gewillig alles wat gewenst wordt tonen en uitlegen".

In de vroege 19e eeuw werd de instructie in industriële spionage aan de pas in Engeland aangekomen *markscheider Furman* door de gevolmachtigde ambassadeur, graaf *Vorontsov* in eigen persoon uitgevoerd.

Regelmatig werden de Engelsen zélf (buiten de specialisten in Russische dienst) met netelige en geheime opdrachten belast. In de herfst van 1838 kon de kolonel in Russische dienst *Armstrong* met succes de Britse wapenfabriek onderzoeken. De geschiedenis van deze mijningenieur is uiterst merkwaardig. Na te zijn afgestudeerd aan de universiteit van *Edinburgh*, kwam hij in Rusland aan en werd tewerkgesteld in de *Olonetsky*-mijnen in rang 14 als ploegbaas. De carrière van *Armstrong* verliep er meer dan succesrijk : binnen de tien jaar was hij directeur van het bedrijf. Vanaf 1843 werd hij directeur van de Beurs van Sint-Petersburg, post die hij gedurende 15 jaar behield. In de herfst van 1861 vierde het Departement van Mijnbouw en Zoutzaken het gouden dienstjubileum van luitenant-generaal *Armstrong*, lid van de Raad en Academisch comité van het korps van mijningenieurs.

In 1842 werd mijn-mekanieker *Tate* van de Oeraalse bedrijven, voor verschillende maanden naar Groot-Brittannië gezonden "*.. om er de nieuwste Britse mijntechnieken te bestuderen om ze achteraf in onze bedrijven toe te kunnen passen...*". In dit geval moest *Tate*, een Brits onderdaan met een kontrakt in Rusland, voor het grootste deel op de persoonlijke connecties vertrouwen. In 1843 is de Russische vice-consul in Newcastle *John Carr* met een waardevol geschenk bedankt - de ring van de tsaar. Als Brits onderdaan had hij, zoals het de keizer werd gerapporteerd "*... gedurende verschillende jaren in Engeland zijn best had gedaan om aan verschillende opdrachten vanwege ons Mijndepartement te voldoen*". Tegenwoordig bestaan geen complete gegevensbanken meer om een

volledig licht te kunnen werpen op het geheel van Russische spionageopdrachten in Groot-Brittannië. Toch kan door de beschikbare bewijzen, de hoofdrichtingen en het volume werk uitgevoerd door de Russische ingenieurs in het buitenland, en in het bijzonder in Groot-Brittannië worden afgeleid. Sommige voorbeelden zijn hieronder weergegeven.

In 1847 zond men een Russisch mijningenieur naar Engeland en België om er de technologie van de kanongietery zonder verdere uitboring te bestuderen naast de methodes van koolmijnexploitatie.

In 1860 trok de mijningenieur-kapitein *Tatarinov* aangesteld als leraar in de mijnontginning aan het Mijnbouw-instituut, gedurende de vakantieperiode op bevel voor drie maand

naar het buitenland "... om er de trainingsmethodes van de mijnbouwkunde te bestuderen gebruikt in Parijs, London, Luettich (Liège) en Freiberg".

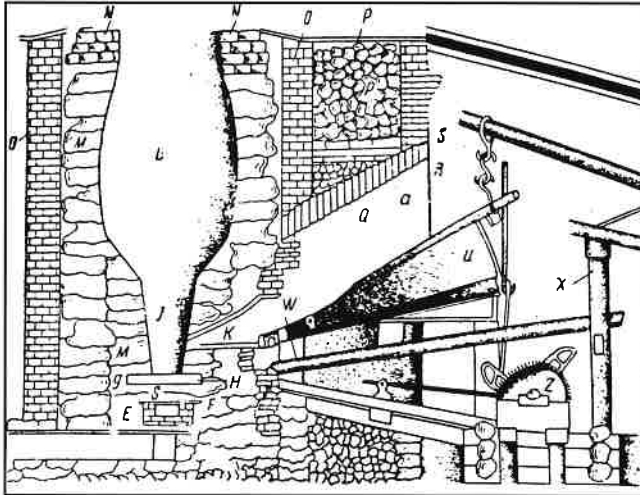
In 1862 werd een verlof van vier maanden verleend aan de directeur van het Departement van Mijnbouw en Zoutzaken, majoor-generaal *Gerngross*. Als lid van een internationale commissie van experts moest hij participeren in de opbouw van de Londense industriële tentoonstelling en moest daarnaast eveneens de beste bedrijven van Groot-Brittannië, België en Frankrijk te bekijken.

In hetzelfde jaar werd een groep bestaande uit 2 mijningenieurs en 1 mechaniker op een eerder eigenaardige missie naar Engeland en Zweden gestuurd "... om er het proces van de Bessemer-productie te bestuderen" alsook om een bestelling te plaatsen voor stalen kanonnen "... met het doel het staal van de kanonnen aan een test te onderwerpen en eveneens een meer gedetailleerde observatie mogelijk te maken daar waar een grootschalige productie van Bessemer staal is geïntroduceerd".

In 1865 ging de kapitein-junior

Cholostov op zakenreis naar Groot-Brittannië, België, Duitsland en de USA "...voor praktische training in het gieten van kanonnen van groot kaliber volgens de Amerikaanse methode, evenals de hoogovenproductie en de organisatie van de bedrijven in zijn geheel".

In 1868 werd een eerder merkwaardige missie succesvol afgerond in



Doorsnede van een hoogoven-type in gebruik in de Midden-Oeral in de 18e eeuw, o.a. te Nizhny Tagil. Reeds in die periode introduceerde men westerse - hoofdzakelijk Engelse - technologie.

(verzameling Guido Deseyn, Evergem)

Groot-Brittannië, Duitsland, België en Frankrijk door mijningenieur *Grammatchikov II*. In 1861 hadden, onder invloed van de slaven-emanipatie, de Russische staatsbedrijven overgeschakeld op gehuurde mankracht. Daarvoor moest *Grammatchikov* de condities van bestaande en werkende staatsmijnen in die streken, waar gehuurde arbeid reeds lang in zwang was, onderzoeken. Hij onderzocht :

a) "... de bestaansmiddelen van de staatsmijnen in het buitenland, de standaard van hun economie, en de jongste innovaties".

Daarnaast was het hem bevolen b) "de analyse te maken van de belangrijkste bepalingen betreffende de mijn- en metallurgiesector, staats- en private bedrijven en mijnen, naast de reglementering van de technische en financiële verslagen", en ten laatste

c) alle mogelijke gegevens te verzamelen i.v.m. mijntaksen, de inspectie door de schatkist van de mijnindustrie, de positie van de mijnwerkers, taksen en plichten waaraan ze werden onderworpen naast de structuur en de activiteiten van de mijn-gemeenschappen en de vormen van hun sociale zekerheid".

