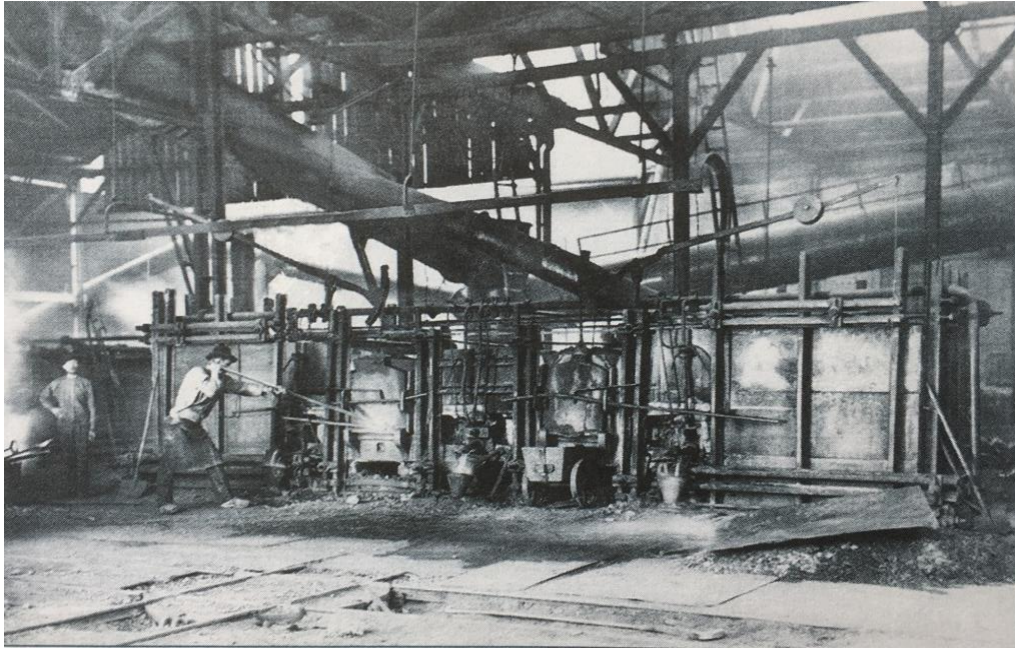


Železářské pudlovací pece v Kladně v 19.století

Jindřich Hubka



Obsah:

1. Úvod
2. Výroba svářkového železa ve výhni
3. Pudlovací pec k výrobě svářkového železa – vynález z konce 18.století
4. Pudlovací pece v Kladně v literatuře 21.století
5. Patentovaná dvojitá pudlovací pec systém Springer s rekuperací tepla
6. Železářské pudlovací a svářecí pece, buchary, válcovna v Kladně koncem 19.století
7. Zkoumání vlastností kujného železa z pudlovacích pecí pro stavbu železnic
8. Pudlovací pece v zápolení s konvertory a pecemi systému Siemens-Martin v Kladně
9. Poslední stopy po hale pudlovacích pecí v Kladně
10. Historické fotografie a kresby pudlovacích pecí, bucharů a válcoven
11. Seznam použité literatury
12. Zákonné míry a váhy
13. Závěr
14. Věnování

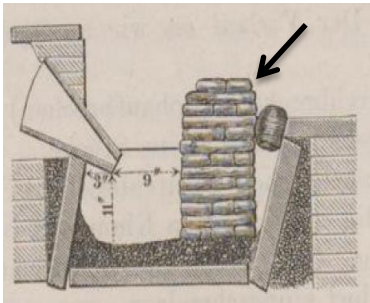
1. Úvod

Od vyhasnutí poslední železářské pudlovací pece v Čechách nás dělí už více jak 100 let. Již není pamětníků, kteří by mohli se znalostí detailů vysvětlit tehdejší hutnické pracovní postupy. Nezbyvá jiná cesta než hledat ve starých technických příručkách a zprávách obsažené dílčí údaje a nákresy. Teprve podle nich bylo možno se pokusit o rekonstrukci dávno zapomenutého železářského závodu v Kladně v druhé polovině 19. století.

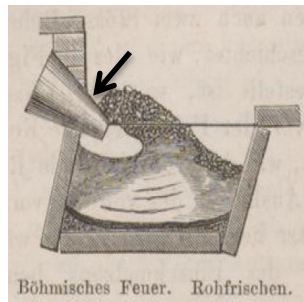
Autor věří, že se rekonstrukce podoby železářského provozu uvedená v předloženém textu alespoň v základních rysech podařila.

2. Výroba svárkového železa ve výhni

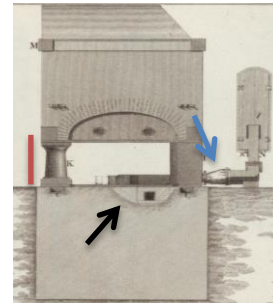
Výhně k výrobě kujného železa z výchozího surového železa byly středních Čechách používány od počátku 17. století. Tehdy byla v Králově dvoře u Berouna uvedena do chodu první vysoká pec na dřevěné uhlí, kde se vytavené surové železo odlévalo buď do formy konečných výrobků anebo byly slitky surového železa zpracovány dál ve výhních na kujné svárkové železo. Výhně nebyly velké. Někdejší výhně užívané v Čechách popsala technická příručka vydaná roku 1874 takto (Lit.8):



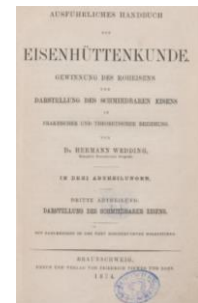
Obr.1 Zkujňovací výheň



Obr.2 České zkujňování

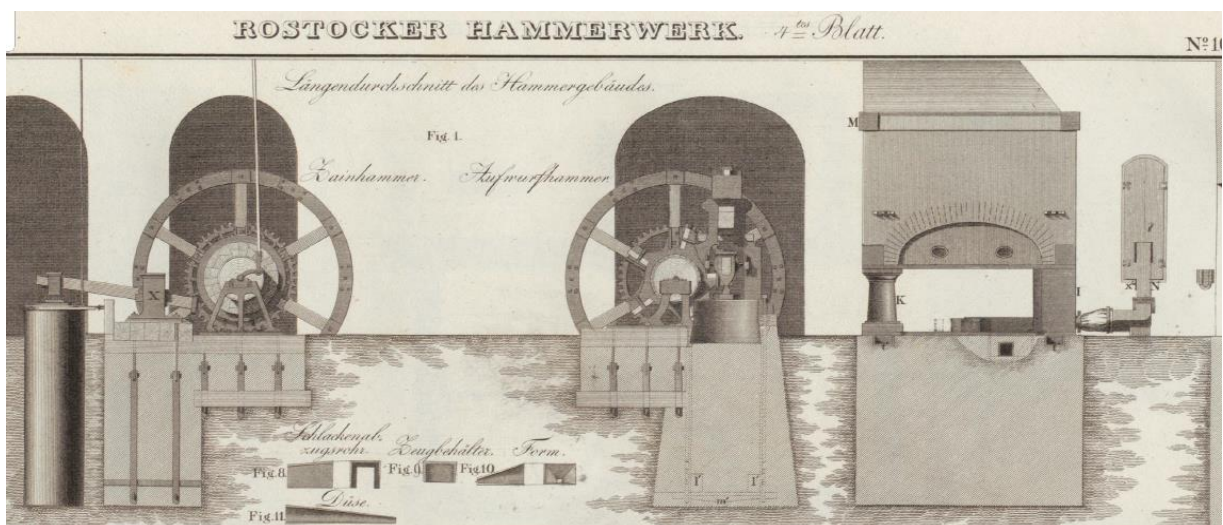


Obr.3 Rozměry výhně



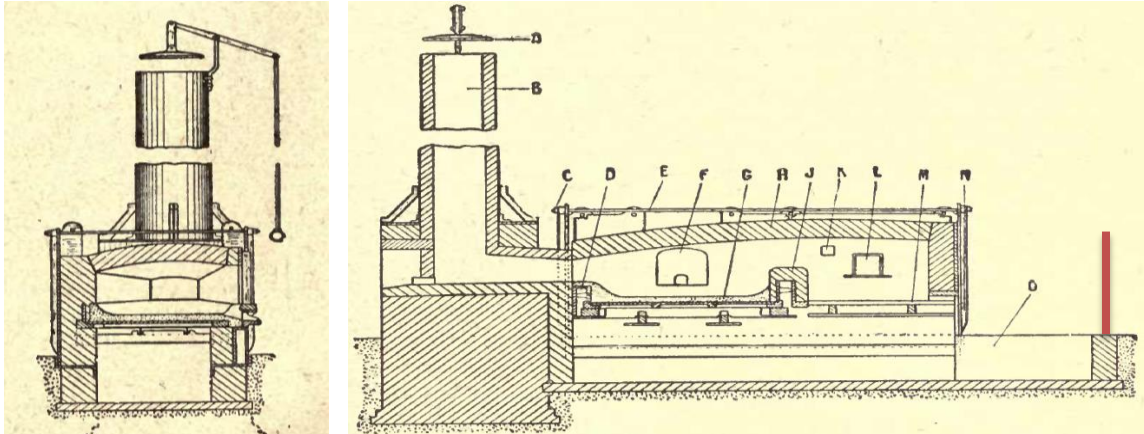
Obr.4 Titul Lit.8

Zkujňovací výheň používaná na přelomu 18./19. století na Hořovicku měla při pohledu shora rozměry cca 68x50cm a hloubku cca 30cm. Do nístěje pece se vkládaly kusy surového železa o celkové váze až 130 kg (Obr.1 šipka Lit.8). Proces postupného zpracování vsázky trval většinou 5 - 8 hodin. Během té doby přiváděla tlakový vzduch do taveniny tryska, která byla v kontaktu s dřevěným uhlím (Obr.2 šipka). Spalované dřevěné uhlí dodávalo tepelnou energii potřebnou k roztavení surového železa, vzduch a přidané okuje dodaly kyslík k oduhličení vsázky. Výšku postavy hutníka naznačuje červená úsečka na Obr.3, modrá šipka ukazuje na přívod tlakového vzduchu od dmychadla. Hutník nanášel vrstvy oduhličeného železa v tavenině na konec železné tyče, kterou v tavenině otáčel. Získaný kus kujného železa byl za rudého žáru na bucharu odseknut od tyče a vykován na polotovar pro kováře. Pec a buchar obsluhovalo až 6 osob, týdenní výroba byla 2000 až 2800 kg kujného železa. Buchary a pec v Rostokách na Křivoklátsku jsou vidět na Obr.5 (Lit.1). Postup byl náročný na práci a dřevěné uhlí. Došlo také ke ztrátě asi ¼ váhy vsazeného surového železa, která oksyliččením přešla do okují.



Obr.5 Dva buchary poháněné vodním kolem a zkujňovací výheň v Rostokách na mědirytině z r. 1834

3. Pudlovací pec k výrobě svářkového železa – vynález z konce 18.století



Obr.6 Příčný a podélný řez pudlovací pecí (Lit.38)

V druhé polovině 18. století byl na evropském trhu stále větší zájem o kujné železo. Při hledání nových postupů k zpracování surového železa byl zvláště úspěšný britský vynálezce Henry Cort. Nová konstrukce pece se stala v roce 1784 předmětem jeho britského patentu a začala se úspěšně prosazovat do praxe, nejdříve ve Velké Británii. Na výkresech vidíme hlavní části vzorové pudlovací pece, která v první polovině 19.století začala postupně nahrazovat zkujňovací výhň v Čechách. Nístěj pudlovací pece je označena písmenem „G“ (Obr.6). Nístěj byla tvořena železnou deskou, která byla opatřena žárovečnou vrstvou tvarovanou do podoby mělké pánve. Na nístěj byly pokládány kusy surového železa určené u roztavení. Železo bylo do pece vkládáno otvorem „F“. Napravo od nístěje byl plochý rošt „M“ kde byl udržován oheň. Přikládání uhlí do ohně se dělo otvorem „L“. Jáma sloužící k vybírání popela z prostoru pod roštem byla zcela vpravo, byla označena „O“. Strop pece tvořený žárovečnou vyzdívkou byl na výkrese označen „H“. Železná deska shora kryjící pec je na výkrese označena písmenem „E“. Šroub s maticemi svírající dvě železné desky na protilehlých čelech pece nese označení „C“. Komín „B“ byl shora opatřen regulační klapkou tahu „A“. Průměrnou výšku postavy hutníka naznačuje červená úsečka na Obr.6 (Lit.38).

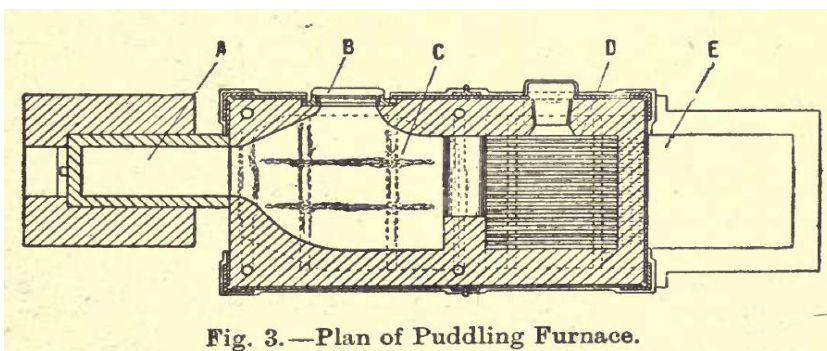


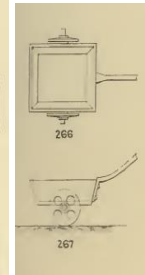
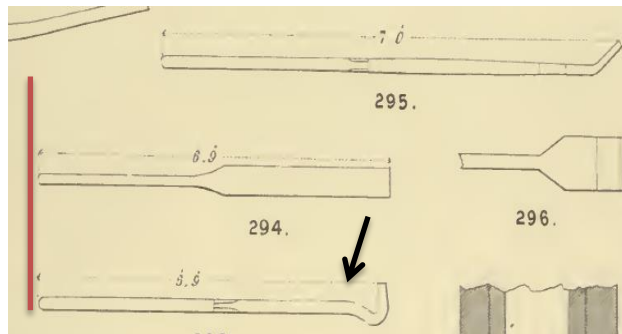
Fig. 3.—Plan of Puddling Furnace.

Obr.7 Půdorysný řez pudlovací pecí (Lit.38)



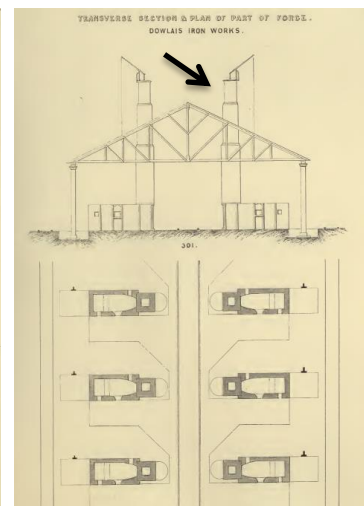
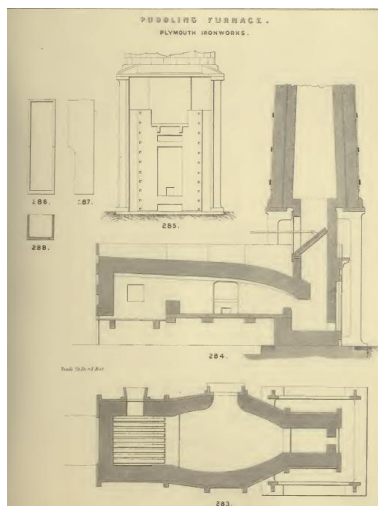
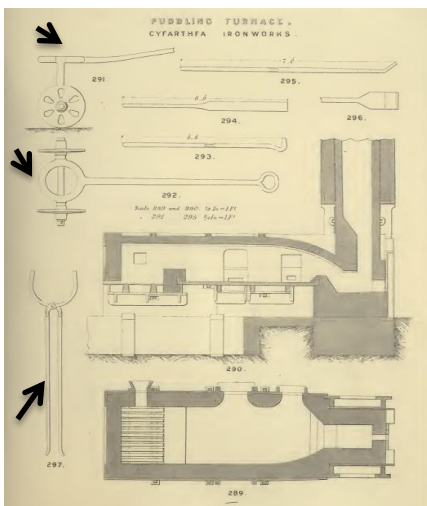
Obr.8 Vynálezce Henry Cort

Na výkrese půdorysu pudlovací pece byl řez komínem označen písmenem „A“ (Obr.7). Dveře „B“ sloužily k vkládání kusů surového železa do pece. Písmeno „C“ označovalo nístěj. Na jámu k vybírání popela ukazovala úsečka od písmene „E“.



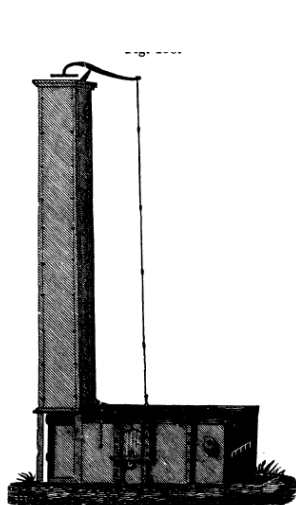
Obr.9 Titul Lit.38 Obr.10 Titul Lit.2 Obr.11 Nářadí hutníka u pudlovací pece (Lit.2) Obr.12 Vozík

Nářadí hutníků, kteří pracovali u pudlovacích pecí, bylo těžké a dost rozměrné. Železný manipulační hák měl délku až 2,1 metru (Obr.11 šipka). Hutník o výšce cca 1,7 metru je na obrázku naznačen červenou úsečkou (Lit.2). Hutníci rozdělili hotové žhavé plastické železo v peci na kusy, které potom vytahovali dveřmi z pece pomocí velkých kleští ven na vozíky (Obr.13 šipka dole). Kusy železa vážily přibližně od 30 kg do 90 kg. Hutníci následně převáželi žhavé kusy kujného železa na železných dvoukolevých vozících k sousedícím bucharům (Obr.12,Obr.13 šipky nahoře).