Naast beknopte instructies bij hun vertrek naar het buitenland, werden de Russische ingenieurs voorzien van een gedetailleerde takenlijst. De voorschriften gegeven in 1863 aan mijningenieur kapitein *Felkner* kan hier als voorbeeld worden aangehaald om de inhoud van een dergelijke lijst te illustreren. De directeur van het departement van Mijnbouw en Zoutzaken, majoor-generaal *V.K. Rachette* beval *Felkner* tijdens zijn reis volgende punten te vervullen :

"Tot een overeenkomst te komen met bedrijfseigenaars in België, Duitsland, Groot-Brittannië en Frankrijk en voorbereidende gesprekken te voeren over de aankoop van volgende machines :

a) een blaasmachine voor de Oeralbedrijven groot genoeg voor de produktie van 600 pood gietijzer (in een Bessemer-converter) tegelijkertijd ... evenals de belangrijkste onderdelen voor een stoomhamer van het type *Morrison* met een gewicht tot 1.000 pood (15 ton) met 'double-acting' stoom,

b) voor het *Olonetsky*-bedrijf een gelijkaardige 15 ton *Morisson*-stoomhamer, een hogedruk cilindrische blaasmachine en een machine voor het ponsen van gaten in stookketel-plaatijzer en en het korten van de hoeken van deze laatste...

Daarbij beveelt het Departement van Mijnbouw en Zoutzaken u het volgende gedurende uw verblijf in het buitenland :

1. Zoveel mogelijk informatie te vergaren over de montage van een stoomhamer en zijn onderdelen, zich concentrerend op de fundering, zo dat bij terugkomst hij in staat zou zijn *Petrozavodsk* en de Oeral te voorzien van het nodige op dit vlak; en in de praktijk alle voorschriften en regels te kunnen tonen nodig voor het monteren en in werking stellen van de hamer.

2. De preciese kwaliteit en samenstelling te definiëren om het ijzererts tot gietijzer te verwerken voor verdere conversie tot Bessemer-staal, en of het mogelijk is dit gietijzer te verwerven en aan welke prijs.

(...)

4. Tot in elk detail de lokatie van de ateliers van de 'workshops' te be-

studeren alsook van alle benodigheden en ovens gebruikt voor het Bessemer-proces overal waar dit mogelijk is.

5. Zo veel mogelijk ijzer- en staalbedrijven te observeren die plaatijzerbekleding produceren en geen enkele kans laten voorbijgaan gedetailleerde gegevens te verzamelen over deze produktie en ze zelfs te bestuderen; en te beslissen of het nodig zou zijn een deskundige te inviteren om deze produktie in Rusland te introduceren en de voorwaarden te bepalen voor diens akkoord.

6. Positieve gegevens te verzamelen over het soort wapeningsplaten die in Groot-Brittannië gebruikt worden om schepen te beslaan

(...)

9. Om met deskundigen op het gebied van de produktie van Bessemerstaal te discussiëren of het al dan niet voordelig zou zijn dit laatste te converteren naar gietstaal.

(...)

11. Om gelijkaardige gegevens te verzamelen om een stoker te inviteren, en een meester in behamering van zware objecten, en kanonnen in het bijzonder".

In tegenstelling met de staatsingenieurs werden deze der privaatbedrijven slechts uitzonderlijk door de fabriekseigenaars naar het buitenland gezonden. Het bewijs dat de mechaniker *Ye. A. Cherepanov* van *N.N. Demidov's Nizhne-Tagilsky*-bedrijf een bezoek bracht aan een Brits bedrijf stamt uit 1821. In 1833 ondernam ziens zoon, *M. Ye. Cherepanov* een identieke reis. Hij werd gezonden om in Engeland : "... het walsen van staven puddelijzer, of van het beste ijzer in geval van nood; cementering en smelting van staal zoals daar werd gemaakt; verschillende stoommachines; draaibanken en andere 'mills'; mijnbouw, sinteren en smelten van ijzererts" te bestuderen. Natuurlijk werden alle onkosten door de fabriekseigenaar vergoed. De toelating tot de Britse bedrijven werd mogelijk gemaakt door *Demidov's* agent in Engeland *E. Spense*.

Het grootste gedeelte van de informatie in het buitenland gewonnen werd wel aan iedereen gegeven die

er gebruik van wou maken. De leidinggevende verdeler van de laatste technische informatie op het gebied van mijnbouw en metaalproduktie was de '*Gorny Zhurnal*', die zowel de reisverslagen der ingenieurs publiceerde als vertaalde artikels van buitenlandse technische periodieken.

MATERIAAL UIT DE 'GORNY ZHURNAL' OM-TRENT DE BRITSE METAALINDUSTRIE

In het Rapport aangevraagd voor Zijne Majesteit's Keizerlijke toestemming door de Minister van Financiën op de Publicatie van '*Gorny Zhurnal*', bevestigd door tsaar *Alexander I* op 28 februari 1825 werden de taken van de nieuwe editie als volgt omschreven : het verspreiden van "de informatie en ontdekkingen op dit gebied in zijn geheel, en in het bijzonder de kennis der mijnambtenaren verbeteren omtrent de vorderingen van geheel wetenschappelijk Europa" Het Academisch Comité voor Mijnbouw en Zout van de Militaire Mijnbouwschool werd een editoriale raad van het tijdschrift. In de gehele 19e eeuw waren de kosten van uitgave hoger dan de inkomsten, het tekort werd bijgepast door het Departement van Mijnbouw en Zoutzaken. Jaarlijks werd ca. 3.000 roebel voor dit doel uitgetrokken. Na 1860 stegen die subsidies zelfs tot 5.000 roebel. Vanaf het eerste nummer spreidde het tijdschrift levendige en aanhoudende interesse tentoon in de verwezenlijkingen van de Britse metallurgische en metaalverwerkende bedrijven. De derde sectie van het eerste nummer, 'Bedrijvenproduktie', werd geopend met een vurige speech van mijningenieur *P.G. Sobolevsky* betreffende de Britse industriële innovaties :

"De dominantie van Engeland in bijna elke sector van de industrie is verbazingwekkend. De onafgebroken stroom van uitvindingen en de realisatie van vele verbeteringen op alle vlakken van fabricage en bedrijfsproduktie hebben de oude methodes voor het bekomen van

produkten van verschillende soorten verbeterd. Ze hebben van Engeland de absolute koploper gemaakt op technisch gebied en bezwezen een onuitputtelijke bron te zijn voor het nationale welzijn en de vergroting van de macht van de overheid en de opbloei van het volk. Grote bedrijven stichtend, machtige machines ontwerpend die de arbeid uit een groot aantal handen overnemen, immense kapitalen in bedrijven samenbrengend en vele andere progressieve ondernemingen, kunnen zij als levendige bewijs dienen van zowel de macht van Groot-Brittannië als de welvaart van zijn bevolking. Vandaag is geen van de ander Europese staten superieur in zijn fabricages, fabrieken en bedrijven aan de Britse, er valt hen niets anders te doen dan grotendeels deze laatste proberen te imiteren, die gekarakteriseerd zijn of door de perfecte kwaliteit van hun produkten, of de meest passende manier van fabriceren, of de hoeveelheid en het aantal van de produkten'.

Tussen de problemen waarvan de de 'Gorny Zhurnal' berichtte in zijn publicaties over Groot-Brittannië kunnen verschillende hoofdstromingen worden onderscheiden.