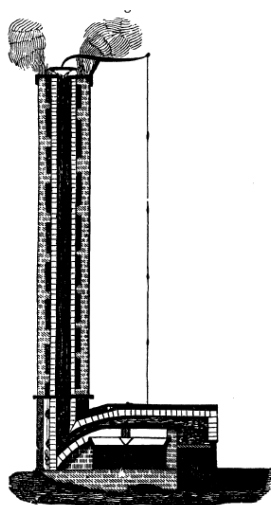
Obr.13 Pudlovací pec s nářadím Obr.14 Pudlovací pec Obr.15 Uspořádání šesti pecí

Výkresy na Obr.14 ukazují odlišnou konstrukci pudlovací pece v podélném řezu, na vedlejším obrázku je půdorys haly s uspořádáním šesti pudlovacích pecí zobrazených také v řezu (Obr.15). Komíny opatřené regulačními klapkami byly poměrně vysoké. Komíny měly vyvinout dostatečný tah vzduchu potřebný k provozu ohniště pudlovací pece (Obr.15 šipka). Pudlovací pece byly vytápěny většinou černým uhlím. Představu o pravděpodobném vzhledu pudlovacích pecí instalovaných v Kladně v letech 1868/1869 mohou navodit ilustrace z technické příručky vydané v USA roku 1869 (Lit.5). Na Obr.16 vidíme pec v celkovém pohledu a na vedlejším obrázku v řezu. Žárovzorná vyzdívka pudlovací pece je v řezu znázorněna na Obr.18. Dlouhý železný pudlovací hák a tyč k manipulaci s kusy rozžhaveného kujného železa v peci ukazují Obr.19 a Obr.20.



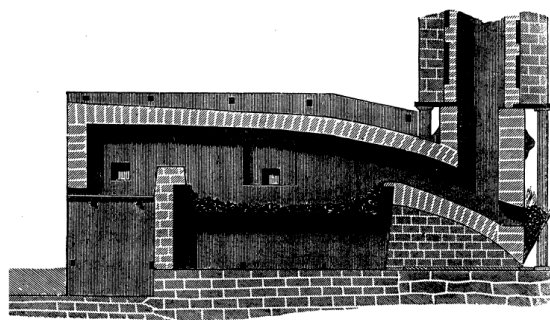
Elevation of a puddling furnace.

Obr.16 Pudlovací pec



Vertical section of a puddling furnace.

Obr.17 Řez pudlovací pecí



Vertical section of a single puddling furnace.

Obr.18 Řez pudlovací pecí



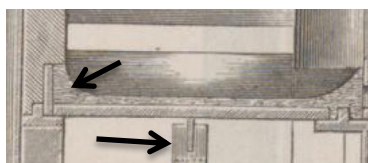
Puddling hook, or rabble.

Obr.19 Pudlovací hák



Puddling bar.

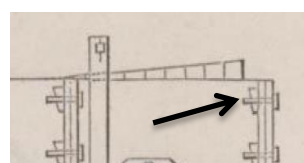
Obr.20 Pudlovací tyč Lit.5



Obr.21 Nístěj pudlovací pece



Obr.22 Skládaný litinový rám nístěje



Obr.23 Klínované spoje

Na Obr.21 je znázorněn sloupek podepírající železnou konstrukci nístěje. Podpěra měla předejít proboření vodorovné desky pod vahou surového železa. Vedlejší náčrtek na Obr.22 vysvětluje skládanou konstrukci stavebnicového rámu nístěje. Desky železné nístěje měly tloušťku až 40 mm. Klínované spoje stahující venkovní železnou konstrukci pece ukazuje Obr.23 (Lit.8 z roku 1874).

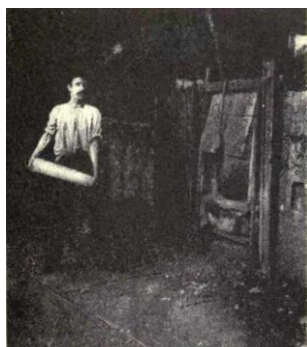


Fig. 6.—Charging a Puddling Furnace.



Fig. 7.—Pig Iron in Puddling Furnace.



Fig. 8.—Puddler Rabbling a Charge.

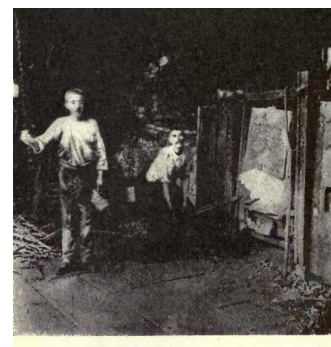


Fig. 9.—Drawing Puddled Ball from Furnace.

Obr.24 Vkládání vsázky Obr.25 Nístěj se vsázkou Obr.26 Pudlař při práci Obr.27 Vyjímání železa

O fyzické náročnosti a pracovním prostředí u pudlovacích pecí si můžeme vytvořit představu ze starých fotografií, počínaje vkládáním kusů surového železa dvířky do pece (Obr.24,Lit.38). Surové železo o váze několik stovek kilogramů bylo roztaveno v nístěji sálavým teplem plamenů a rozžhaveného stropu pece, také vedením tepla do nístěje konstrukcí pece z vedle sálajícího ohniště.

Hutník při práci zjišťoval zrakem a pomocí nástrojů v jaké fázi byl proces oduhličení žhavého tekutého železa, pro úspěšný výsledek byl důležitý správný odhad vzhledu hladiny tekutého železa a plamínků nad hladinou, také druhu a velikosti mechanického odporu při míchání lázně během přechodu tekutého železa do plastického stavu (Lit.38). Teplotu povrchu tekutého železa za chodu pece nebylo tehdy čím měřit, teplotu bylo možno jen odhadovat podle jasů a odstínu barvy povrchu.

Podle dochovaných popisů v dobové technické literatuře se proces zpracování surového železa v pudlovací peci dělil na čtyři fáze. Z příkladu praxe železářny v USA se dozvídáme následující údaje (Lit.38 z roku 1917): do nístěje složené z desek odlitých ze surového železa byly nasypány kousky zásadité strusky do vrstvy o tloušťce cca 75 mm. Působením vysoké teploty v peci vrstva strusky změkla. Na měkkou vrstvu a na boky nístěje byla uložena další vrstva okují, mleté strusky a hematitu v tloušťce asi 50 mm, která byla udusána (Obr.21 šipka nahoře). Do připravené nístěje byla potom vložena vsázka, která se skládala z 40 kg okují a 250 kg surového železa. Kusy vsázky a přísady byly vloženy ručně dveřmi pudlovací pece (Obr.24,25).

První časový úsek tavby trvá asi 20 minut byl věnován ohřevu a obracení kusů surového železa v peci a následnému roztavení vsázky.

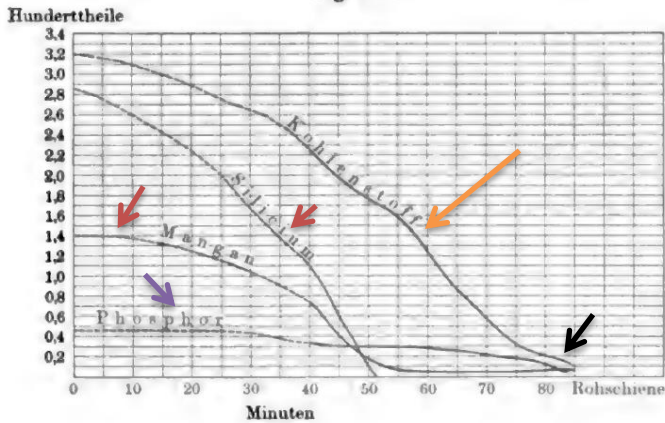
Druhý časový úsek procesu trvající asi 10 minut byl typický zvýšeným okysličením manganu a křemíku v tavenině. Přitom bylo nutné taveninu promíchávat hřeblem, aby tavenina měla možnost přijmout kyslík z přidávaných okují a také z proudících spalin, které měly přebytek vzduchu (Obr.26).

Třetí časový úsek v trvání asi 30 minut byl označen jako var. Během této fáze byl odstraněn skoro všechn zbyvající uhlík a fosfor, přitom bylo nutno taveninu prohrabávat. Uhlík unikal ve formě bublin kysličníku uhelnatého(CO), který nad hladinou hořel na kysličník uhličitý (CO₂) a svítil nad taveninou v mnoha malých plamenech. Hutníci modré plamínky nazývali pudlovacími svíčkami. Tavenina nabývala probubláváním plynného CO na objemu a stala se posléze těstovitou.

Čtvrtý časový úsek výroby kujného železa v trvání asi 20 minut byl pro hutníky fyzicky nejnáročnější. Kujné železo již bylo v těstovitém stavu. Úkolem hutníků bylo rozdělit plastické železo v peci pomocí nástrojů vsunutých otvory do pece na přibližně kulové části o váze 35 až 45 kg. Tyto části byly vytahovány pomocí velkých kleští dvířky ven z pece a přesouvány na přistavený dvoukolový vozík (Obr.27). Žhavé kujné železo bylo pak na vozíku dopravováno k bucharu. Pokud se nepodařilo žhavé železo uržet na vozíku a spadlo, pak bylo hutníkem odvečeno k bucharu po podlaze. ...(Lit.38 z roku 1917).

Slovní popis čtyřech fází práce pudlovací pece bylo možno upřesnit již v padesátých a šedesátých letech 19.století mokrou chemickou analizou vzorků železa odebíraných postupně z taveniny během procesu zkujňování v peci. Svislé souřadnice následujícího grafu vyznačují koncentrace odstraňovaných chemických prvků ve váhových procentech a na vodorovné ose je vyneseno čas v minutách (Obr.28).

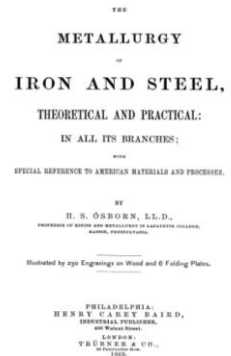
Fig. 250.



Obr.28 Pokles obsahu prvků v železe (Lit.27 r.1901)



Obr.29 Titul Lit.27



Obr.30 Titul Lit.5

Během procesu oduhličení surového železa byly některé chemické prvky odstraňovány snáze a rychleji, průběh děje lze doložit pomocí výsledků analýz zveřejněných v několika technických příručkách vydaných v 19. a 20.století (např. Lit.5,27). Koncentrace manganu (Mn) a křemíku (Si) klesala v čase rychleji. Křivky poklesu koncentrace obou chemických prvků ve váhových procentech jsou vyznačeny červenými šipkami (Obr.28, dále pak Obr. 32,35). Křivky koncentrace síry (S) a fosforu (P) klesaly povlnově (fialové šipky). Úbytek koncentrace uhlíku až pod hranici 0,2% váhových během 90 minut je vidět na Obr.28 (černá šipka). Povšimneme si ještě, že koncentrace uhlíku pod 1,5% váhových byla dosažena v posledních asi 30% času trvání celé tavby (Obr.31 šipka, Obr.28 žlutá šipka). Znalost této závislosti koncentrace uhlíku v čase umožnila přerušit proces v pudlovací peci s menší vstupní vsázkou tak, že v železe zůstal obsah uhlíku někde nad cca 0,4% a zároveň pod 1,5%. Tímto způsobem se obratným hutníkům dařilo získat v pudlovací peci zakalitelnou ocel namísto běžně získávaného měkkého kujného železa.

Description.	Time after Charging.		C.	Si.	S.	P.
	Hrs.	Mins.				
Cold blast Staffordshire No. 3 grey, charged	0	0	2.275	2.720	.301	.645
Sample No. 1	0	40	2.726	0.915	...	...
" " 2	1	0	2.905	0.197	...	...
" " 3	1	5	2.444	0.194	...	...
" " 4	1	20	2.305	0.182	...	...
" " 5	1	35	1.647	0.183	...	...
" " 6	1	40	1.206	0.163	...	...
" " 7	1	45	0.963	0.163	...	...
" " 8	1	50	0.772	0.168	...	...
Puddled bar " 9	...	...	0.296	0.120	.134	.139

Obr.31 Výsledky rozboru vzorků tavby v čase (Lit.21)

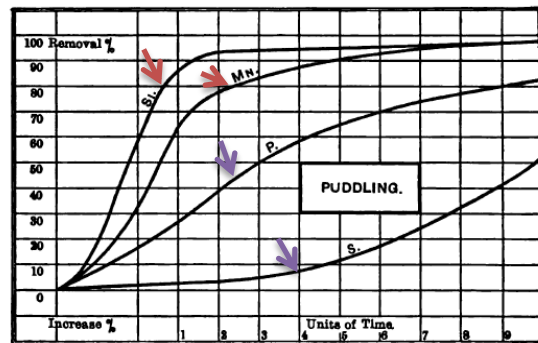
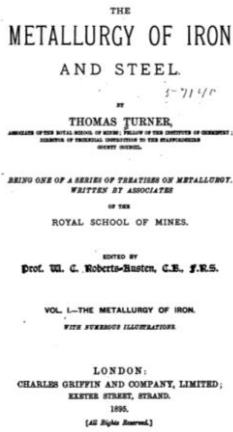
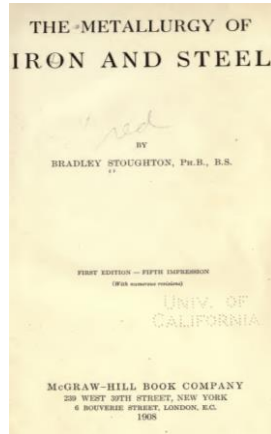


Fig. 67.—Removal of non-metals (other than carbon) in puddling.

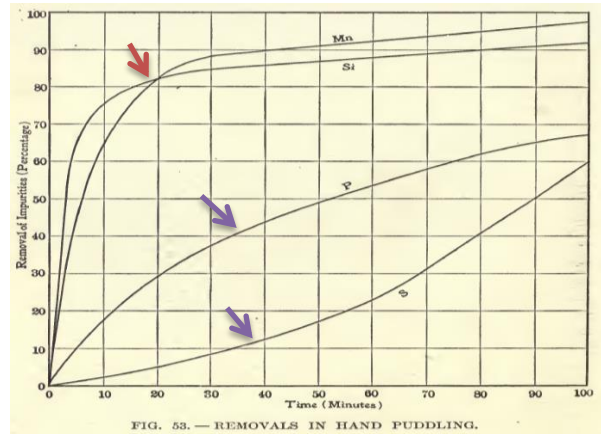
Obr.32 Grafické znázornění výsledků rozboru



Obr.33 Titul Lit.21



Obr.34 Titul Lit.36



Obr.35 Grafické znázornění výsledků rozboru

Počty instalovaných pudlovacích pecí se v Evropě zvyšovaly i potom, co v šedesátých letech začaly Bessererovy konvertory úspěšně vyrábět měkkou plávkou ocel. V ostrovní Velké Británii bylo počátkem sedmdesátých let 19.století evidováno dokonce nejvíc pudlovacích pecí. Na přelomu 19./20. století však dosahoval v Evropě podíl pudlovacích pecí na výrobě už jen několik procent.



Fig. 68.—Tapping cinder from ball furnace.

Obr.36 Vozíky se ztuhlou struskou

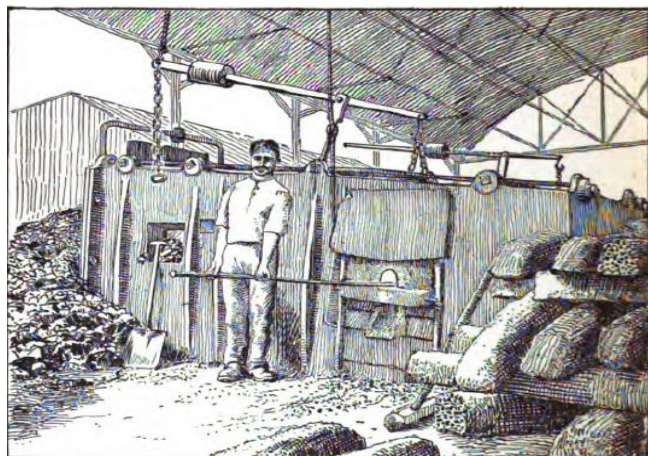
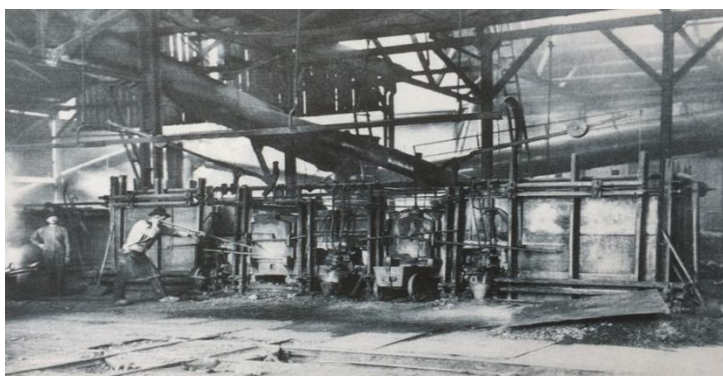


Fig. 64.—General view of puddling furnace.