Een serie van artikels was gewijd aan de studie van de historische roots van de voordelen der 19e eeuwse Britse metaalverwerking. Sommige werken van Franse specialisten, vertaald voor 'Gorny Zhurnal', evenals van Russische ingenieurs, behandelden de eerste pogingen in de 17e eeuw van het smelten van gietijzer met steenkool. Het puddelproces bleef echter van het grootste belang voor de auteurs en lezers van het tijdschrift, en dit omdat de meeste Russische bedrijven gietijzer bleven smelten met behulp van houtskool, terwijl zowat overal elders de puddelmethode werd toegepast. Parallel aan de uitvindingen van Cort, beschouwden de Russische metallurgisten de overgang sinds 1819 van droog puddelen naar het verhit puddelen als een belangrijke vooruitgang.

Bijna elk artikel over de Britse industrie bevatte wel enkele statistieken, en sinds de tweede helft van de 19e

eeuw liet het tijdschrift zich in met publikaties over speciale statistische onderzoeken. Dit behelsde jaarlijkse overzichten met gedetailleerde tellingen van werkende Britse bedrijven, hoogovens, puddelovens, Bessemer-convertors, Martin-ovens, walsen en andere, en met exacte schattingen van de productie van gietijzer, ijzer en staal in verschillende jaren. Daarnaast werden gegevens over Groot-Brittannië gepubliceerd in verschillende tijdschriften van mijnproductie in Europa of de gehele wereld. Een eerder interessant essay over de ontwikkeling van de gietijzerproductie in Groot-Brittannië gebaseerd op gegevens uit het Duitse 'Stahl und Eisen' was van de hand van de mijnningénieur en professor aan de mijnbouwschool I. Timme. Dit essay suggereerde informatie omtrent het aantal hoogovens, hun jaarlijkse en dagelijkse productie gedurende 150 jaar - van 1740 tot 1895.

De verslagen van de Russische ingenieurs over hun buitenlandse reizen in verschillende jaren droegen in grote mate bij tot de opbouw van de 'Gorny Zhurnal'. Ontelbare en unieke gegevens omtrent de uitrusting van verschillende Britse bedrijven, de details van het gebruik van verschillende technische toepassingen en vele andere dingen werden in die verslagen onthuld. Zo schetste junior kapitein Grammatichikov in 1853 een van de bedrijven in Staffordshire als volgt :

"... wanneer ze de puddel- en herverhittingsateliers lokaliseren, streven ze ernaar zo veel als mogelijk rekening te houden met de verschillende stadia in de operaties bij het proces betrokken, bijvoorbeeld in één atelier de puddelovens, hamers, pletterij en walsen voor het voorbereidend walsen. In een tweede aanpalend atelier - de herverhittingovens, hamers, walsen, scharen voor het snijden van speciaal ijzer. In een derde - ovens en andere benodigheden voor de productie van plaatijzer voor ketels en andere soorten ijzer. Het idee is schitterend en kan makkelijk en met grote voordelen in praktijk worden gebracht bij de bouw van elk nieuw bedrijf, maar bij reeds bestaande kan het nauwelijks gerealiseerd

worden zonder aanzienlijke uitgaven".

Hoe dan ook, het grootste deel van het materiaal van de sectie 'Bedrijfsproductie' van 'Gorny Zhurnal' is geassocieerd met de opkomst van technische en technologische nieuwigheden, met pogingen om de bedrijfsuitrusting en technologieën te verbeteren. Grote aandacht werd besteed aan de Russische technische verwezenlijkingen.

Enkele titels van artikels volgen hierna.

Het nummer 7 van 1836 bevatte twee artikels van mijnningieurs in Russische dienst gewijd aan de introductie van hete lucht in de hoogovenproductie. In het eerste artikel beschreef kolonel Armstrong, op grond van zijn eigen ervaringen, meestal in Engeland, de geschiedenis van deze uitvinding en identificeerde de voornaamste types van in de wereld gebruikte heteluchtovens, en benadrukte zowel hun tekortkomingen als hun verdiensten.

Een samenvattende tabel, samengesteld door de junior kapitein Barantsov, waarin de schattingen voor koude en heteluchtsmelting van hoogovens in Groot-Brittannië, Frankrijk en Duitsland werden vergeleken, is aangevuld en schitterend geïllustreerd door het materiaal van Armstrong.

Naast de verslagen der mijnningieurs, verschenen ook enkele vertaalde werken van Engelse auteurs (meestal zonder hun toelating). Zo werd ook via deze - eerder piratenpraktijk, een artikel van Palmer gepubliceerd omtrent 'Aanwending van restgas uit de monden der hoogovens' in 1851. Het was een vertaling van een lezing op het 30e congres van Britse wetenschappers in het Eastliver-bedrijf in Zuid-Wales en beschreef het gebruik van restgas voor de luchtverhitting van hoogovens en stoomketels.

Sinds de eerste editie en tot de vroege jaren van de 20e eeuw, volgde het 'Gorny Zhurnal' aandachtig de groei van de puddel-technologie, met inbegrip van de eraan gebrachte verbeteringen in de Britse bedrijven.

Het is vroeger al aangestipt dat de sectie 'Bedrijfsproductie' van het tijd-

schrift geopend werd met een groot artikel van *P.G. Sobelovsky* over de Engelse, d.i. de puddelmethode voor ijzerproductie.

Op het einde de dertiger jaren en het begin der jaren veertig van de 19e eeuw, verspreidde deze methode zich in de Russische bedrijven, wat dadelijk werd weerspiegeld in een serie van artikels en nota's omtrent het puddelproces in de '*Gorny Zhurnal*'. De titels ervan tonen de problemen aan die van belang waren voor de Russische specialisten: 1845 - 'De fenomenen optredend bij de vlam in het puddelproces en herverhittingsovens'

1858-1859 - 'De kwaliteitsproeven van puddelijzer', 'Productie en toepassing van puddelijzer'

1861 - 'Het verwijderen van zwavel bij het puddelen'

1862 - 'Puddelen van mangaangietijzer'

1864-1865 - 'Machinaal puddelen van ijzer',

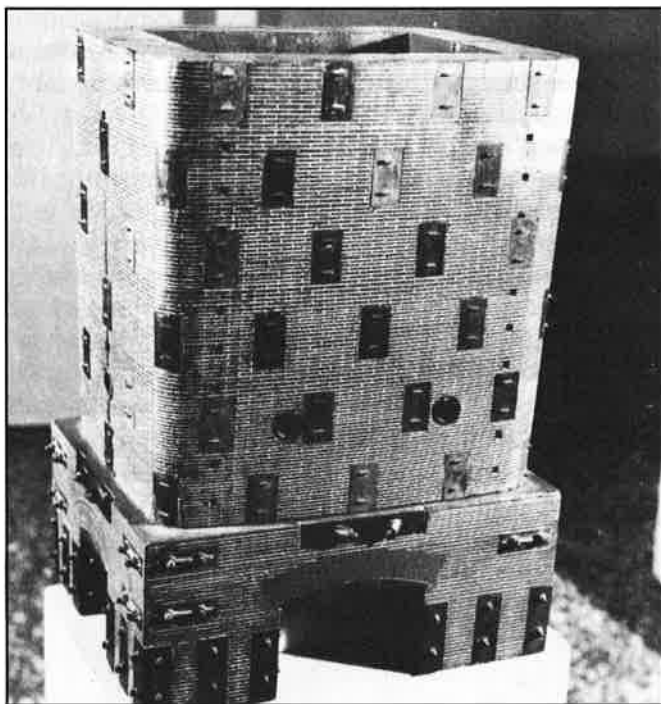
1876 - 'Het gebruik van natuurlijk gas in de puddelovens'

1879 - 'Een nieuwe puddeloven met hete lucht en herverhitte stoom'.