Obr.37 Celkový pohled na pudlovací pec (Lit.21)

S kapitolou o konstrukci pecí a dynamice procesu zkujnění surového železa v pudlovacích pecích se rozloučíme pohledem na dřevorezy, které ukazují vozíky se ztuhlou struskou a všeobecně pracovní prostředí u pecí v druhé polovině 19.století (Lit.21 Obr.36,37).

4. Pudlovací pece v Kladně v literatuře 21.století

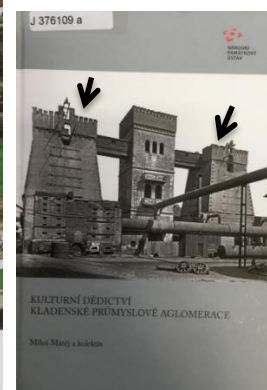


Obr.38 A.Baráček Obr.39 Dvojitá pudlovací pec Springer v Kladně (Lit.46) Obr.40 J.Jacobi

Kniha vydaná v roce 2013 uvádí o pudlovně několik zmínek (cituji Lit.46): .. roku 1867 se začala stavět kladenská pudlovna a válcovna, organizačně až do roku 1881 na Vojtěšské huti nezávislý podnik v čele s ředitelem Antonem Baráčkem. Posledního červnového dne 1868 se začaly zkoušet první čtyři pudlovací pece a celkový provoz 21 pudlovacích pecí, 9 svařovacích pecí, třech parních bucharů a dvou válcovacích tratí byl zahájen 30.dubna 1869... za rok 1870 se vyrobilo v kladenské válcovně 11.082 tun zboží... od ledna do září 1875 byla postavena v sousedství trojlodní hala pro dva šestitunové Bessemerovy konvertory, musela se pro ně dovážet sirnatá železná ruda ze Štýrska, což výrobu prodražovalo....v Kladně se Bessemerovy konvertory předělaly na Thomasovy až roku 1881 ... ve Vojtěšské huti byly roku 1889 postaveny dvě Siemens-Martinovy pece ... Bertrand a Thiel rozložili postup zkujnění fosforatého železa do dvou pecí a dvou fází, celý úspěšný postup byl roku 1894 patentován pod názvem Bertrand-Thielův duplexní pochod... (Lit.48 z roku 2013)



Obr.41 Pohled na provozy Pražské železářské společnosti od jihu



Obr.42 Titul Lit.49

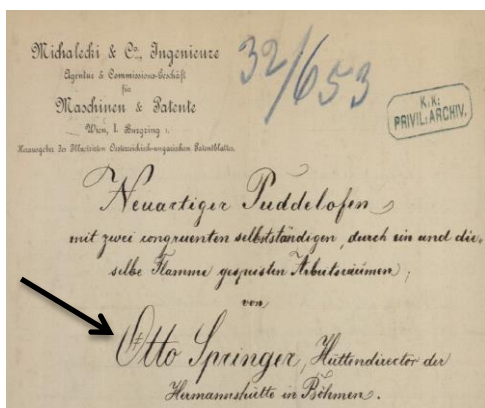
Kniha vydaná v roce 2017 obsahuje kresebnou rekonstrukci vnějšího vzhledu pudlovny (Obr.41 šipka vlevo Lit.49). Dvě nejstarší vysoké pece, které vidíme na Obr.42 , jsou na Obr.41 označeny šipkou nahoře. Čtyři vysoké pece uvedené do chodu v roce 1871 označuje šipka vpravo (Obr.41).

Ve zkratce - pudlovna byla v letech 1869 až 1881 jediným provozem Pražské železářské společnosti v Kladně kde bylo možno bez potíží zkujňovat vlastní fosforaté surové železo ze sousedních vysokých pecí. Vzhled oněch 21 původních pudlovacích pecí z roku 1869 neznáme. Pec systému Springer na snímku na Obr.39 byla vynalezena v roce 1882 a prvně instalována až v roce 1883. Pudlovna v Kladně jimi tedy mohla být vybavena nejdříve v polovině 80.tých let 19.století.

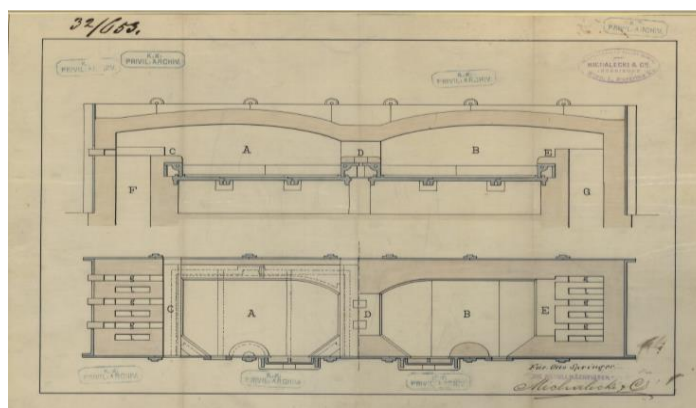
V době kdy docházelo k modernizaci hutních provozů, v letech 1862 až do roku 1886, byl ředitelem provozu železáren Julius Jacobi (Obr.40).

K bližšímu seznámení s novým typem pudlovací pece systému Springer nahlédneme nejdříve do patentového spisu a potom technické literatury té doby

5. Patentovaná dvojitá pudlovací pec systému Springer s rekuperací tepla



Obr.43 Patentová přihláška na pec



Obr.44 Patentová přihláška – výkres dvojité pece Springer

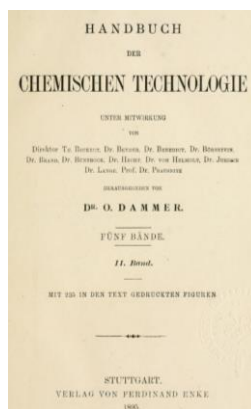
Rakouská patentová přihláška ze dne 18. ledna 1882 obsahovala slovní popis a přehledný výkres nového technického řešení v řezu (Obr.44). Patentovou přihlášku podal Otto Springer, ředitel Heřmanovy hutě na Plzeňsku (Herrmannshütte Obr.43 šipka). Tato huť náležela tehdy do svazku Pražské železářské společnosti (PŽS/PEIG), stejně jako železárna v Kladně. Po udělení rakouského patentu následovalo hledání zájemce, který by novou dvojitou pec financoval, nechal postavit a provozně ji vyzkoušel. Zájemce se podařilo získat v Německu.



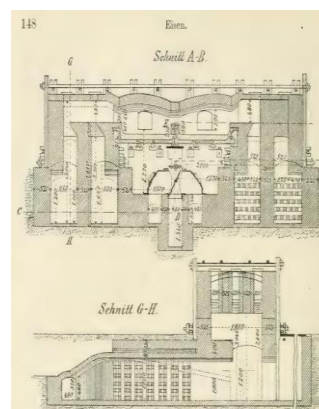
Obr.45 Titul Lit.16



Obr.46 Titul Lit.14



Obr.47 Titul Lit.22



Obr.48 Výkres pece Lit.22

Třetí ročník časopisu „Stahl und Eisen“ č.10 z října 1883 přinesl čtenářům krátké a velmi pochvalné sdělení o prvních provozních výsledcích pece, která byla nově postavena v huti společnosti Röchling v Německu (Obr.45,Lit.16). dvojitá pudlovací pec byla v provozu 8 směn po 12 hodinách, za tuto dobu pec zpracovala celkem 220 vsázek surového železa po cca 300 kg. Pec spotřebovala k výrobě stejného množství kujného železa mnohem nižší váhu uhlí než byl běžný průměr, jen asi 56,9%. Jednotlivá pec zpracovala za směnu téměř 14 vsázek při ztrátě železa propalem ve výši 3,98%. Pec vyrobila typicky za směnu z 4125 kg surového železa celkem 3960 kg kujného železa při spotřebě 2253 kg uhlí. Laboratorní zkouškou byla u tyčí z kujného železa o průměru 35mm zjištěna pevnost v tahu 37,5 kg/mm² až 38,5 kg/mm², při tažnosti 24 - 25%. Železo se podle pochvalného vyjádření huti společnosti Röchling dobře hodilo k výrobě podkov, nýtů, pásového železa a plechu.....



Obr.49 Titul Lit.15

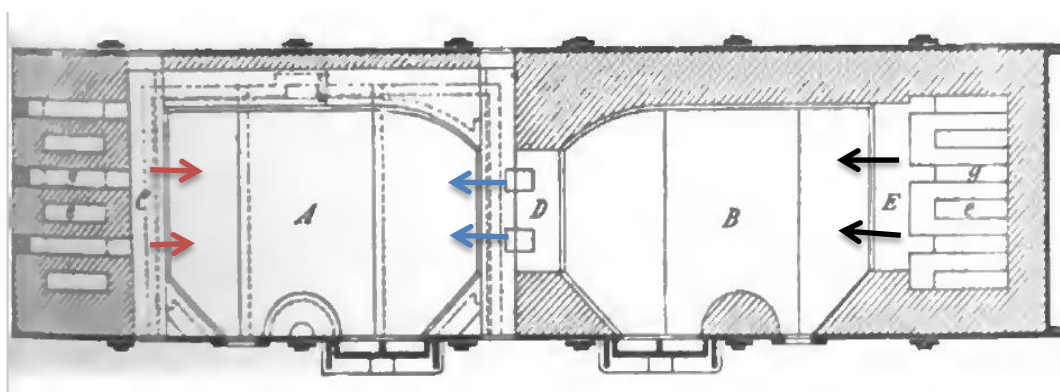
Nr. 19056 vom 21. Januar 1882.
 Otto Springer in Hermannshütte, Böhmen.
 Doppel-Puddelofen.
 Durch eine mit regulirbaren Luftzutrittsöffnungen versehene Trennungsbrücke werden im Puddelofen zwei durch ein und dieselbe Flamme bestrichene selbstständige Arbeitsräume hergestellt. Das Puddeln in diesem Ofen soll continüirlich stattfinden durch abwechselndes Einschmelzen der Roheisencharge und Entkohlen des geschmolzenen Eisens in den beiden Arbeitsräumen durch ein und dieselbe Flamme.

Obr.50 Oznámení o patentu

586 Nr. 10. „STAHL UND EISEN.“ October 1883.
 Referate und kleinere Mittheilungen.
 Doppel-Puddelofen.
 Herr Hüttendirector Otto Springer in Hermannshütte, Böhmen, theilt mit, daß er sein Patent No. 19056 vom 21. Januar 1882 den Herren Gebr. Röchling in Völklingen a. d. Saar übertragen habe. Aus den meisten Mittheilungen der letztgenannten Herren entnehmen wir nachstehende Notizen über die Resultate, die mit einem Doppel-Puddelofen auf dem Eisenwerk Völklingen erzielt worden sind.
 „Es wurden in 8 Schichten à 12 Stunden mit 2 Oefen verarbeitet: 220 Chargen Roheisen à 300 Kilo — also pr. Ofen rund 13,8 Chargen pr. Schicht bei einem durchschnittlichen Abgange von 3,98 % und einem durchschnittlichen Kohlenverbrauche von 56,9 %.
 Es verarbeitete demnach ein Ofen pr. Schicht im Durchschnitt 4125 Kilo Roheisen, und lieferte 3960 „ Lappeneisen bei einem Verbrauch von 2253 „ Kohlen.
 Das verarbeitete Roheisen, aus purem Mittle-Erz mit Schweiß-Schlacke erlösen, stammte von den Hütten Mauzies und Novesat bei Metz und war in der Qualität dem gewöhnlichen Luxemburger Affinage-
 die Lage kommen zu hören, wie sich Springers System im Großen bewährt, da nach Mittheilung der Herrn Gebr. Röchling das Völklinger Eisenwerk eine große Anlage zu bauen im Begriff steht. Entsprechen die heutigen glänzenden Resultate den gehegten Erwartungen, so wird jedes Puddelwerk gezwungen sein das neue System anzuwenden, wemgleich dasselbe eine vollständige Revolution in der Anlage des Werks verlangt. Abgesehen von der neuen Anlage der Oefen selbst, handelt es sich außerdem um die Schaffung von Siemens-Gas-Generatoren, die bekanntlich zu theilhaft nur mit Gaskohlen arbeiten. Es ist wohl um so überraschender, wenn es dem Eisenwerk Völklingen gelungen ist, aus einem geringwerthigen Roheisen eine so vorzügliche Qualität Niveisen mit 2,98 % Eisenabbrand herzustellen, und zwar vermittelt Kohlen, die dem Volumen nach bis 20 % Asche und Schlacke enthalten. Unstreilig liegt hier ein Hinweis der Erfolg vor, der alle bisherigen Erfahrungen in Puddelprozesse, namentlich bezüglich des Abbrandes und des Kohlenverbrauchs, über den Haufen wirft.“

Obr.51 Zpráva o úspěšném provozu pece

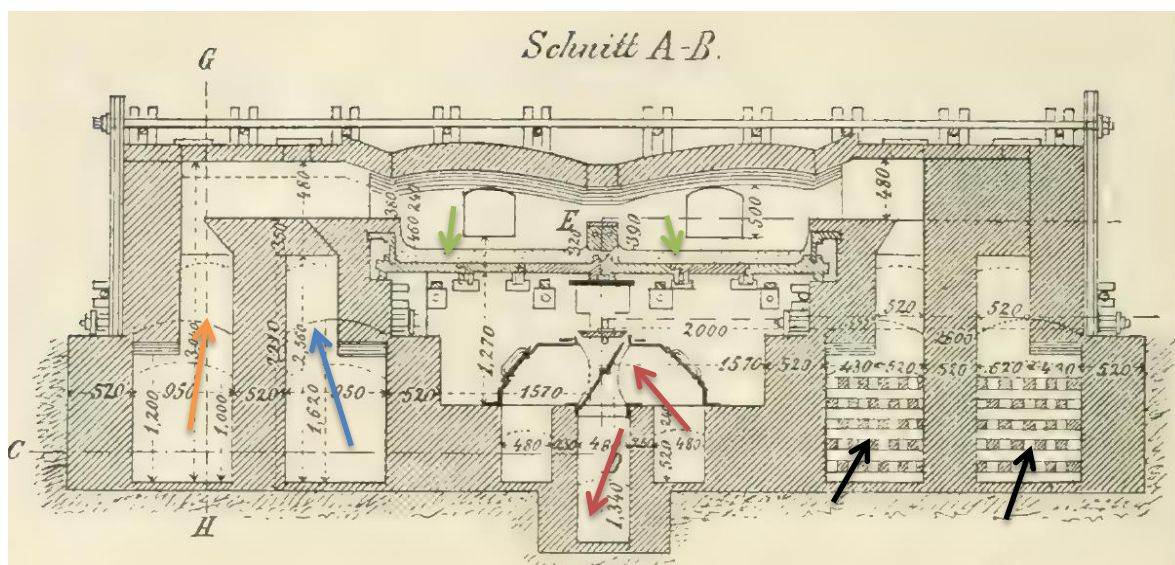
Technická výroční zpráva o pokroku v oblasti chemické technologie za rok 1884 uvádí v podrobnějším příspěvku o pudlovací peci systému Springer tyto údaje (Obr.46,Lit.14): Dvojitou regenerační pudlovací pec si vynálezce Otto Springer, provozní ředitel Heřmanovy huti (Hermannshütte) na Plzeňsku, nechal patentovat v Německu v roce 1882. Patent DRP 19056 byl vynálezci udělen dne 21. ledna 1882. Vynálezce souhlasil s využitím patentu ke stavbě první ověřovací pece, zájem projevila huť společnosti Röchling v obci Völklingen v Sársku.... Údaje již dříve uvedené v časopise Stahl und Eisen (Lit.15) byly navíc doplněny vysvětlujícím náčrtem půdorysu nové dvojité pece v řezu (Obr.52)



Obr.52 Dvojitá pudlovací pec systému Springer v půdorysném řezu Lit.14 z roku 1884

Z popisu pece se čtenáři dozvěděli, že: na studenou vsázku surového železa, která byla umístěna do nístěje pece „A“, působily plameny vystupující z prostoru „C“ (šipky vlevo). Po dosažení fáze oduhlčování taveniny byly přestaveny ventily plynu a vzduchu tak, že plameny přestaly vycházet z prostoru „C“ a naopak začaly šlehat z prostoru „E“ na již přehřátou vsázku v peci „B“ (šipky vpravo). Přitom se ke spalinám směřujícím z pece „B“ do pece „A“ přimíchal vzduch z prostoru „D“ (šipky uprostřed). Tím byla vytvořena okysličující atmosféra v prostoru pece „A“. Dvojitá pec byla uzpůsobena k vytváření redukční a popřípadě okysličující atmosféry v obou pecích za možnosti regulace teplot pomocí tepelného příkonu hořáků. Bylo zřejmé, že vsázky surového železa do pece „A“ a „B“ musely být od sebe posunuty v čase, aby bylo možno využít odpadního tepla jedné pece v peci druhé a potom ještě v podzemním výměníku předat zbylé teplo spalovacímu vzduchu a generátorovému plynu. Dvojitá pec už neměla místní ohniště na uhlí, k vytápění byl užit plyn, který byl přiveden do pece potrubím od generátorů a po přehřátí v podzemním výměníku tepla hořel za atmosférického tlaku v prostoru „C“ a posléze v „E“ (Obr.52).