Een nog grotere overvloed aan gegevens kwam in het tijdschrift aan bod bij de ontdekking en de uitbreiding van de *Bessemer*-methode voor de ijzer- en staalproductie, met om te beginnen de speech van *Henry Bessemer* zélf.

Niettegenstaande de diepgang van het materiaal in '*Gorni Zhurnal*', verlicht met vele tekeningen, konden ze in de meeste gevallen niet als handleiding bij de introductie van de nieuwe methodes worden gebruikt. Dit is nogal evident gezien het feit, dat de gezamenlijke activiteiten van een meester en diens leerlingen de belangrijkste methode bleef om technologische ervaring uit te wisselen tot de late 19e eeuw.

De moderne metaalwetenschappen werden pas in de tweede helft van de 19e eeuw op punt gezet. Tot dan toe waren er grote hiaten in de kennis van de chemische en fysische processen die plaatsgrepen in het binnenste van de ovens en de haarden. De bediening ervan lag praktisch volledig in de empirische ondervinding die de smelters in vele verschillende landen en gedurende

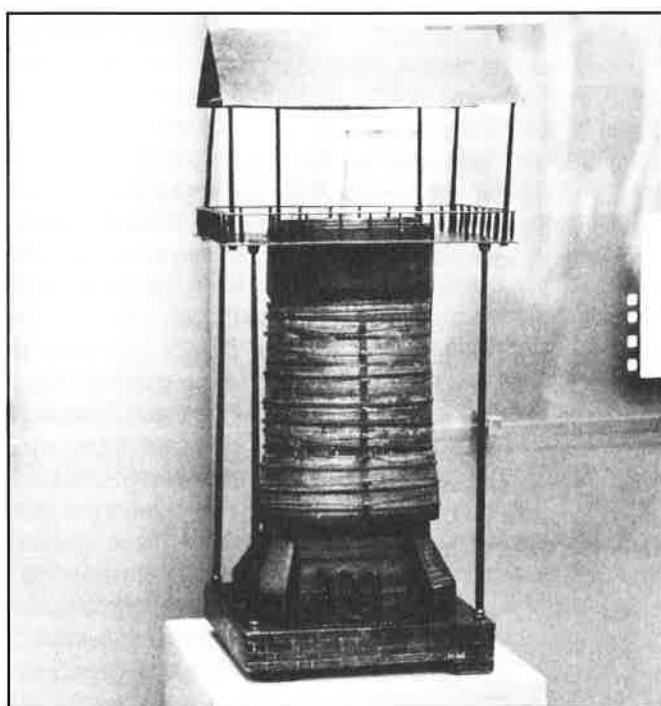


Negentiende eeuwse maquette, reconstructie van de hoogoven van *Nevjansk* uit het eerste kwart van de 18e eeuw.

(verzameling *Nizhne-Tagilsky-Eco-museum* van het mijnwezen in de Midden-Oeral)

Negentiende eeuwse maquette, model van een 'demontabele' hoogoven uit de Oeral (ontwerp *K. Frelikh*) voor de industrietentoonstelling van Ekaterinburg anno 1887.

(verzameling *Nizhne-Tagilsky-Eco-museum* van het mijnwezen in de Midden-Oeral)



verschillende generaties hadden vergaard.

Daarom konden de Oeraalse ingenieurs niet garanderen dat ovens opgetrokken identiek volgens de tekeningen en ontwerpen die in andere landen succesvol draaiden, ook hier even goed functioneerden. Ervaren werklieden die over voldoende ervaring beschikten in het bedienen van dit soort ovens, haarden en mechanieken werden de allereerste voorwaarde waarvan het succes van de Oeraalse metaalnijverheid afhing.

BRITSE SPECIALISTEN

In de 18e eeuw groeide de traditie om nieuwe technologieën in de Oeral te introduceren door buitenlandse specialisten uit te nodigen. Deze trend werd ingezet door de hoofden van de 19e eeuwse mijnindustrie. Na te zijn teruggekeerd van een buitenlandse zakenreis, creëerde de *markscheider Furman* in 1810 zijn programma ter promotie van de metaalverwerkende industrie in Rusland in volgende voorstellen: *"Een aantal specialisten uit het buitenland te vragen bedreven in het vervaardigen van zeisen, messen, draad, staal en alle mogelijke stalen en ijzeren goederen, om een bedrijf mee op te richten en het te gebruiken om de verspreiding van deze kunsten over het gehele land te bewerkstelligen"*.

In 1853 schreef de eigenaar van één der grootste mijn-districten van de Oeral, *N. Vsevolozhsky* het Departement van Mijnbouw en Zoutzaken, dat de verbetering van de mijn- en metaalverwerkende industrie eerst en vooral "... een modelbedrijf nodig had voor de praktische training voor de werknemers der bedrijfseigenaars in de verschillende mijnbouwacties volgens de aangenomen methodes (...) zo dat de leerperiode 4 tot 5 jaar zou duren, al naar gelang de geboekte vooruitgang, en elke werkgever zou het recht moeten behouden niet meer dan 3 subjecten van elke individuele operatie aan te leren".

Gelijkaardige gedachten over de ontwikkeling van de mijnindustrie

werden niet alleen verklaard, maar ook in de praktijk gebracht. Gedurende de 19e eeuw bereikten honderden buitenlandse specialisten de Oeral. Een belangrijk, doch niet het grootste gedeelte ervan waren Engelsen. Als we vandaag hun activiteiten beschouwen, moeten we niet alleen wat hun handen hebben gewrocht bekijken, het feit dat zij alle wat ze wisten met de Russische meesters hebben gedeeld is van niet minder, zelfs van méér belang. In de Oeraalse bedrijven werden de Engelse werklieden meestal in de metaalverwerkende en constructieateliers aangeworven. Met uitzondering van de puddeltechnologie, werden alle ander technologieën, alhoewel van Britse design, aangepast met de hulp van Franse en Duitse ingenieurs, techniekers, smeltmeesters. Belangrijke technische hulp werd ook door de Zweedse specialisten geleverd.

Reeds in de late 18e eeuw, meer precies in 1772, bouwde de reeds vroeger vermelde Engelse mechaniker *Joseph Hill* in het *Chermozsky*-bedrijf één der eerste walsen in de Oeral. In 1809 ontwierp en construeerde nog een Engels mechaniker, *Harley* in één der *Goroblagodatsky*-bedrijven een pletmolen aangedreven door waterwielen, die nochtans geen verbetering in de productie met zich brachten.