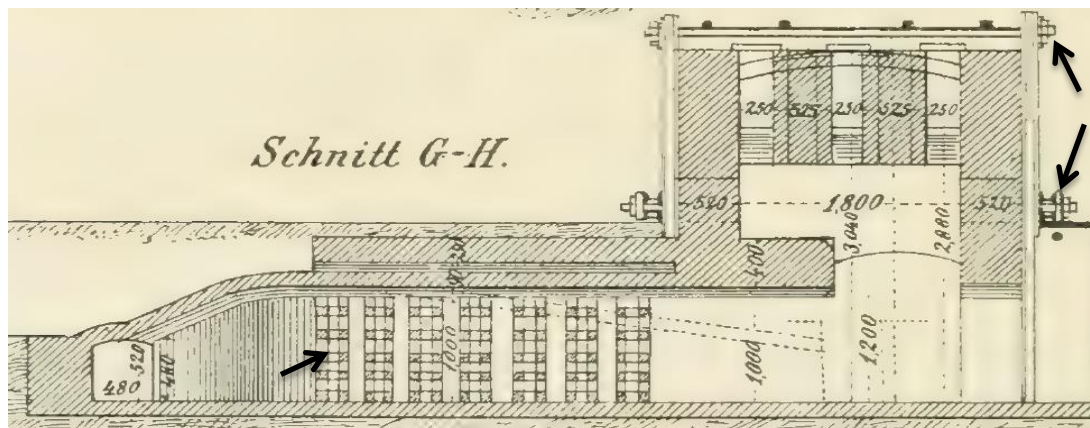
Příručka chemické technologie z roku 1895 nabídla svým čtenářům další podrobnější údaje o dvojitě pudovací peci systému Springer, tehdy nejnovějšího provedení, spolu s výkresy pece a podzemních výměníků tepla (Obr.47,Lit.22) popis konstrukce dvojitě pece, která byla v provozu v hutním závodu „Marienhütte“ v sousedním Sasku Zkušňovací nístěje obou pecí měly shodné půdorysné rozměry 2 x 2,16 metru (Obr.53 zelené šipky). Vsázka surového železa vážila 650 kg. Dvojitá pec byla vybavena podzemními výměníky tepla typu Siemens z žárovevného keramického materiálu (černé šipky). Cesta plynu z přehřívací komory k hořáku je označena žlutou šipkou, cesta přehřátého vzduchu šipkou modrou. Cesta spalin v podzemí, po odevzdání tepla regeneračním výměníkům v pravé části pece, je znázorněna červenými šipkami. Pravá červená šipka ukazuje na přepínací klapku spalin. Levá červená šipka ukazuje směr odtahu spalin podzemním kanálem do komína. Generátorový plyn k vytápění pece byl získáván zplynováním severočeského hnědého uhlí. Délka dvojitě pece byla cca 10 metrů, výška nadzemní části byla cca 2,3 metru.



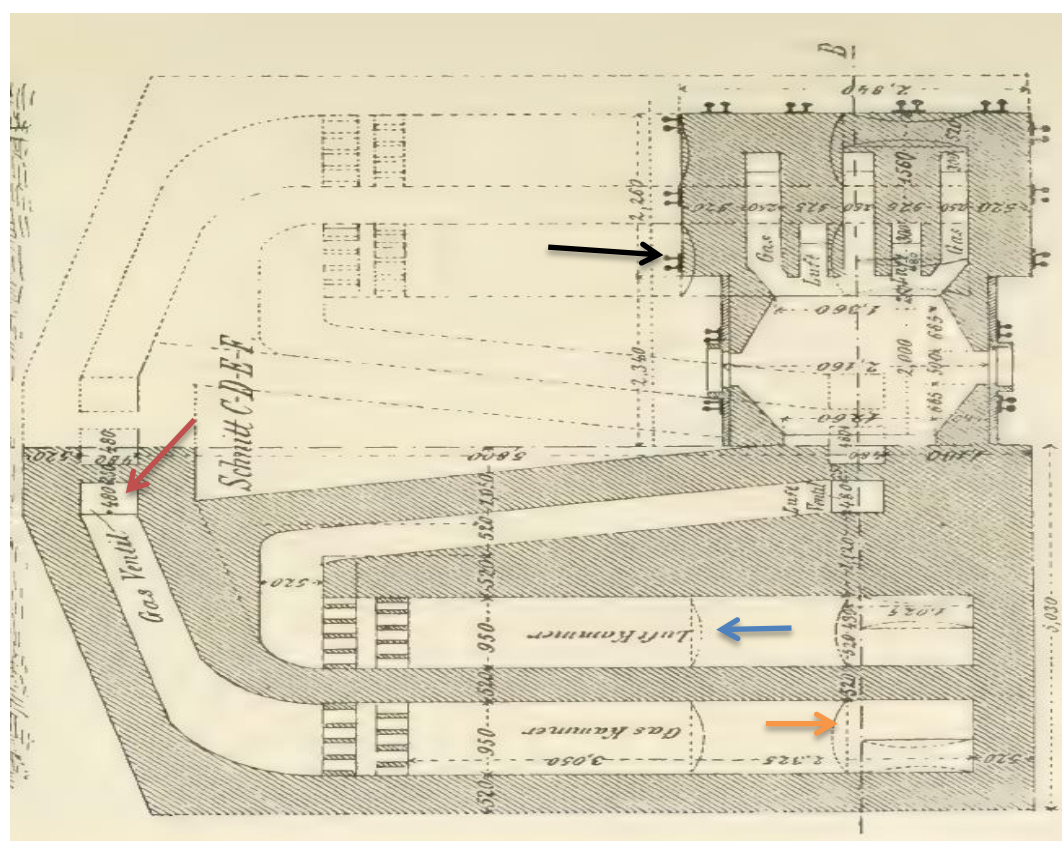
Obr.53 Dvojitá pudovací pec systému Springer v nárysném řezu

Na Obr.54 je pec znázorněna v bokorysném řezu. Na podzemní vestavbu výměníku tepla o výšce cca

1 metr ukazuje šipka vlevo. Zděná konstrukce pece byla sevřena více stahovacími průvlečnými šrouby ze železa k zvýšení soudržnosti zdiva při působení mechanického napětí vzniklého během průběhu teplotních cyklů ve zdivu (Obr.54 šipky vpravo).



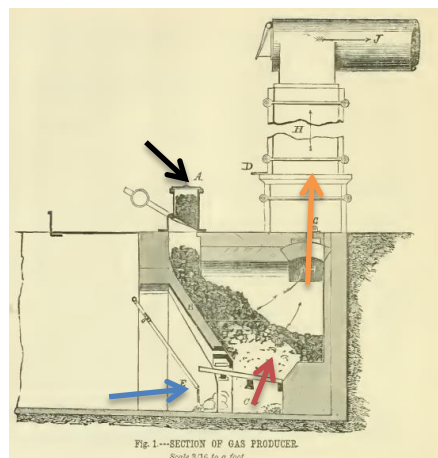
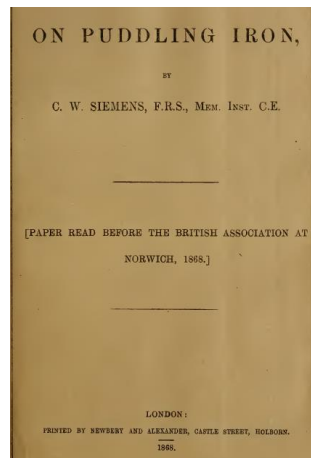
Obr.54 Dvojitá pudlovací pec systému Springer v bokorysném řezu



Obr.55 Dvojitá pudlovací pec systému Springer v půdorysném řezu

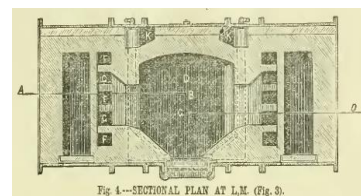
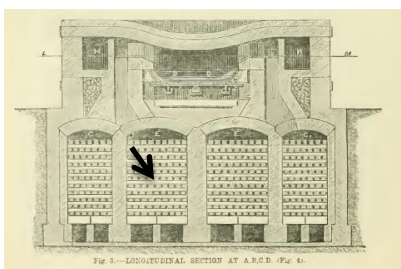
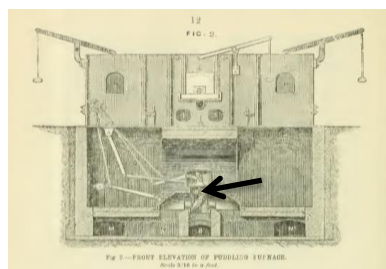
Předehřívací podzemní komory, které tvořily výměníky tepla, je vidět na Obr.55, kde žlutá šipka označuje cestu generátorového plynu výměníkem a modrá šipka ukazuje cestu spalovacího vzduchu výměníkem k hořáku. Červená šipka ukazuje na prostor přepínacího ventilu generátorového plynu na přivodním vedení. Šipka nahoře míří na železné opláštění pece vyztužené nosníky, pomocí kterého se síly ve stahovacích šroubech přenášely na boční plechy, které z obou stran stahovaly zdivo pece.

Samotná myšlenka využít u pudlovací pece generátor plynu namísto přímého topení uhlím nebyla nová. Britský vynálezce Dr.C.W.Siemens zveřejnil návrh takového generátoru již v roce 1868 (Obr.56).



Obr.56 Vynálezce Dr C.W.Siemens Obr.57 Titul Lit.3 r.1868 Obr.58 Generátor plynu (Lit.3 1868)

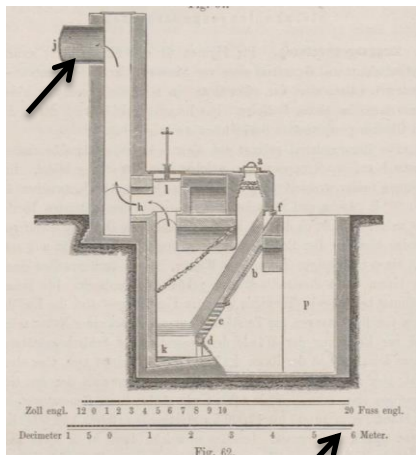
Generátor plynu typu Siemens umístěný v blízkosti pudlovací pece se vyznačoval výrazným podílem hořlavých složek CO a H₂ v plynu, který vznikal nedokonalým hořením uhlí v nížtější (Obr.58 červená šipka Lit.3). Uhlí bylo vsypáváno plynotěsným uzávěrem (černá šipka). K ohništi byla přiváděna v malém množství voda (modrá šipka), vzniklá vodní pára se v ohništi rozložila na vodík a kyslík, tím byla zvýšena výhřevnost generátorového plynu, který pak stoupal potrubím v hořákům v peci. (žlutá šipka). Princip generátoru byl chráněn britským patentem z května 1857. Myšlenka rekuperace tepla střídavým ohřevem dvou výměníků tepla v podzemí už byla uskutečněna také, prepínací klapku spalin s ovládacími pákami ukazuje Obr.59 (Lit.3 r.1868). Čtyři keramické výměníky tepla v podzemí pece jsou vidět na Obr.60. Dr.C.W.Siemens rovněž přispěl významně k možnosti měřit teplotu spalin průmyslových pecí a sice platinovým odporovým teploměrem. Tato metoda spočívající na využití nelineární závislosti mezi teplotou a ohmickým odporem rezistoru z korozivzdorné platiny se využívá dodnes. Ve své knize uvedl jím zjištěnou teplotu spalin před výměníkem tepla až 500°F (260°C) a doložil tím vyšší účinnost vytápění pudlovací pece dosaženou rekuperací tepla.



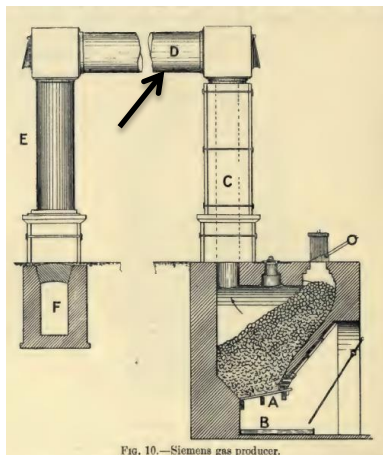
Obr.59 Pudlovací pec r.1868 Obr.60 Rekuperace tepla spalin Obr.61 Půdorysný řez peci

Navíc Dr.C.W. Siemens navrhnul vést potrubí od generátoru do výšky mimo budovu a tak ochladit plyn, který tím nabyl větší měrné váhy (Obr.62,63 šipky nahoře). Studenější plyn o větší měrné váze pak pod mírným tlakem vstupoval do hořáků a napomáhal tahu komína kam byly odváděny spaliny. Tímto samotížným systémem se vynálezce zbavil nutnosti zvažovat instalaci odstředivého ventilátoru, který by musel být umístěn buď v plynovém potrubí nebo v odtahu spalin.

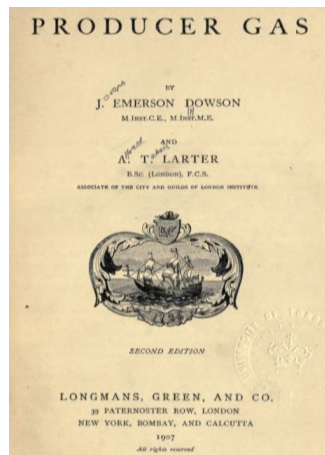
Na velikost generátorů je možno usoudit z měřítka dlouhého 6 metrů (Obr.62 šipka dole Lit.8).



Obr.62 Generátor Siemens Lit.8

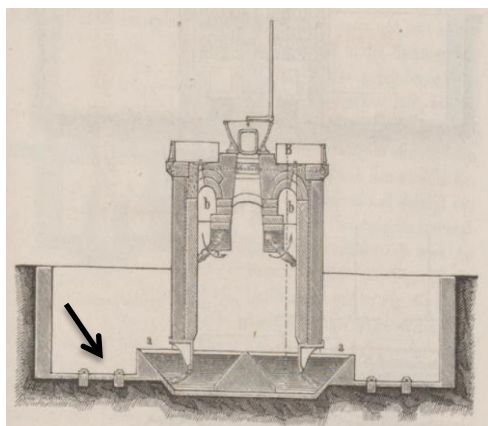


Obr.63 Generátor Lit.34 r.1907



Obr.64 Titulní strana Lit.34

Vynálezce Otto Springer ve svém patentu z roku 1882 využil vytápění plynem a rekuperaci tepla u dvojice pecí koordinovaně pracujících s časovým posunem. To bylo ono důvtipné a patentovatelné řešení. Využita přitom byla centrální generace plynu. Jedno z více provedení větších válcových generátorů k použití v centrální plynárně nese opět jméno původního vynálezce (Obr.65,Lit.8).



Obr.65 Generátor plynu Siemens (Lit.8)



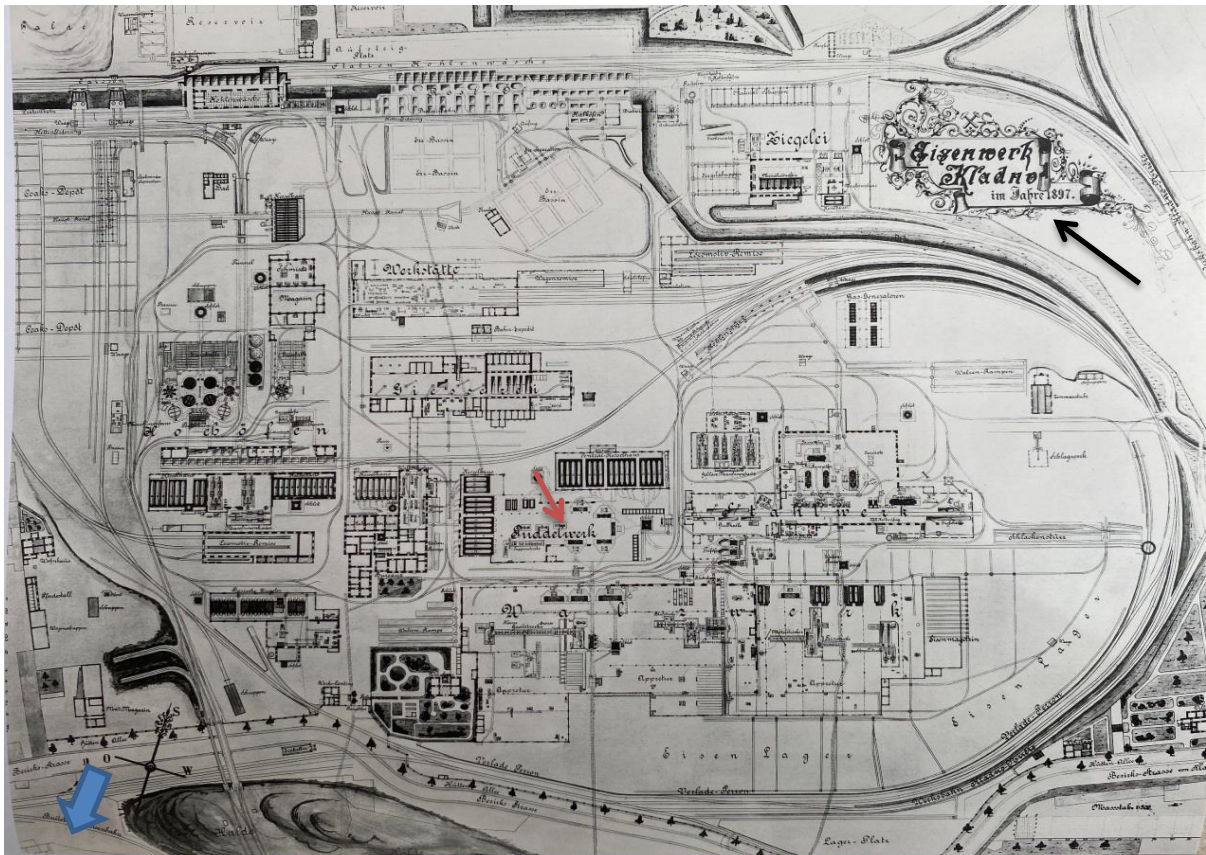
Obr.66 Titul Lit.8



Obr.67 Potrubí generátorového plynu

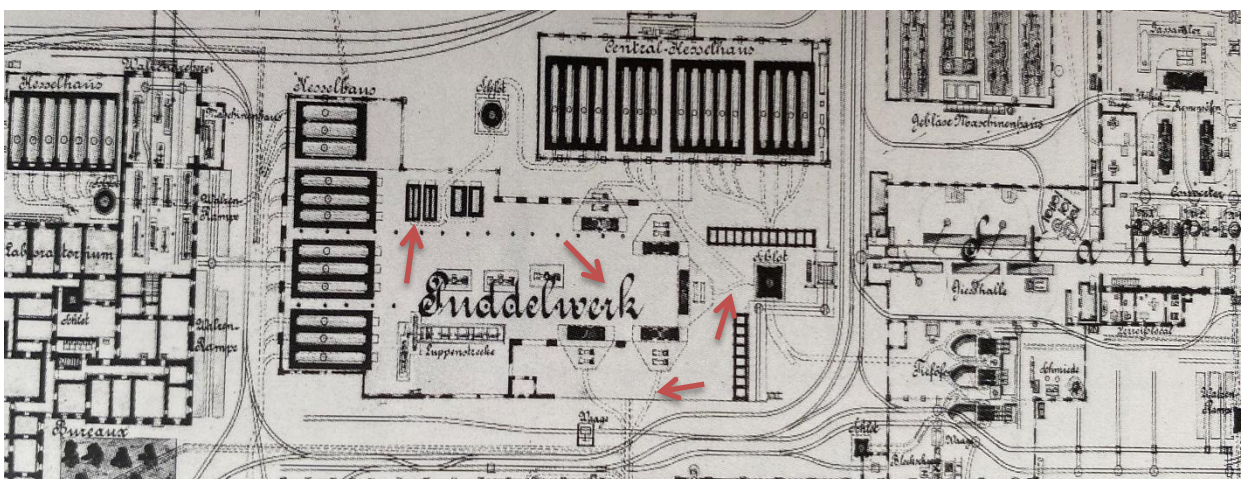
O velikosti generátoru plynu z černého uhlí systém Siemens si vytvoříme představu porovnáním s rozchodem železničních kolejí (Obr.65, šipka Lit.8 r.1874). V kladenských ocelárnách byla centrální plynárna s podnikovým rozvodem generátorového v chodu ještě v roce 1979, jak jsem se sám mohl tehdy přesvědčit. V té době již převládající nadzemní potrubí rozvodu zemního plynu v podniku se od starých rozvodů odlišovalo nápadnou žlutou barvou. Poslední němí svědkové někdejšího nízko-tlakého podnikového rozvodu generátorového plynu stojí dodnes v hustých křovinách poblíž místa, kde kdysi stála už dávno zmizelá pudlovací železárna v Kladně (Obr.67,duben 2024).

6. Železářské pudlovací a svářecí pece, buchary a válcovna v Kladně koncem 19.století



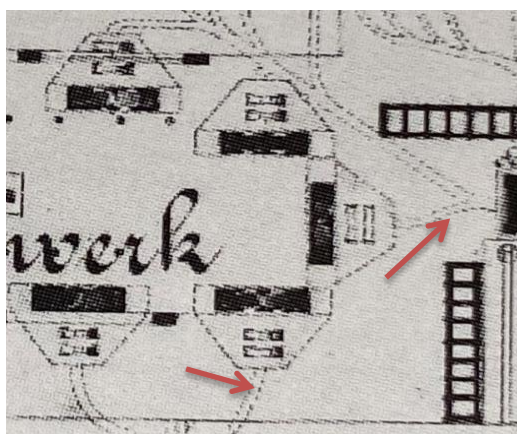
Obr.68 Železářny v Kladně v roce 1897 (Eisenwerk Kladno im Jahre 1897 šipka) Lit.48 z roku 2017

Uprostřed celkového plánu železáren Pražské železářské společnosti (PŽS/PEIG) je výrobní hala pudlovacích pecí označena červenou šipkou (Puddelwerk). Modrá šipka ukazuje na sever (Obr.68).

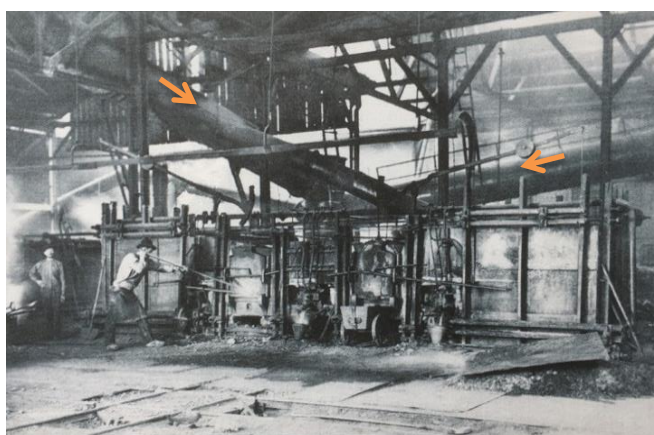


Obr.69 Hala pěti dvojitých pudlovacích pecí, třech bucharů a válcovací trati v roce 1897

V hale pudlovny byly 4 ležaté parní kotle (Obr.69 šipka vlevo), skupina pěti dvojitých pudlovacích pecí (šipka uprostřed) s podzemními odtahy spalin od výměníků tepla do komínů (šipky vpravo a dole).

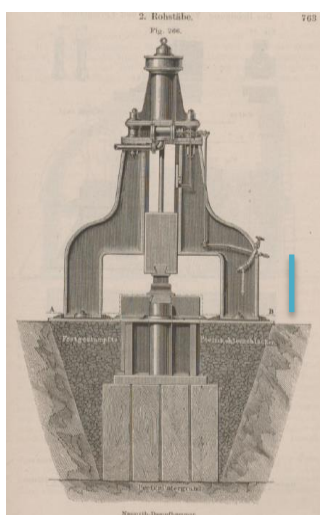


Obr.70 Podzemní odtahy spalin do komínů

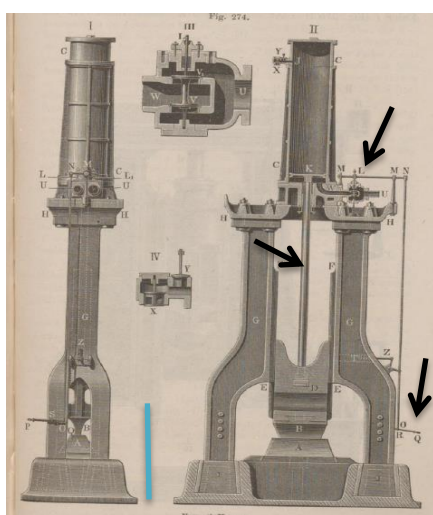


Obr.71 Potrubí generátorového plynu do pecí

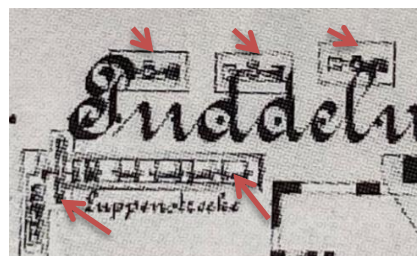
Na zvětšeném výřezu plánu železáren z roku 1897 vidíme trojici bucharů (Obr.74 šipky nahoře), čtyři dvojice válců k válcování výkovků (šipka vpravo dole) a ležatý parní stroj se setrvačníkem a nůžkami, vše na společné hřídeli (šipka vlevo dole, Luppenstrecke). Podle půdorysu bucharů soudě se jednalo o buchary konstrukčního typu Nasmyth (Lit.8 Obr.72,73). Pára k pohonu bucharu byla přiváděna potrubím od kotlů k ventilu (Obr.73, šipka nahoře), který byl ovládán ručně pomocí páky a svislého táhla (šipka dole). Pára byla přiváděna pod píst, který zvedal pomocí pístní tyče beran bucharu do horní úvratě (šipka vlevo). Zpět do dolní úvratě padal beran volným pádem, byl přitom veden v prismatických drážkách stojanu. Hmotnost beranu byla 2 až 4 tuny. V Kladně vážily berany třech bucharů 50 centů každý (2800kg Lit.4 r.1869). Přetvárná práce bucharu způsobila při úderu svaření nespojených částí kujného železa a vypudila tekutou strusku z dutin uvnitř výkovku (lupy, Luppe). O velikosti bucharu v pudlovně získáme představu pomocí délky modré úsečky, která zastupuje postavu kováře o výšce cca 170 cm (Obr.72,73). Velikost zdvihu bucharu byla do 2,5 metru. Základy bucharu o úctyhodné velikosti a hloubce kombinovaly dřevěnou konstrukci s upevňovacími železnými díly. Podobně tomu bylo u hlubokých základů válcovacích stolic susedící válcovací trati.



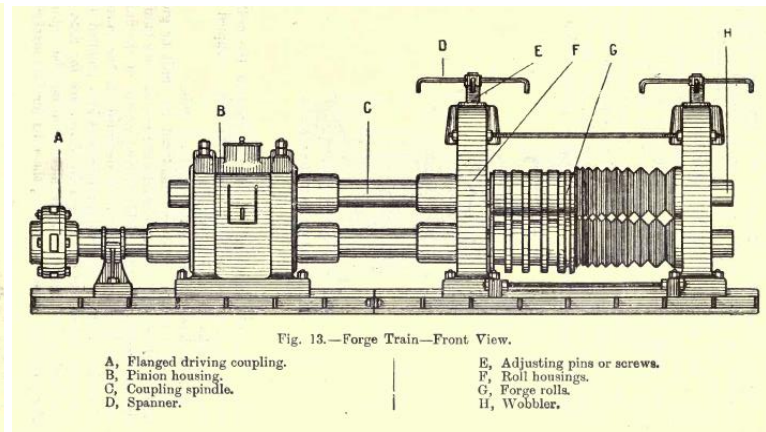
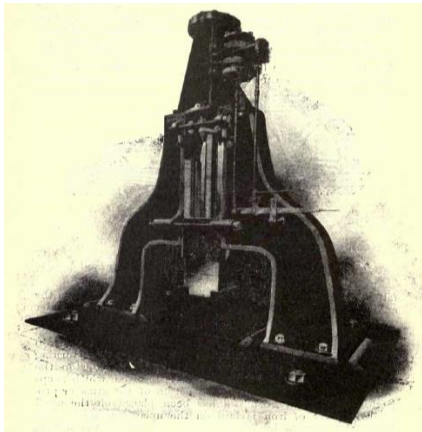
Obr.72 Parní buchar



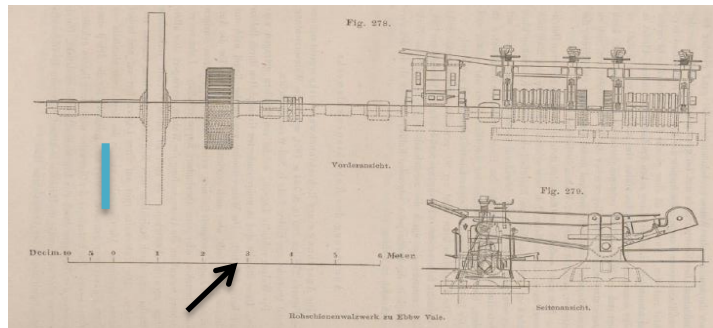
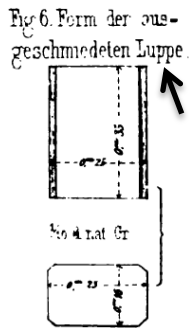
Obr.73 Parní buchar v řezu (Lit.8)



Obr.74 Bucharý a válcovací trať

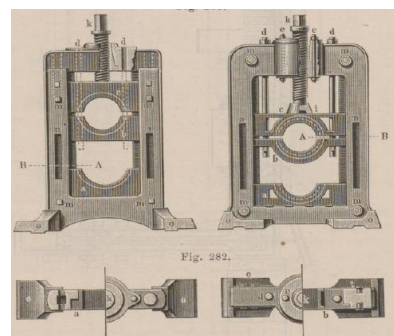
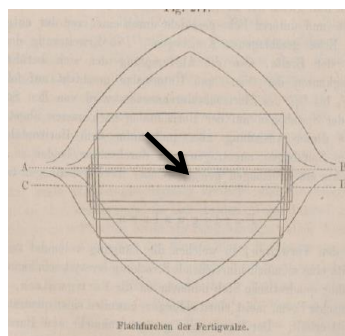
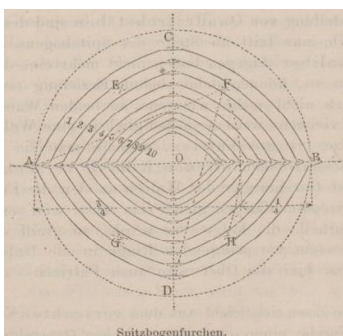


Obr.75 Parní buchar v pudlovně Obr.76 Válcovací trať na lupy (Luppen) v pudlovně Lit.38 r.1917



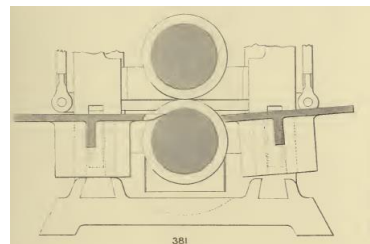
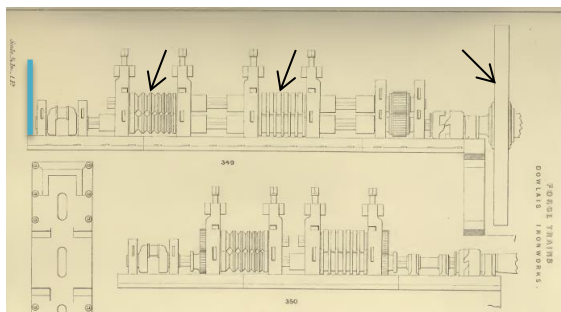
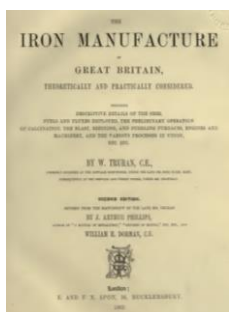
Obr.77 Výkovek Obr.78 Titul Lit.11 Obr.79 Příklad konfigurace válcovny výkovek (Lit.9 r.1874)

Ukázku výkovku (lupy, Luppe) o rozměrech 0,23 x 0,15 x 0,35m a hmotnosti cca 93 kg zobrazoval náčrt v technické příručce z roku 1877 (Obr.77 Lit.11). Válcovny výkovek z kujného železa byly dost veliké, jak ukazuje Obr.79. Šipka směřuje na měřítko dlouhé 6 metrů, modrá úsečka na obrázku zastupuje postavu valciře o výšce cca 170 cm.



Obr.80 Hrubovací válce Obr.81 Dokončovací válce Obr.82 Rám válcovací stolice

První dvojice hrubovacích válců výkovek formovala několika postupnými průchody ve zmenšujících se kalibrech (drážkách). Ukázka kalibrace na Obr.80 obsahuje 10 drážek na hrubovacích válcích. Vývalek bylo nutno při jednotlivých průchodech pootočit o 90°. V sousední dokončovací dvojici válců se přibližně čtvercový průřez tyče měnil na konečný plochý obdélníkový profil (Obr.81, šipka). Válcovací trať pudlovný v Kladně však měla namísto běžných dvou párů dokonce čtyři páry válců. Bylo tomu tak tehdy, když vyráběný různorodý sortiment finálních vývalků vyžadoval více druhů průřezu polotovarových tyčí a tím vyšší počet dvojic válců a drážek různých tvarů a rozměrů.

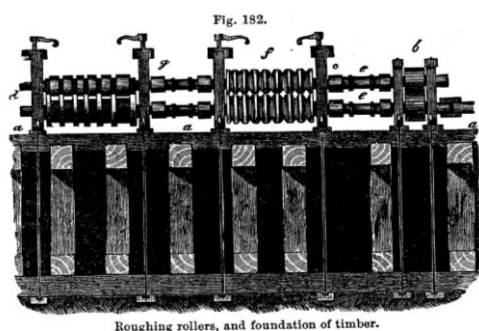


Obr.83 Lit.2 r.1862

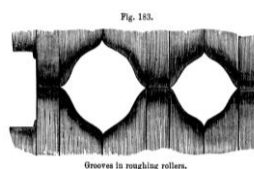
Obr.84 Trať k válcování lup na ploché tyče

Obr.85 Řez dvojicí válců

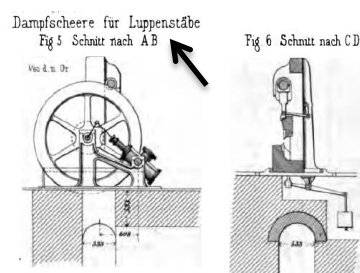
Rozměry a další parametry válcovacích pořadí k zpracování lup na tyče ve Velké Británii uváděla příručka z roku 1862 (Obr.83,Lit.2): průměry obou hrubovacích válců s drážkami byly většinou 18 palců (cca 450 mm), jejich délka byla 6 stop (cca 1830 mm)(Obr.84 šipka vlevo). Dokončovací dvojice válců měla drážky k válcování plochých tyčí o šířce 3 až 7 palců (cca 75 – 173 mm) a tloušťce ½ až 1 ½ palce (cca 13 až 37 mm)(Obr.84 šipka uprostřed). Na společné hřídeli s válci byl upevněn velký setrvačnick, který měl průměr 13 až 15 stop (cca 3960 až 4575 mm)(Obr.84 šipka vpravo). Počet otáček hřídele setrvačnicku byl nevelký, od 30 až do 80 otáček/minutu. Stejným společným hřídelem byly poháněny nůžky ke stříhání plochých tyčí za tepla na předepsanou délku. Výměna jednoho páru válců trvala zručným mechanikům asi ¼ hodiny. Životnost válců do jejich opotřebení byla asi 6 měsíců. Parní kotle k pohonu válcovací trati v počtu 2 až 4 pracovaly s přetlakem páry 20 až 70 p.s.i. (cca 0,14 až 0,5MPa). Parní stroje byly většinou ležaté o průměru válců 30 až 40 palců (cca 750 – 1000 mm) se zdvihem 7 stop (cca 2100 mm). Modrá úsečka na Obr.84 zastupuje valciře o výšce cca 170 cm (Lit.2) V pozdějších letech měly setrvačnický válcovacích tratí nižší hmotnost 1500 až 2100 kg (Lit.12, r.1877). Profily plochých tyčí vyrobených válcováním v pudlovně mívaly průřezy 100 x 19mm, 75 x 19 mm a 50 x 19 mm (Lit.6 r.1872). Parní nůžky na stříhání tyčí za tepla mohly v pudlovně stát odděleně s vlastním parním strojem (Obr.88,Lit.11). Z příručky vydané v USA v roce 1869 pocházejí dřevoryty na Obr.86,87, které ukazovaly tamní provedení válcovací tratě na tyče a kalibraci hrubovacích válců (Lit.5).