De activiteiten van een ander Engels meester, *Rope*, in dezelfde bedrijven en op hetzelfde ogenblik hadden meer succes. Naast de oprichting in 1810 van goedwerkende reverbeerovens voor het produceren van verschillende gietsels, realiseerde hij in samenwerking met de Russische mechaniker *Petenkin* een volledige reconstructie van alle bedrijven van het *Goroblagodatsky*-district. Volgens dit plan werden een aantal belangrijke constructies opgericht, de meeste van hen zijn bewaard gebleven tot het begin der 20e eeuw.

Een belangrijke bijdrage tot de opleiding van gekwalificeerde machinebouwers in de Oeral werd gegeven door een fabriekseigenaar van *Sint-Petersburg*, *Berd*, Engelsman van geboorte. In de eerste

jaren van de 19e eeuw breidde hij de productie van complexe machineën uit, met inbegrip van stoommachines. De moeilijkste operaties in *Berd's* bedrijven werden uitgevoerd door gehuurde, meestal buitenlandse arbeiders. In 1805 stelde *Berd* voor aan het *Berg Board* in zijn Oeraalse bedrijven 50 tot 100 artisanale arbeiders op te leiden in de kunst van de vervaardiging van complexe machines en mechanismes. Dit was waarschijnlijk veroorzaakt door een tekort aan handenarbeid: het studieproces bestond meestal uit het praktische werk van meester en leerling.

De mijn-directeuren van de Oeraalse staatsbedrijven maakten al vlug hun vraag bekend naar machinebouwers. *Ekaterinburg* vroeg 4 specialisten "... voor het bouwen van stoommachines en 2 personen respectievelijk voor de machinebouw en de werktuigbouw".

Het *Goroblagodatsky*-bedrijf vroeg 4 stoommachinebouwers en 4 machinebedieners.

In 1806 waren alle arbeiders reeds in *Berd's* fabriek in *Sint-Petersburg* tewerkgesteld. Sindsdien bleef *Berd* punctueel deskundigen opleiden voor zowel de metallurgie als voor de wapenindustrie. De rol die *Berd* speelde in de geschiedenis van de Russische machinebouw waarde-rend, schreef de bekende historicus *V.K. Yatsunki* dat zijn bedrijf "...de eerste generatie had opgeleid van Russische machineconstructeurs".

In een latere periode, de 30 tot 50e jaren van de 19e eeuw, werd de opleiding van de arbeiders door sommige ander fabriekseigenaars uitgevoerd, allen Engels van geboorte. In het bijzonder in de jaren veertig werden de arbeiders van de Oeraalse *Kamsko-Votkinsky*-fabriek naar de mechanische ondernemingen van *Hucks* en *Tata* gestuurd. Het staatsconstructiebedrijf van *Ekaterinburg* werd het centrum van de verspreiding der nieuwste technologieën op het gebied van machinebouw, evenals op het gebied van kaderopleidingen. Naast de bevoorradings van alle staatsbedrijven met machines en mechanieken, leidde het bedrijf ook arbeiders van privaats-

bedrijven op. Een grote groep van buitenlandse specialisten, meestal Engelsen en Belgen, hadden er de leiding over. Lange tijd bekleedde de Engelse ingenieur *Tate* er de plaats van 'ingenieur van de hoofd-directie' van de Oeraalse Mijnbedrijven van de Staat (van 1836 tot 1849). Zijn opvolger, *Wigzell*, was eveneens Brit van origine. In hun functie moesten ze instaan voor de gehele uitrusting van alle bedrijven van de Oeral, naast de oprichting der machines in het constructiebedrijf van *Ekaterinburg*.

Er bestaat een sterk vermoeden dat er op verschillende tijdstippen eveneens de ingenieur-mekaniekers *Jackson* en *Squate*, de metaalbewerker *Bistam*, de specialist in het behameren van zware voorwerpen *Inglis*, en de smid *Johnson* waren tewerkgesteld.

In de tweede helft der jaren 1840 werd een grote groep Britse ingenieurs en arbeiders werden uitgenodigd in het *Kamsko-Votkinsky*-bedrijf om er de grootschalige productie van schepen en metalen rompen te organiseren. Na in 1847 in de Oeral te zijn aangekomen, bouwde de Engelsen er samen met de Russische specialisten de kotter '*Astrobad*' voor de Russische Kaspische vloot. Na de '*Astrobad*' werd aan de bouw van nog twee metalen oorlogs-stoomschepen begonnen, de '*Ural*' en de '*Kura*'. Elk van hen woog 290 ton en waren voorzien van 100 PK stoommachines.

In de meeste gevallen vervulden de buitenlanders de verwachtingen die in hen werd gesteld. Niettemin werden ook wel enkele misstappen begaan, wat kan worden geïllustreerd door het ongeval met de engelse puddeler *Talbot*.

Talbot en zijn assistent *Brown* werden begin 1849 in de Oeraalse staatsbedrijven uitgenodigd voor de introductie van een nieuwe puddelmethode en de technologie van het gemechaniseerde hamersmeden van wapenlopen. *Talbot* had reeds zijn goed vakmanschap bewezen onder leiding van het 'Artillerie-departement' in het *Sestroretsky*-bedrijf.

Beiden kwamen pas in december 1849 in het *Kamsko-Voltinsky*-bedrijf aan. Volgens hun kontrakt moesten ze binnen de vijf jaar in het *Izhevsky*-wapenbedrijf en het *Kramsko-Votkinsky*-metaalbedrijf droogschuren van een verbeterde constructie voor brandhout op te trekken, naast herverhittingovens en verschillende mechanieken voor behamering van wapenlopen, én Russische arbeiders opleiden.

De planning en coördinatie van de technische projecten sleepten te lang aan. *Talbot* was niet tevreden met de plaatselijke ateliers en machines, eiste hun complete afbraak om er nieuwe te kunnen optrekken. De heropbouw der twee grootste Oeraalse staatsbedrijven voor de wapenproductie liepen over verschillende jaren uit. Daardoor bevonden deze zich bij het uitbreken van de Krimoorlog in 1853 in half afgebroken toestand. Enkele indirecte aanwijzingen doen vermoeden dat *Talbot* en *Brown* deze daad van sabotage bewust gesteld hadden.

Nochtans dienden het overgrote deel van de Britse ingenieurs en meesters de Russische bedrijven eerlijk en oprecht. Wat waren hun drijfveren?

Meestal waren dat de hoge salarissen. *Samuel Penn* kreeg zo'n 2.800 zilveren roebels per jaar, zonder het taksvrije brandhout voor verwarming en verlichting te rekenen, en een ticket terug naar huis eens het kontrakt was beëindigd. De mecanicien *Tate* had een jaarinkomen van 1.850 zilveren roebels, zijn opvolger *Wigzell* kreeg een nog grotere som : 5.040 zilveren roebels. Naast dit loon verzekerde de onverdrotten inzet der buitenlandse specialisten hen ook zeker bescherming op lange termijn vanwege de Russische overheid.

De geschiedenis van *Penn*'s weduwe kan hiervoor ter illustratie dienen. In 1872, zo'n dertig jaar nadat het kontrakt met *Penn* met het *Kamsko-Votkinsky*-bedrijf was afgelopen, daarvoor was betaald en Rusland had verlaten, riep diens weduwe *Susanna*, behoeftig geworden met twee invalide dochters, de hulp in van het Russisch Mijnde-

partement. Haar verzoek werd onderzocht, waarbij werd vastgesteld dat van Russische zijde aan alle stipulaties van het kontrakt was voldaan. Maar omdat *Penn* nog geen veertien jaar pensioen had genoten, werd de beslissing genomen de weduwe een aanzienlijke som te schenken - 500 zilveren roebels. Hier moet worden gezegd dat er veel meer aanwijzingen bestaan van steun vanwege de Russische overheid aan specialisten die ooit in de Russische bedrijven hadden gewerkt.

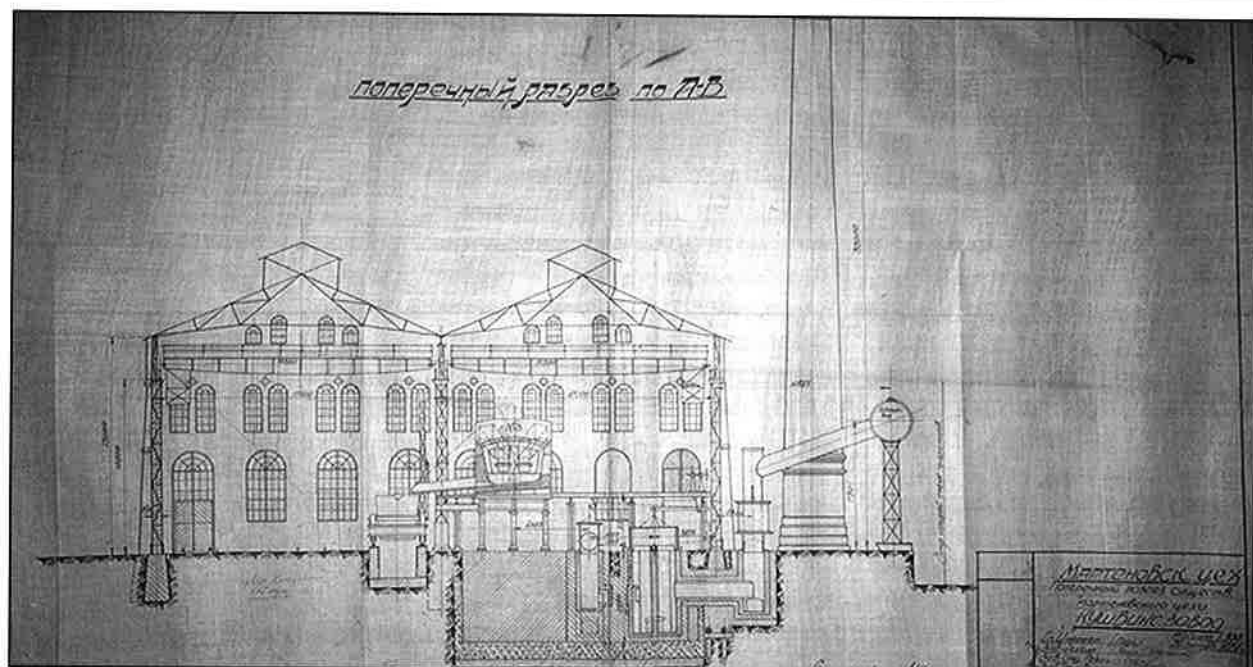
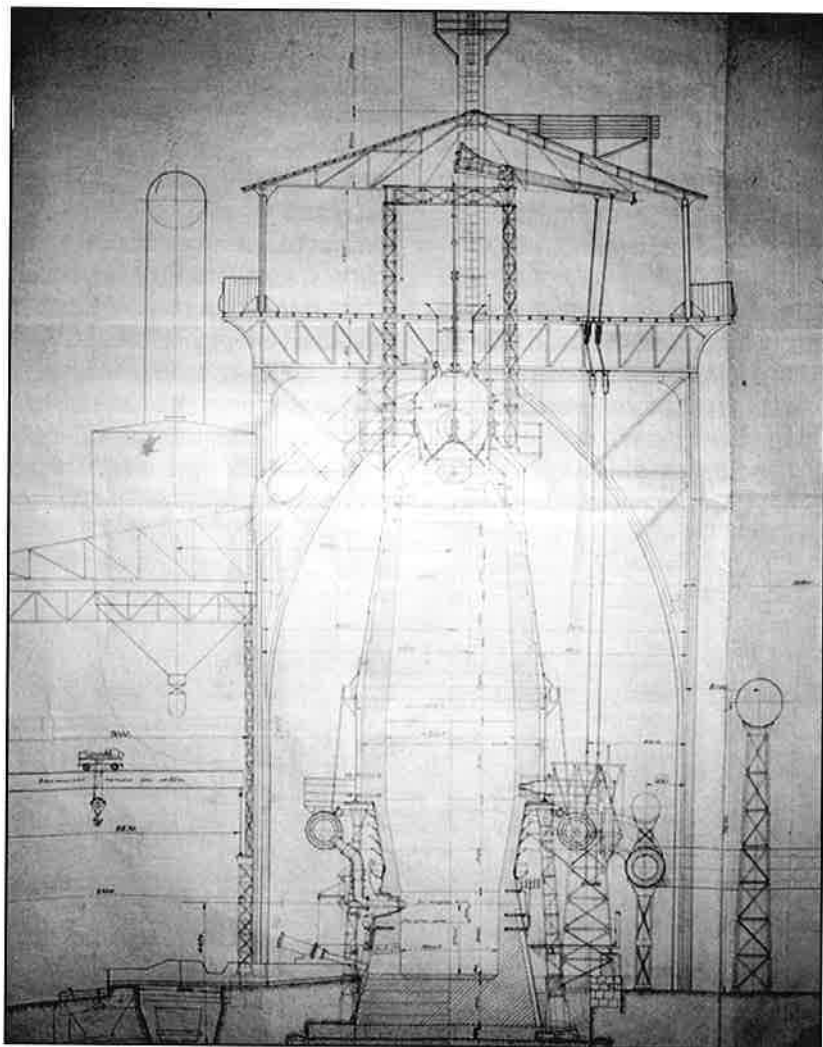
In de tweede helft van de 19e eeuw, en dan vooral naar het einde toe, verminderde het aantal buitenlanders aanzienlijk, vooral dan door het impact van sommige veranderingen in de verspreidingsmethodes van technische kennis. Maar terzelfdertijd vergrootte het aantal bestellingen voor uitrusting en materialen in het buitenland aanmerkelijk. De Britse ondernemers leverden aan de Oeraalse metaalverwerkende nijverheid stoomhamers, persen, gereedschapswerktuigen evenals refractair materiaal en gereedschapsstaal. De kwaliteit ervan werd hoogst gewaardeerd. De directie van het *Kamsko-Votkinsky*-bedrijf onderstreepte het belang van de buitenlandse aankopen aan het Mijndepartement als volgt : "*Dinassteen van Russische makelij is inferieur van kwaliteit en zijn aanwending niet voordelig. daarom kopen we gewoonlijk de Engelse steen die veel beter is*" (1899) en : "*We hebben de Amerikaanse en Engelse gereedschappen en werktuigen geselecteerd omdat zij worden gekarakteriseerd door een duidelijke veiligheid, precisie en vlugheid*" (1902).