Obr.86 Dřevěné základy ve válcovně



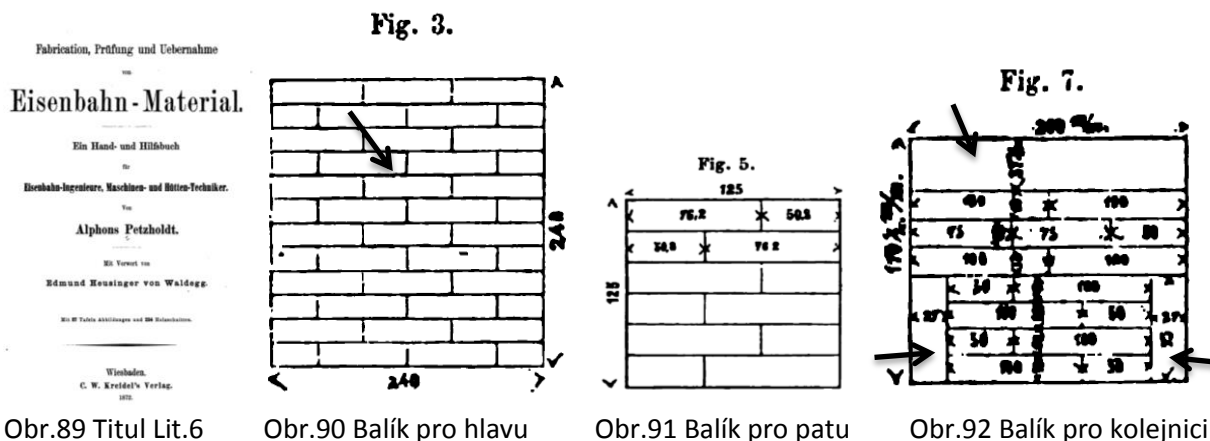
Obr.87 Profily válců



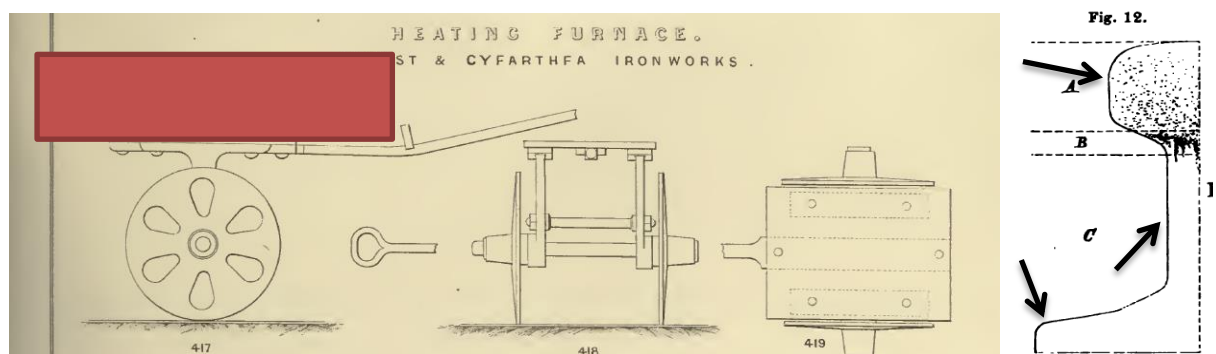
Obr.88 Parní nůžky na tyče

Schema skládání tyčí vyrobených v pudlovně do balíků (paketů) před jejich opětovným ohřevem ve svářecích pecích před válcováním bylo určeno finálním výrobkem. Technická příručka z roku 1877 popisovala skládání balíku určeného pro hlavy kolejnic takto (Lit.12 r.1877): Tyče pro hlavy kolejnic musely být z tvrdšího zrnitého materiálu o vyšším obsahu uhlíku. Balíky se skládaly z 12 vrstev se vzájemným přesahem mezer mezi vrstvami tyčí (Obr.90, šipka). Přesahy měly předejít štěpení hlav kolejnic za provozu. Ploché tyče o tloušťce cca 19mm a délce 1 metr byly skládány do

balíku o průřezu 240x240mm. Balíky byly na obou koncích svázaný do červena rozžhaveným železným drátem anebo pásem. Úvazky po vychladnutí pevně stáhly svazek tyčí. Balíky tyčí byly potom podrobeny dvěma ohřevům ve svářecí peci. Po prvním ohřevu následoval průchod kalibrů hrubovací válcovací stolice. Po druhém ohřevu bylo provedeno sedm průchodů kalibrů dokončovacích válců. Výsledná tyč měla průřez 37 x 200mm, nalezneme ji v balíku připraveném pro válcování kolejnic na Obr.92 (šipka nahoře)



Balík pro patu kolejnice měl odlišné schema skládání z tyčí o tloušťce cca 20mm do šesti vrstev (Obr.91). Tyče byly vyrobeny ze zvlášť dobře tažného nízkouhlíkatého kujného železa. Důvodem byla snaha do dobrém finálním provedení samých okrajů pat kolejnice (Obr.94 šipka dole). Průřez hotového balíku byl 125x125mm, délka balíku byla 1metr, váha 130kg. Po ohřevu byl balík válcován ve 12 kalibrech na konečný průřez 27x 50 až 75mm. Hotová tyč byla dělena na kusy dlouhé 1m ke skládání do balíku pro kolejnici, který vidíme na Obr.92. Polohu těchto tyčí určených pro patu v balíku složeném k válcování kolejnic označují šipky dole (Obr.92). Ostatní tyče v balíku připravenému k válcování kolejnic byly vyrobeny také z tažného železa s nižším obsahem uhlíku. Balík (paket) pro jejich výrobu byl skládán opět podle zvláštního návodu. Váha celého balíku k válcování kolejnic ze třech druhů tyčí byla cca 280kg (Obr.92). Vozík k ručnímu převážení žhavého balíku tyčí od svářecí pece k válcovací trati na kolejnice ukazuje anglická technická příručka z roku 1862 (Obr.93,Lit.2).

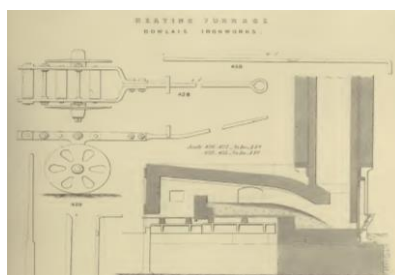


Balíky byly ve svářecí peci posouvány k odběrovému otvoru a byly přitom otáčeny (Obr.97). Bylo nutné, aby část balíku určená pro patu kolejnice byla více a déle vystavena žáru ze stropu pece a

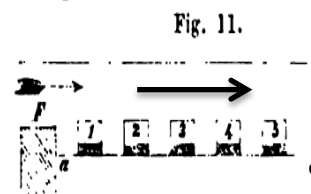
spalin. Důvodem byla snaha po dosažení rozdílného teplotního pole v tyčích balíku, které pomáhalo lepšímu svaření všech druhů kujného železa při válcování. Jakost svaření byla posuzována podle výbrusů hotových kolejnic, přitom byly rozlišovány tři druhy textury označené A,B, a C (Obr.94). V pásmu hlavy kolejnice „A“ byl výbrus zrnitý, část „B“ byla přechodová oblast svaru, vzhled výbrusu v části „C“ byl typický pro houževnatější nízkouhlíkaté železo. Ve svářecí peci bývalo ohříváno většinou 5 balíků tyčí v definovaných rozestupech (Obr.97,Lit.6 r.1872).



Obr.95 kleště k obracení balíku

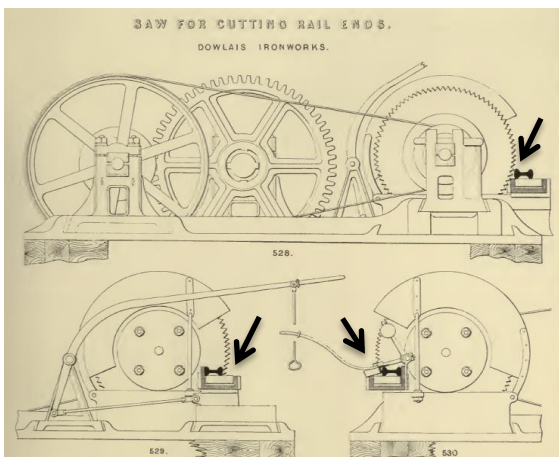


Obr.96 Svářecí pec (Lit.2 r.1862)

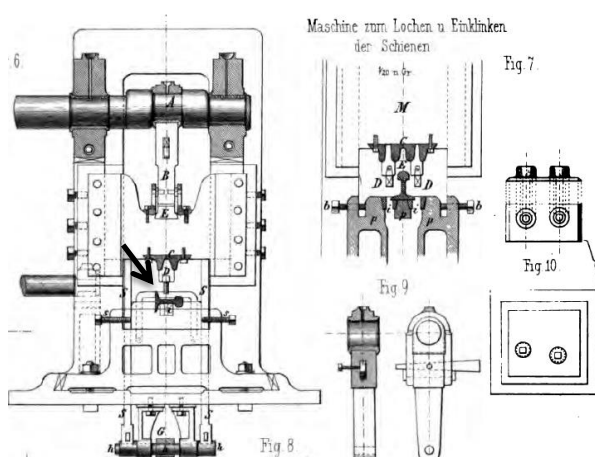


Obr.97 Posouvání balíků

Z jednoho balíku byla zhotovena válcováním jedna kolejnice. Konce kolejnic byly uříznuty za tepla na pile (Obr.98), typická délka kolejnic byla 6 metrů. Kolejnice byly dále rovnány, na jejich obou koncích byla za tepla proražena do stojiny dvojice otvorů pro spojovací šrouby (Obr.99 Lit.6 r.1872). Zároveň byl na patách kolejnic ražen vrub pro hřeb, který měl zabránit posuvu kolejnic v podélném a příčném směru během železničního provozu. V Kladně bylo v roce 1869 denně za jednu dvanáctihodinnou směnu zhotoveno cca 200 kusů kolejnic, každá o váze 475 liber (266kg)(Lit.4 r.1869).



Obr.98 Pila na kolejnice (Lit.2 r. 1862)



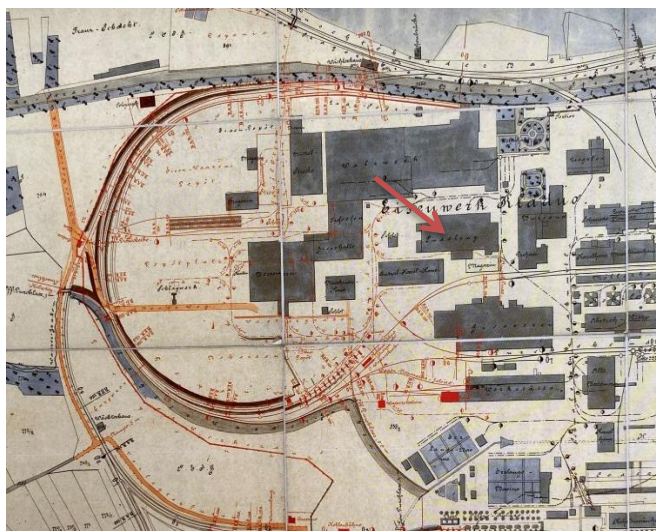
Obr.99 Stroj k proražení dvojice otvorů do kolejnice

Podrobná doporučení jak skládat balíky tyčí v pudlovně před válcováním platila také pro další výrobky jako byly podkládací desky pod kolejnice, hřeby sloužící k přibíjení kolejnic k pražcům a spojovací šrouby. Kladenské železářny však nevyráběly jen válcované zboží pro železnice. K stavbě železných hal a mostů byly nezbytné nosníky, profilové tyče, pásnice, uzlové plechy a nýty. Existoval také nezvyklý profil na zábradlí železných mostů. Tak bohatý sortiment byl možné zvládnout jen s velkým počtem různorodých dvojic válců ve válcovnách. Organizovat výrobu při nahodilém objemu a termínu získání zakázek jistě nebylo snadné. K tomu navíc přistoupily zkoušky vzorků hotových vývalků a podmínky úspěšného převzetí zboží zákazníkem u výrobce. O nich pojednává následující kapitola.

S výrobním úsekem dávno zmizelé železářny se rozloučíme dvěma starými fotografiemi. Pudlovna kladenských železáren je označena šipkou na kolorované fotografii pořízené roku 1906 z říditelného balonu (Obr.100) a také na plánu podniku z roku 1886 (Obr.101). Snímek železáren od západu pořízený někdy v osmdesátých letech 19.století vidíme na Obr.102.



Obr.100 Pohled od jihu k severu - pudlovna



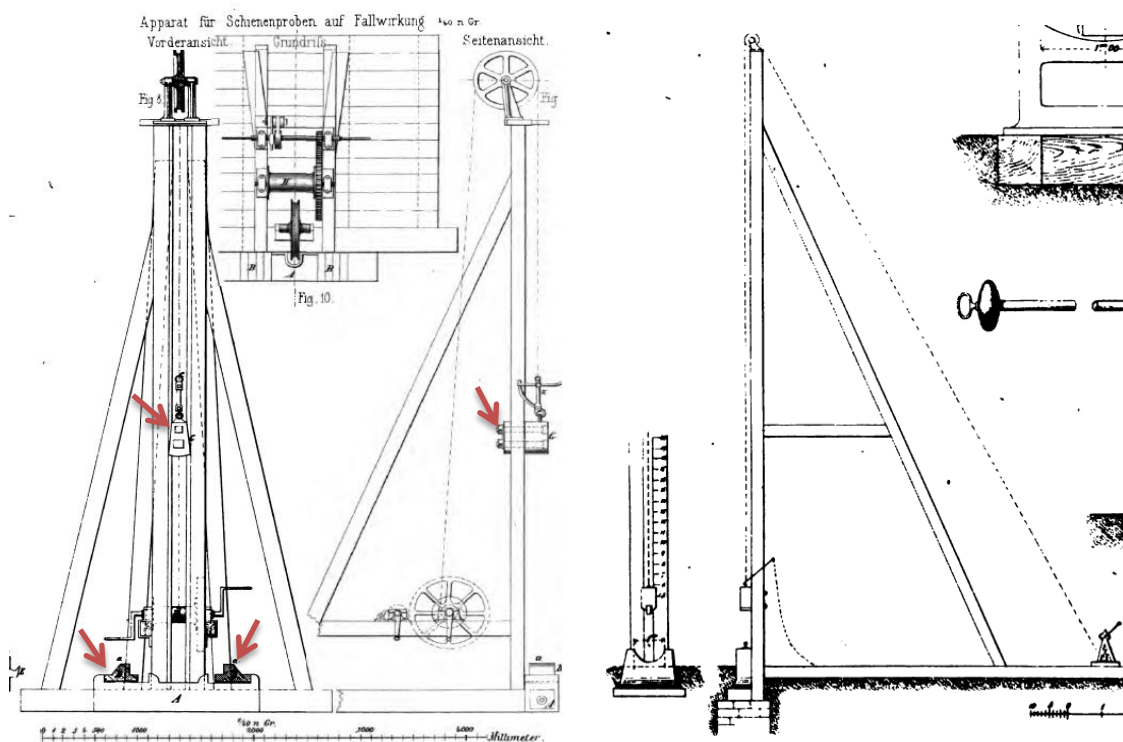
Obr.101 Pohled jihu k severu – pudlovna – rok 1886



Obr.102 Pohled na kladenské železářny od západu k východu – asi roku 1880 (Lit.48 z roku 2017)

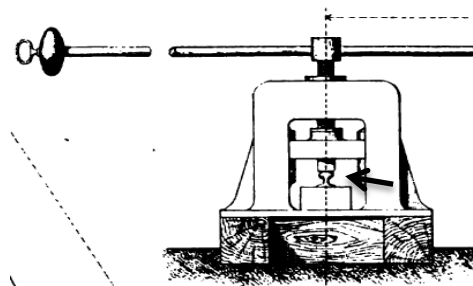
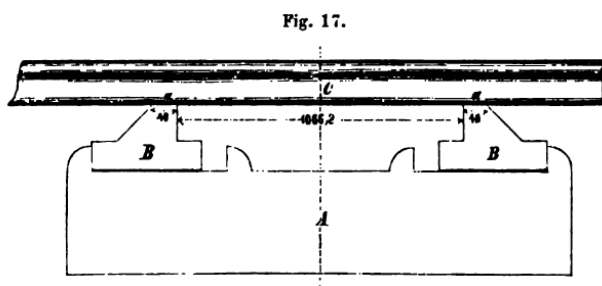
7. Zkoumání vlastností kujného železa z pudlovacích pecí pro stavbu železnic

Literatura uvedená na konci tohoto pojednání neobsahuje zprávy o způsobu testování výrobků ze svářkového železa vyrobeného pudlováním v kladenských železárnách na přelomu 60/70-tých let 19. století, zejména kolejnic pro stavby železnic. V technické literatuře té doby však můžeme nalézt vcelku podrobné informace ze stejného období z jiných železáren. Třeba názorný příklad testování kolejnic vyrobených v letech 1869/1870 v belgické železárně společnosti John Cockerill v obci Seraing (Lit.12). Kolejnice byly určeny pro stavbu železnice Charkov-Kremenčuk v tehdejším carském Rusku. Kolejnice měly výšku 114 mm a tloušťku stojiny 19 mm. Zkouška kolejnic na lámavost dynamickým úderem byla prováděna řízeným pádem závaží o hmotnosti cca 300 kg z výšky 2 metrů (Obr.103, šipka vpravo). Zkoumaná kolejnice byla volně položena na dvě podpory, které byly od sebe vzdáleny 1066 mm (šipky dole). Závaží opatřené břitem klouzalo volným pádem ve svislém vedení (šipka vlevo). Zkušební zařízení bylo opatřeno vrátkem se dvěma klikami k opětovnému zdvihu závaží pomocí lana do počáteční polohy. Celková výška zkušebního stroje byla 6,8 metru (Lit.6 r.1872). Obdobně konstruovaný zkušební stroj k testování kolejnic v jiné válcovně vidíme na dřevorytu Obr.104 (Lit.12 r.1877).