Klaarblijkelijk mag worden gesteld dat de Britse specialisten en technieken een belangrijke rol speelden in de ontwikkeling van de metaalverwerkende bedrijven in het Oeralgebied.

Desalniettemin gaf de Britse technologische bijdrage niet direct aanleiding tot overdracht van technische kennis van Groot-Brittannië naar Rusland. Veelal werd die technologie d.m.v. verschillende bemiddelaars overgebracht.

BEMIDDELAARSLANDEN IN DE VERSPREIDING VAN DE BRITSE TECHNOLOGIE

In tegenstelling met de metaal verwerkende industrie in Groot-Brittannië, waar de overgang naar minerale brandstof reeds in de late 18e eeuw plaatgreep, bleven de bedrijven in het Oeralgebied tot de twintiger jaren van onze eeuw op houtskool stoken. Dit feit maakte de directe verspreiding van de Britse technologie in het gebied onmogelijk, omdat een dure aanpassing nodig was. Het was veel makkelijker de technologie uit landen zoals Zweden, Oostenrijk-Hongarije, Frankrijk te importeren waar de houtskoolverwerkende bedrijven zich verder bleven ontwikkelen. Daarom wachtten de Russische metallurgisten meestal tot de specialisten aldaar de reconversie van de laatste Britse technologieën op houtskool hadden volbracht. Daarna werden die getransformeerde technologieën naar Rusland en naar het Oeralgebied overgebracht. Uit dit oogpunt is de geschiedenis van de introductie van de *Bessemer-*



Doorsnede van één van de drie hoogovens die in 1894 in het *Kushvinsky*-bedrijf, onderdeel van het *Goroblagodatsky*-district, werden ingeblazen. Bovenaan is de metaalstructuur van de laadbrug zichtbaar waarlangs het ijzererts in de ovenmond werd gestort. Westerse technologie was hier al door de Oeraalse ingenieurs geassimileerd. (links)

(foto Guido Deseyn, Evergem)

Dwars- en lengtedoorsnede doorheen het gebouw en de installaties van de *Martin*-ovens binnen het *Kushvinsky*-bedrijf, opgericht in 1906-1917. De technologie van dit oven-type stond toen reeds grotendeels op punt. (onder)

(foto Guido Deseyn, Evergem)

methode volledig conform aan deze trend. De proeven gedaan met de *Bessemer*-methode in de 50er en 60er jaren van de 19e eeuw in enkele Oeraalse bedrijven waren grotendeels op de Britse technologische ervaring gesteund, waren daarvoor eerder verwaarloosbaar en hebben niet tot een algemeen verspreidde toepassing ervan geleid.

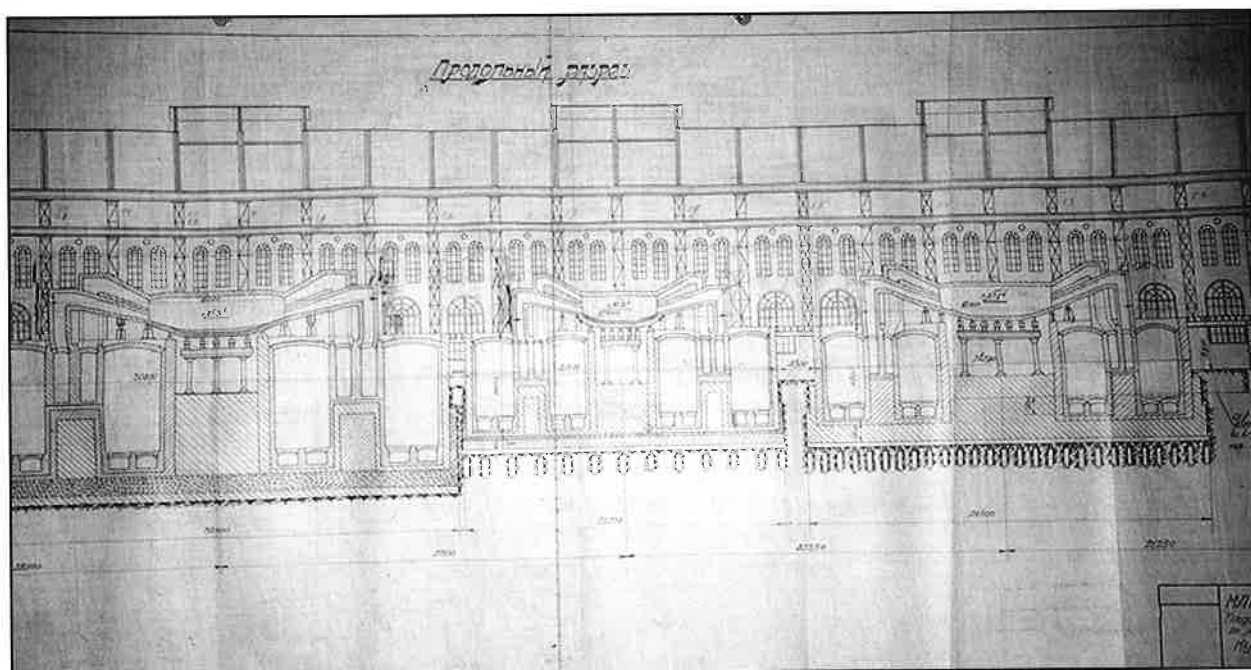
Het was de Franse technologische ondervinding die aan de basis lag van de grootschalige industriële productie van *Bessemer*-staal in het Oeralgebied. Het startsein, werd gegeven op het moment dat de manager van het *Nizhne-Tagilsky*-bedrijf *Jaunez* een kontrakt sloot met de afgevaardigde van het Frans bedrijf *Terre-Noir* voor het leveren van constructietekeningen en equipment voor *Bessemer*- en *Martin*-ovens. In 1873 werd al het bestelde materiaal naar *Nizhniaya Salda* gestuurd. De opbouw duurde ongeveer een en een half jaar.

Tegelijkertijd werd een grote groep Russische specialisten naar *Terre-Noir* gestuurd om praktische ervaring op te doen met de *Bessemer*-technologie.

Nochtans werd, zoals we vroeger zagen, de eerste smelting van het *Bessemer*-metaal in *Nizhne-Tagilsky* uitgevoerd onder leiding van de Franse ingenieur *Valton*.