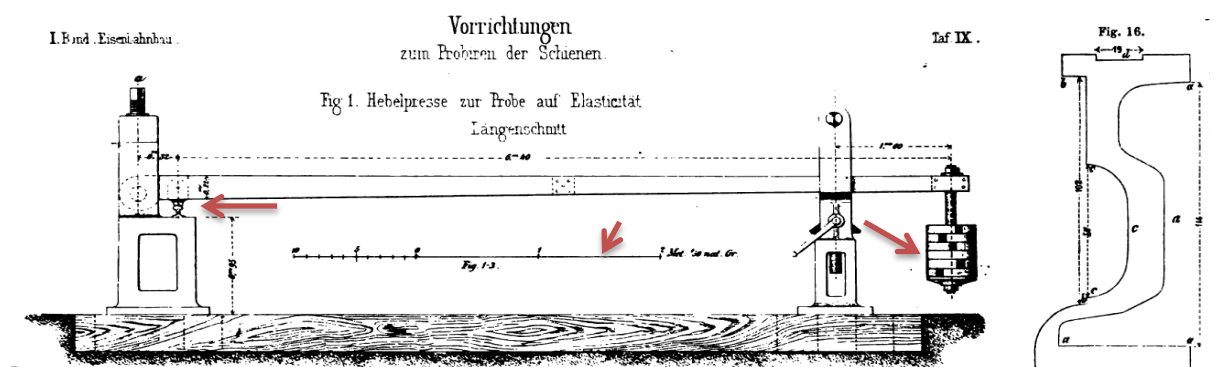


Obr.103 Zkoušení pevnosti kolejnic rázem (Lit.6) Obr.104 Zkoušení pevnosti kolejnic rázem (Lit.12)

Kolejnici o výšce 114 mm volně položenou na podpory vzdálené od sebe 1066 mm vidíme v detailu na Obr.105. Cílem zkoušky bylo zjistit velikost plastické deformace kolejnic po opakovaných úderech na hlavu kolejice ve stejném místě anebo po střídavých úderech na hlavu a patu kolejnic v protilehlých místech profilu (Lit.12).

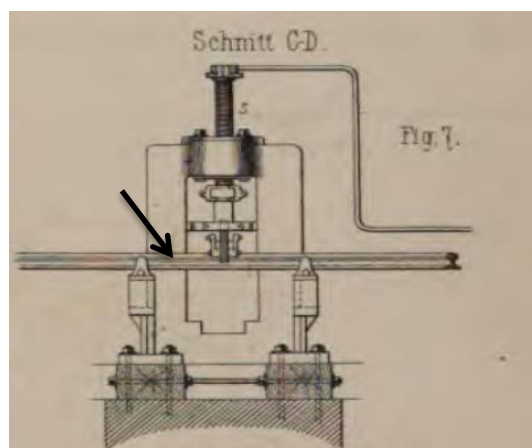
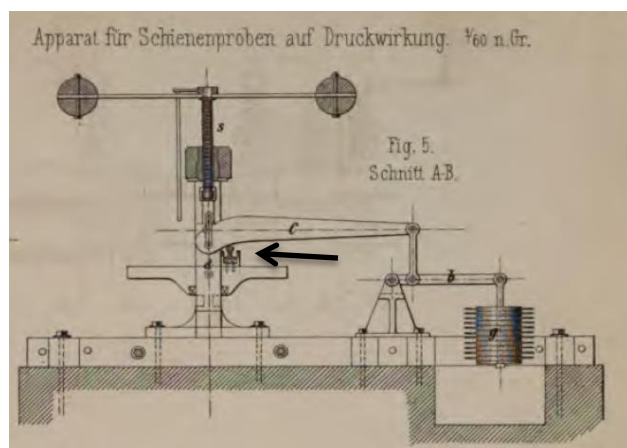


Obr.105 Kolejnice položená na dvě podpory (Lit.12) Obr.106 Ohýbání kolejnice šroubovým lisem



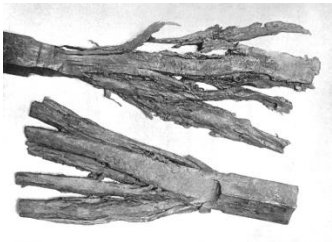
Obr.107 Příklad k ohýbání vzorku kolejnice položené pod jednozvratnou pákou Obr.108 Šablona

Test kolejnice ohýbáním na šroubovém lisu vidíme na Obr.106. Ohýbání vzorku kolejnice pomocí páky a břemen je znázorněno na Obr.107(šipka vlevo). Měřítka na obrázku bylo dlouhé 3 metry (šipka uprostřed). Na kolejnici působilo břímě kratší rameno páky, na konec delšího ramene páky byla postupně zavěšována závaží (šipka vpravo)(Lit.12 r.1877).

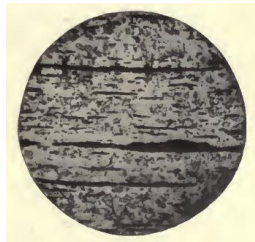


Obr.109 Příklad k ohýbání vzorku kolejnice Obr.110 Příklad k ohýbání kolejnice (Lit.6)

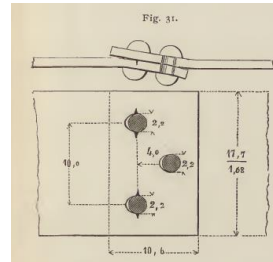
Další provedení přístrojů ke zkoumání mechanických vlastností kolejnic vidíme na Obr.109,110(Lit.6). Ke zkouškám byla náhodně odebrána většinou jedna kolejnice z 200 vyrobených kusů. Ke kontrole dodržení předepsaného profilu kolejnic, šířky hlavy, paty a dodržení dovolených odchylek byly určeny příkladací šablony (Obr.108 Lit.12).



Obr.111 Rozkování vzorku



Obr.112 Výbrus železa

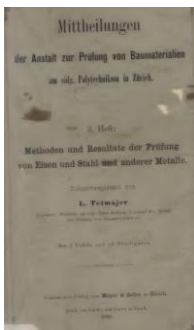


Obr.113 Nýtovaný spoj



Obr.114 L.Tetmajer

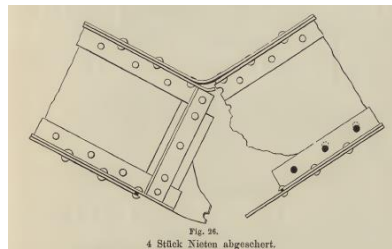
Zkouška vzorku kováním ukázala zda skutečně došlo k dobrému svaření tyčí v balíku. Při nedokonalém svaření tyčí bylo možno kováním oddělit a rozpoznat ve vzorku jednotlivé tyče původního balíku (Obr.111). Podle četných údajů v soudobé technické literatuře lze usoudit, že uznávanou vedoucí laboratoří v Evropě byla tehdy mechanická zkušebna vysoké školy technické ETH Zürich ve Švýcarsku, kterou vedl Prof.Ludwig Tetmajer (Obr.114). Laboratoř vydávala obsáhlé zkušební zprávy doprovázené snímky (Obr.115,116). Zkoumány byly nejen jednoduché vzorky na tah, ale také celé části nýtovaných konstrukcí (Obr.118,113,117). Plávková konvertorová a Siemens-Martinská ocel byla bedlivě porovnávána s dosud užívaným a dlouholetou praxí ověřeným svářkovým kujným železem.



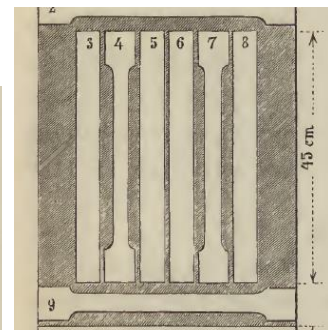
Obr.115 Lit.18



Obr.116 Nosníky



Obr.117 Ohyb nýtovaného nosníku



Obr.118 Zkoušky na tah

Nejinak postupovaly v té době rakouské státní dráhy (k.k. Österreichische Staatsbahnen) v předlitavské části Rakouska-Uherska. Jako příklad lze uvést závěry hodnocení mechanických a chemických zkoušek plávkové oceli vyrobené v množství 920 tun v jediné Siemens-Martinské peci v Kladně pro stavbu železničního mostu přes Vltavu v Červené na trati Tábor-Písek v jižních Čechách (Lit.20).



Obr.119 Montáž mostu roku 1889



Obr.120 Příhradová konstrukce



Obr.121 Most v současnosti

Siemens-Martinská pec vyrobila ve třech až čtyřech tavnách nejvýše 35 tun oceli denně. Výroba oceli trvala 3 měsíce. Během té doby byla chemickou analýzou zkoumáno složení oceli ve dvou vzorcích odebraných z každé tavby. Část taveb s jejich čísly a výsledky analýz uhlíku, fosforu a manganu jsou

vedeny na Obr.124. Výsledky analyz měly malý rozptyl díky zvláštní přípravě vsázky do pece. Větší část vsázky byla tvořena šrotem z výroby oceli v Thomasových konvertorech s malým obsahem fosforu a jen zbytek tvořilo fosforaté surové železo (10+3 tuny, Obr.126). Během výroby v Siemens-Martinské peci bylo z taveb odebráno celkem 170 vzorků oceli k provedení zkoušek pevnosti tahem.

denn der ganze Viaduct wurde innerhalb 3 Monaten, ohne jedweden Unfall, fertig montirt. Der Mittelträger, bestehend aus 4 Maschen, wurde je zur Hälfte von den beiden Consolenden aus, vorgebaut. Ein gleiches Interesse verdient der ausgeführte große Brückenbau in bezug auf das verwendete Material. Das Gewicht der Trageconstruction beträgt 920 t und wurde das gesammte Eisenquantum innerhalb 3 Monaten im Eisenwerke Kladno erzeugt und übernommen. Der Martinofen in Kladno erzeugte täglich in 3 bis 4 Chargen durchschnittlich 30 bis 35 t weiches Material, und befand sich während 3 Monaten zweimal je 10 Tage in Reparatur.

Festigkeitsproben.

Die absolute Festigkeit durfte nicht unter 34 kg und nicht über 42 kg a. d. qmm liegen, und mußte die gesammte Dehnung mindestens 30 bis 18 % bei einer Contraction von mindestens 50 bis 40 % betragen.

Die Resultate der Festigkeitsproben lagen bei mehr als 170 Versuchen innerhalb der nachstehenden Grenzen.

Chargen Nr.	Probe	C	P	Mn
27 255	I	0,07	0,047	0,107
	II	0,07	0,053	0,113
27 256	I	0,08	0,057	0,217
	II	0,11	0,054	0,186
27 257	I	0,08	0,023	0,126
	II	0,08	0,027	0,109
27 258	I	0,07	0,051	0,229
	II	0,07	0,044	0,156
27 259	I	0,08	0,018	0,145
	II	0,08	0,018	0,141

Was nun den Martinproceß im Eisenwerke Kladno, wo das für den Moldaviaduct benötigte Flußeisen erzeugt wurde, betrifft, so ist es selbstverständlich, daß er basischen Charakters

Obr.122 Zpráva o výrobě oceli Obr.123 Pevnostní zkoušky Obr.124 Výsledky chemických analyz

Tahové zkoušky 170 vzorků prokázaly, že pevnost oceli byla v předepsaných tolerančních mezích od 34 kg/mm² do 42 kg/mm² (Obr.123). Přejímací technici státních železnic se nespokojili jen s laboratorními výsledky zkoušek. Jejich důsledný zájem se soustředil také na vlastní provoz Thomasových konvertorů, které byly zdrojem větší části vsázky pro Siemens-Martinskou pec.

Die Durchführung der einzelnen Chargen geschieht nach im voraus berechneten Umdrehungen des Gebläses, welche in selbstthätiger Weise gezählt werden. Die heißgehenden Chargen im Eisenwerke Kladno erfordern in der Regel 8 Minuten zur Entkohlung des Roheisens, und wird diese durch das Verschwinden der Kohlenstofflinien im grünen Felde des Spectrums festgestellt. Die an der Zählleinrichtung dabei abgelesene Zahl ergibt im Zusammenhalte mit der Beginnzahl die zur Entkohlung nötig gewesenen Gebläseumdrehungen. Die nun folgenden Entphosphorungsumdrehungen, welche für eine Roheisenmarke constant bleiben, dauern etwa 4 bis 5 Minuten, nach deren Ablauf der Proceß abgebrochen wird. In die geneigte Birne werden

Was nun den Martinproceß im Eisenwerke Kladno, wo das für den Moldaviaduct benötigte Flußeisen erzeugt wurde, betrifft, so ist es selbstverständlich, daß er basischen Charakters ist. Die stark phosphorhaltigen Roheisensorten, welche für den Thomasproceß vorzüglich geeignet sind, können im basischen Flammofen nicht in großen Mengen verarbeitet werden. Bei einer Zustellung von 13 t sind nur 3 t Roheisen, während 10 t Abfälle, bestehend aus Thomasblöcken, Blechabfällen u. s. w., sind. Die große Menge von Blockenden, also von entphosphortem, kohlenstoffarmem Eisen, kürzt selbstredend den Proceß wesentlich ab, da ein eigentliches Frischen nach stattgehabter vollständiger Schmelzung der Einsatzmenge nur in geringem Maße notwendig ist.



Obr.125 Výroba vsázky v konvertoru Obr.126 Složení vsázky pro SM pec Obr.127 Titul Lit.20 1890

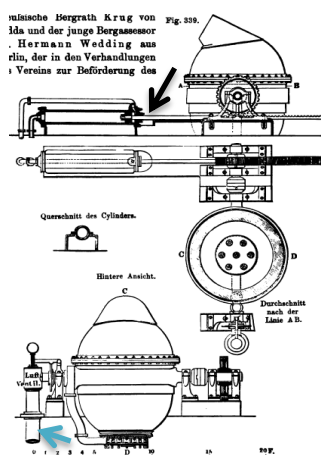
Zjistili, že oduhličovací část procesu v konvertoru trvala asi 8 minut, navazující průběh odstranění fosforu pak trval asi 4 – 5 minut. Předepsané objemy tlakového vzduchu pro obě fáze byly měřeny pomocí počtu zdvihů pístového dmyhadla, které konvertor během obou závěrečných časových úseků zásobilo tlakovým vzduchem. Zprávu o přípravě oceli a jejich zkouškách v Kladně zveřejnil detailně německý technický časopis pro hutníky Stahl und Eisen v roce 1890 (Lit.20).

Siemens-Martinská plávková ocel byla po těchto testech propříště zvolena jako jediný materiál vhodný ke stavbě železničních mostů pro c.k. státní dráhu. Přejímal tomu doporučující závěr odborníků v oboru ocelových konstrukcí za vedení předsedy celostátního spolku architektů a inženýrů, kterým byl k.k.Hofrath (dvorní rada) F.Bischoff (Lit.20, Obr.127).

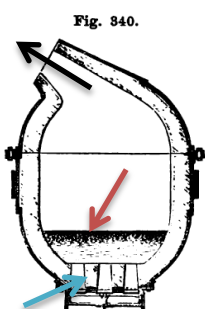
Bylo zřejmé, že dosavadní vnitropodniková nadvláda výroby kujného svárkového železa v pudlovacích pecích v Kladně bude pravděpodobně koncem 19.století ukončena. V Evropě se již delší dobu energicky hlásila ke slovu výroba plávkové oceli v konvertorech a Siemens-Martinských pecích. V Kladně tomu tak bylo od roku 1875, kdy byly uvedeny do provozu první dva Bessemerovy konvertory. Podívejme se v následující kapitole proto podrobněji na jejich konstrukci.