Sinds de allereerste pogingen van gietijzersmelting met hete lucht hadden de Russische ingenieurs zich reeds meer naar de Duitse en Franse prototypes heteluchtovens gericht dan op de Britse. De Duitse uitvinder *Fabre du-Fore* steunde in belangrijke mate de Russische bedrijven door zonder enige tegemoetkoming de gegevens door te spelen van de door hem ontworpen gascollectoren en heteluchtovens.

De Franse en Duitse technologische ervaringen hadden een belangrijke invloed op de groei van de puddelproductie van de Oeral, alhoewel het de Britten waren die ze er hadden gesticht. De eerste Oeraalse gaspuddelovens werden opgericht naar model gesuggereerd door *Fabre du-Fore*. De Franse meester *Dupon* leidde de Russische arbeiders op in de methode van puddelijzerproductie in de late jaren 50 van de 19e eeuw. De naam van het *Lancashire*-smeedproces, in de



Oeral door Zweedse specialisten ingevoerd in de tweede helft van de 19e eeuw, duidt op de Britse oorsprong ervan.

BESLUIT

Bij wijze van besluit is het belangrijk er de nadruk op te leggen dat de Russische overheid, de Oeraalse fabriekseigenaars die alle voorgaand beschreven feiten uitvoerden - d.i. supervisie van de activiteiten der agenten, uitnodigen van de specialisten voor de Russische dienst, opsporen van technieken en technologieën, de landen met houtskoolverwerking bevoordeligden t.o.v. Groot-Brittannië. Daarom zijn de documenten in onze archieven bewaard omtrent de Zweedse, Duitse en Franse technologische invloeden op de Oeraalse metaalverwerkende industrie, zowel in aantal en kwaliteit groter dan deze die de Britse technologische import behelzen.

We hebben dus in het kort het 19e eeuwse systeem van de verspreiding van de Britse metallurgische technologieën in Rusland, en in het bijzonder in het Oeralgebied - toen koploper van de Russische metallurgie - geïdentificeerd. Om herhaling te voorkomen van de bovvermelde items die enkele aspecten van de technologische interactie tussen Groot-Brittannië en Rusland behandelen, moet een aantal omstandigheden geassocieerd met een visie op lange termijn betreffende verder onderzoek worden aangegeven.

De documenten, bewaard in de Russische archieven, en waarvan slechts een klein gedeelte voor deze survey werden geraadpleegd, laten toe om tot in het kleinste detail het proces van de technologie overdracht vanuit het buitenland naar Rusland te reconstrueren.

Terzelfdertijd is het nóg relevanter om de reacties van Britse industriëlen en ingenieurs te analyseren, dé middens waar het uitwisselen van technische innovaties schering en inslag is, net als de weerslag van politieke conjunctuur en strikt economische wedijver op hogervermeld proces.

Het is van groot belang om de evaluaties van het technisch en productief potentiëel van de Russische metaalnijverheid te bestuderen, alsook de ontwikkelingsperspectieven vevat in de verantwoordingsnota's van de Britse onderdanen die Rusland bezochten en de Engelse technische publikaties uit die periode.

Dit alles maakt het acuut noodzakelijk om de documenten uit de Britse archieven te raadplegen, raadpleging die in vele gevallen voor Russische wetenschappers problemen oplevert. Daarom zouden de auteurs erkentelijk zijn t.o.v. gespecialiseerde historici die geïnteresseerd zijn in aanvullend onderzoek.

Het moet mogelijk zijn met vereende krachten in een relatief korte tijdsperiode dit zeer belangrijk hiaat in de historiografie van de Brits-Russische economische en technologische interacties op te vullen.

Ontegensprekelijk blijkt ook de noodzaak de chronologische grenzen van het onderzoek uit te breiden tot de periode van de snelle expansie van Britse technologie en uitrusting in de Oeralbedrijven, door middel van zowel diepgaander retrospectie als door de *follow-up* van de wetenschappelijke analyse t.o.v. de industriële archeologie van het eerste derde van de 20e eeuw. Veel informatie bleef tot op heden bewaard - en niet alleen in museumverzamelingen. Het resultaat van een dergelijk onderzoek lijkt ook zeer aantrekkelijk voor de vertegenwoordigers van talrijke Britse bedrijven wat hun *public relations* betreft.

Verdere studies stimuleren onbetwistbaar de vooruitgang in de ont-

hulling van in wezen nieuwe elementen voor de Russische geschiedschrijving van de historische gebeurtenissen.

In het bijzonder betreft dit alles de kenmerken van de technieken der industriële spionage, waarvan de eerste getuigenissen teruggaan tot de 17e-18e eeuw.

In dit licht lijkt een ander daaruit voortvloeiend aspect vanzelfsprekend: dat van de weerslag van wetenschappelijke en technische activiteiten van Russische wetenschappers en ingenieurs op de ontwikkeling van de West-Europese industrie in de periode in kwestie.

VOETNOTEN

(1) S.V. USTIANTSEV, E.V. LOGUNOV, *British technological experience and Ural mining iron-making works of the sixteenth century*, Ekaterinburg 1992, VIAT-copyright dd. 18.11.1993, vertaling Gerda Verheeke

(2) De spelling van buitenlandse namen werd gerestaureerd vanuit de Russische vertaling-afwijkingen van de originele schrijfwijze blijven mogelijk

(3) NVDR: Dit geldt eveneens voor alle industriëlen en specialisten overal ter wereld: in alle landen en in alle industriële middens waren deze praktijken schering en inslag.

Vanaf het tweede kwart der 19e eeuw werd trouwens via internationale industriële tentoonstellingen en in diverse wetenschappelijke periodieken zoals de *Revue Universelle des Mines, de la Métallurgie, des Travaux Publics, des Sciences et des Arts Appliqués à l'Industrie* (Liège, Paris), de *Revue économique, administrative et juridique des mines et de la métallurgie française*, de *Revue semestrielle des travaux d'exploitation des mines, de métallurgie et de construction* (Paris), het *Zeitschrift für das Berg-hütten und Salinenwesen in dem Preussischen staate*, de *Berg und Hüttenmännische zeitung* (Berlin), e.a. en ook ... de *Gorny Zhurnal*, informatie over mijnbouw, metallurgie, metaalconstructienijverheid, enz. op vrijwillige basis ruim en grif becommentarieerd en verspreid. De ontwikkeling van o.a. de metaalnijverheid was zodoende een wereldwijde zaak van welwillende ingenieurs en wetenschappers. De hier voorgestelde industriële 'spionage' is dus moeilijk als dusdanig vol te houden en roept een ongegrond schuldgevoel op. vermoedelijk ontstaan uit het feit dat de meeste betrokken ingenieurs in 'militaire' dienst waren.



Plaatijzer-hameren in de Nizhne-Tagilsky smederij. Detail olieverfschilderij van P.F. KHUDOYAROV. (boven)

(verzameling Nizhne-Tagilsky-Ecomuseum van het Mijnwezen van de Oeral)museum)



Relicten van de vroegste industrialisering. In een gedeelte van het Nizhne-Tagilsky-open luchtmuseum temidden van een parkaanleg op de stuw-dam : o.a. een guillotine uit de plaatwalserij, een plethamer en een ertsboor.

(foto Guido Deseyn)