8. Pudlovací pece v zápolení s konvertory a pecemi systému Siemens-Martin v Kladně

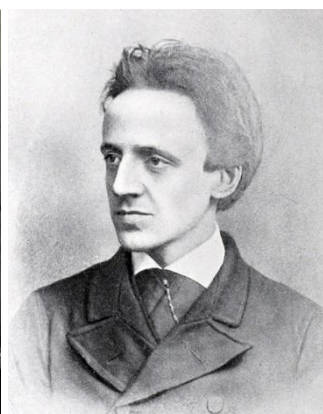
V poslední třetině 19. století byly v Evropě a USA ke zpracování surového železa ověřeny v běžné praxi zkujňovací konvertory. Technická novinka byla spojena dílem s dvou významných britských vynálezců, kterým byli sir Henry Bessemer a Sidney Gilchrist Thomas (Obr.130,131).



Obr.128 Konvertor



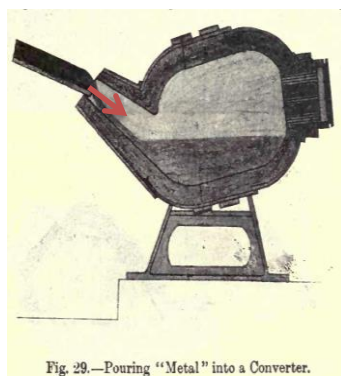
Obr.129 Konvertor



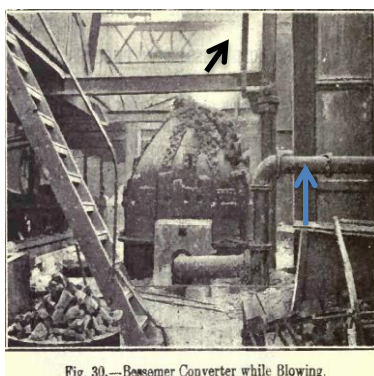
Obr.130 Henry Bessemer

Obr.131 S.G.Thomas

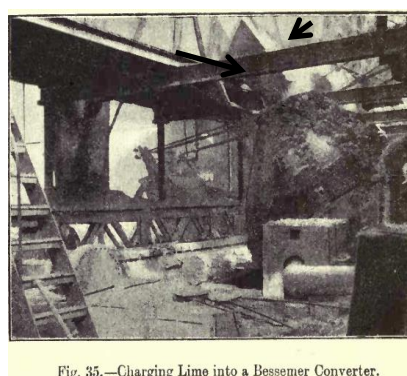
Britský patent č.578 ze dne 1.března 1860 obsahoval definitivní náčrtky a popis Bessemerova konvertoru, který byl výsledkem úspěšného vývoje nové metody oduhličení tekutého surového železa tlakovým vzduchem. Vývoj konvertoru trval od roku 1856, byl časově a finančně velmi náročný. Proces činnosti konvertoru lze popsat pomocí kreseb a snímků, které znázorňují postupy užívané v USA počátkem 20. století, podle technické příručky vydané v roce 1917 (Lit.38) tekuté surové železo bylo naléváno do sklopeného konvertoru (Obr.132), potom byl konvertor otočen do svislé polohy a dnem opatřeným otvory byl potrubím vhnán do konvertoru tlakový vzduch (Obr.129,133 modrá šipka). Tím došlo k oksidaci žhavé tekuté vsázky a vývinu spalin (Obr.129,133 šipka nahoře). Při slučování chemických prvků obsažených v železe s kyslíkem došlo v tekutém surovém železe k přeměně utajené chemické energie v teplo, kterým byla vsázka zahřívána. Do konvertorů byly také předem sypány pomocí železných nádob přísady, například pálené vápno (Obr.134). Celý proces zpracování tekutého surového železa na kujnou ocel byl velmi rychlý, trval typicky asi 20 minut.



Obr.132 Sklopený konvertor



Obr.133 Konvertor při práci



Obr.134 Dávkování páleného vápna

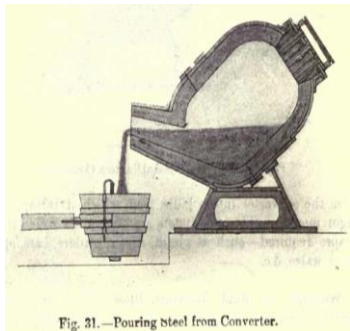


Fig. 31.—Pouring steel from Converter.

Obr.135 Lití oceli do pánve

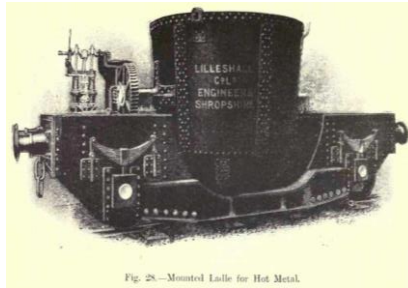


Fig. 28.—Mounted Ladle for Hot Metal.

Obr.136 Pánve na podvozku

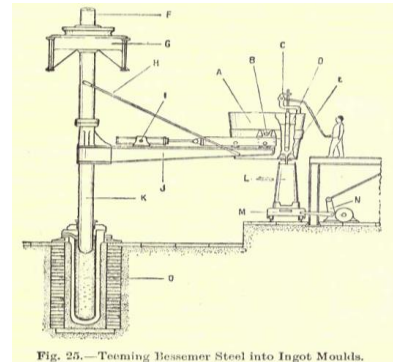


Fig. 25.—Teeming Bessemer Steel into Ingot Moulds.

Obr.137 Odlévání oceli do kokil

Tekutá ocel byla nalévána do pánví držených hydraulickým manipulátorem (Obr.135). Ocel byla pak odlévána do železných kokil (Obr.137,138). Ocelové ingoty měly tvar komolého jehlanu (Obr.139).

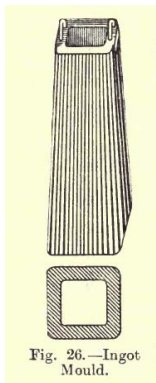


Fig. 26.—Ingot Mould.

Obr.138 Kokila

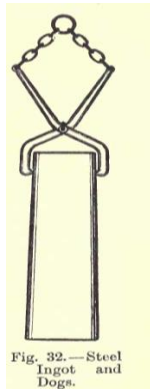


Fig. 32.—Steel Ingot and Dog.

Obr.139 Ingot

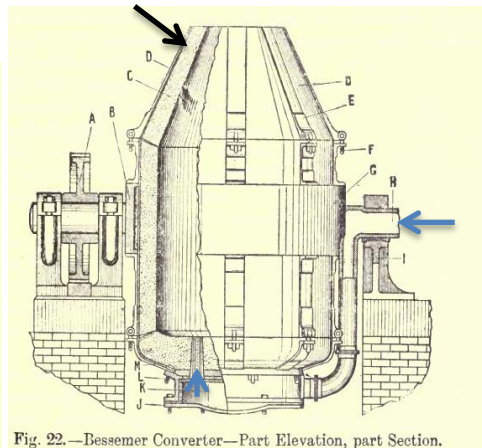


Fig. 22.—Bessemer Converter—Part Elevation, part Section.

Obr.140 Bessemerův konvertor

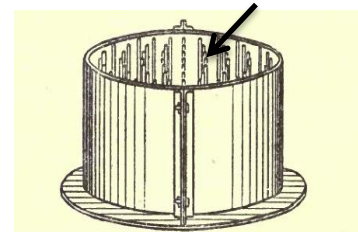
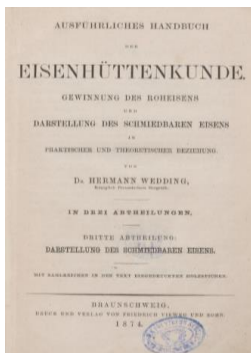


Fig. 33.—Plate, Cylinder, and Rods for Basic Plug.

Obr.141 Forma k výrobě dna

Tlakový vzduch byl do konvertoru přiváděn potrubím, které mělo zároveň funkci dutého hřídele sloužícího ke sklápění konvertoru. Vzduch dále vstupoval tryskami ve dnu do tekutého surového železa (Obr.140 modré šipky). Železný nýtovaný plášť konvertoru chránila žáruvzdorná vyzdívka (šipka nahoře). Nejvíce namáhou částí konvertoru bylo výměnné žáruvzdorné dno. K jeho výrobě sloužily formy s tenkými trny pro vytvoření trysek v dusané vyzdívce (Obr.141 Lit.38). Bessemerovy konvertory měly vyzdívky s kyselou reakcí, Thomasovy konvertory měly vyzdívku s reakcí zásaditou.



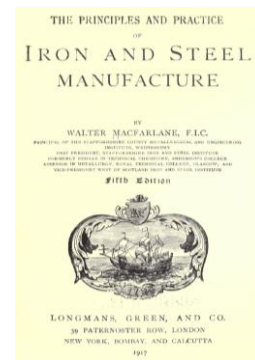
Obr.142 Lit.8 r.1874



Obr.143 Lit.51 r.1891



Obr.144 Lit.27 r.1899



Obr.145 Lit.38 r.1917

→ In Kladno wird der Kalk in eiserne Schüttgefäße gethan, welche an die Birnenmündung angehängt werden und ihren Inhalt beim Aufkippen in die Birne entleeren; in Friedenschütte soll der Kalk bei liegender Stellung der Birne von einem auf Schienengeleise laufenden Wagen aus eingeschüttet werden.

Selten wird der Kalk erst in der Birne angewärmt, häufig jedoch hier noch höher erhitzt und mit dieser Operation eine Anwärmung der Birne selbst verbunden.

In Teplitz z. B. werden nach dem Auswechseln der schadhafte Formen 7 bis 8 kg Koks in die Birne geworfen, dann 150 kg Braunkohle zugefügt. Wenn der Boden durch schwaches Blasen während 5 Minuten heiss geworden ist, wird die Birne ausgeleert, und nun kommt der heisse Kalk ohne weiteren Brennmaterialzusatz hinein und gleich darauf das flüssige Roheisen.

In Kladno dagegen wird der Kalk (1100 kg auf 6000 kg Roheisen-einsatz) mit Steinkohle (160 bis 180 kg) gemischt eingebracht und mit schwacher Pressung der Gebläseluft so lange gewärmt, bis das Roheisen in die Birne gelassen werden kann. In den meisten anderen Werken wird ebenso verfahren, aber an Stelle von Steinkohle Koks verwendet.

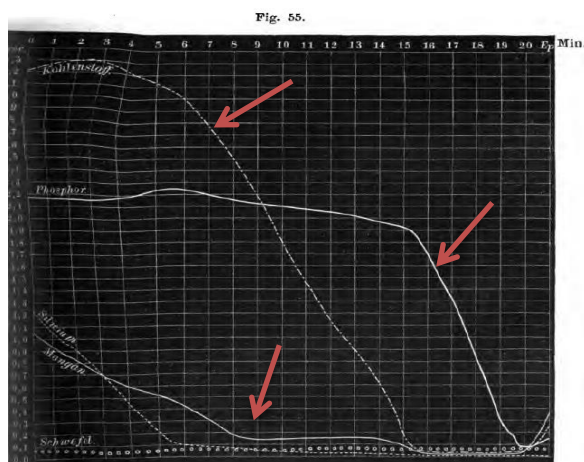
Name des Werkes	Formen mit Düsen		Summe der Düsen	Durchmesser jeder Düse mm
Teplitz	6	7	42	18
Witkowitz	4	7	28	24
Kladno	—	—	84	10
Rotheerde	—	—	64	15
Peine	—	—	56	11
Hörde	—	—	36	13
Neunkirchen	8	7	56	11
Hayingen	13	8	104	10

Aus dem Grunde, dass nach der Pressung allein bei dem wechselnden Durchmesser der Düsen, ja deren oft eintretender gänzlichen Verstopfung durch Ansätze, das Volumen der eingelassenen Luft nicht bestimmt werden kann, pflegt man beim Nachblasen die Hubzahl des Gebläses allein maassgebend sein zu lassen.

So z. B. bläst man in Teplitz, wo der Gebläsecylinder 850 mm Durchmesser, der Kolben 1268 mm Hub hat, die Cylinderfüllung 0,72 cbm ist, mit 350 Wechsell nach erfolgter Entkohlung, bei einem Roheisen mit 2 Proc. Phosphor und 0,6 bis 0,7 Proc. Mangan und bei bereits ge-

Obr.146 Thomasovy konvertory - pálené vápno Obr.147 Thomasovy konvertory – objem vzduchu

Jednotlivé ocelárny hledaly pro ně nejúčinnější způsob provozu a provedení zásaditých Thomasových konvertorů. V Kladně byl udržován váhový poměr páleného vápna vůči váze vsázky 1100kg na 6000kg železa, vápno bylo smícháno se 160-180kg černého uhlí nebo koksu (Obr.146). Dávkování vápna do konvertoru se dělo překlopením okovu do ústí stojícího konvertoru (srv.Obr.134, Lit.52 r.1884). Při vtlačování vzduchu do konvertoru byly zkoušeny různé různé průměry trysek v jeho výměnném dnu a jejich počty. V kladenské Thomasově ocelárně měla dna konvertorů v roce 1884 celkem 84 trysek o průměru 10mm (Obr.147). Objem vzduchu pro jednotlivé pracovní fáze konvertoru tam byl měřen za stavových hodnot teploty a tlaku na sání a sice otáčkami jemu příslušného ležatého pístového dmychadla. Jmenovitý výstupní tlaku vzduchu byl 2atm (0,2MPa). V Kladně byly v roce 1883 v chodu tři Thomasovy konvertory se zásaditou vyzdívkou na jmenovitých 5 tun tekutého surového železa, v Teplících dva a ve Vítkovicích také dva konvertory (Obr.149, Lit.52 r.1884)



Obr.148 Konvertor – ubývání uhlíku a fosforu

2) Oesterreich.

a. Böhmen.

Kladno	3 Birnen zu 5 t, zusammen 15 t Inhalt
Teplitz	2 " " 6,5 t, " 13 t "

b. Mähren.

Witkowitz	2 Birnen zu 8 t, zusammen 16 t Inhalt
---------------------	---------------------------------------

3) Russland.

Warschauer Stahlwerk	2 Birnen zu 10 t, zusammen 20 t Inhalt
--------------------------------	----------------------------------------

4) Belgien.

Angleur	2 Birnen zu 6 t, zusammen 12 t Inhalt
Athus	2 " " 10 t, " 20 t "

5) Frankreich.

Creusot (Schneider) 3)	2 Birnen zu 7 t, zusammen 14 t Inhalt
Joenf	4 " " 10 t, " 40 t "
Commentry	2 " " 10 t, " 20 t "
Mont St. Martin, Longwy	3 " " 10 t, " 30 t "
Valenciennes	2 " " 10 t, " 20 t "

Obr.149 Thomasovy konvertory v roce 1883

V roce 1883 byl již znám typický časový průběh ubývání jednotlivých chemických prvků v Thomasově konvertoru během běžného trvání pochodu v délce 20 minut (Obr.148 Lit.52). Během prvních cca 10 minut byla tavba zbavena křemíku, manganu a síry (Si,Mn,Si šipka dole). Po uplynutí dalších asi 15 minut téměř vymizel uhlík (C šipka nahoře). Poslední časový úsek v trvání cca 5 minut byl věnován definitivnímu odstranění fosforu (P šipka vpravo Obr.148).

Pokud bylo žádoucí, aby ocel určená například k výrobě kolejnic obsahovala legující prvky jako mangan nebo křemík, pak je bylo nutno do hotové tekuté oceli dodatečně přidat.

Thomasovy konvertory mohly v závěru 19.století zpracovat surové železo s váhovým podílem fosforu až kolem 3% (Obr.150 Lit.38). Struska s vysokým podílem fosforu a zejména vápníku se hodila k dalšímu zpracování na umělá hnojiva (Obr.151). Běžné chemické složení zásadité vyzdívky tehdejších Thomasových konvertorů z vápence, magnezitu a dolomitu vidíme na Obr.152 (Lit.38 z roku 1917).

Constituents.	Chemical Symbols.	Composition of			
		Pig Iron Charged.	Metal at End of Blow.	Metal at End of After-blow.	Finished Steel.
Graphitic carbon	C	0.82	...	...	...
Combined carbon	C	2.83	0.05	Trace.	0.14*
Silicon	Si	0.63	0.03	0.005	0.01
Phosphorus	P	2.75	2.38	0.04	0.04
Sulphur	S	0.07	0.07	0.05	0.05
Manganese	Mn	1.75	0.13	0.10	0.45
Iron	Fe	Δ	Δ	Δ	Δ
		100.00	100.00	100.00	100.00

APPROXIMATE COMPOSITION OF GOOD QUALITY BASIC BESSEMER SLAG.		
Constituents.	Chemical Formulae.	Percentage.
Phosphoric acid	P ₂ O ₅	20
Silica	SiO ₂	6
Lime	CaO	46
Magnesia	MgO	6
Ferrous oxide	FeO	13
Ferric oxide	Fe ₂ O ₃	2
Manganese oxide	MnO	5
Alumina, &c.	Al ₂ O ₃ , &c.	2
		100

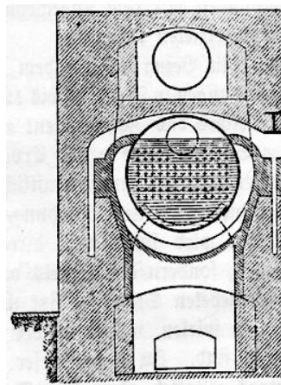
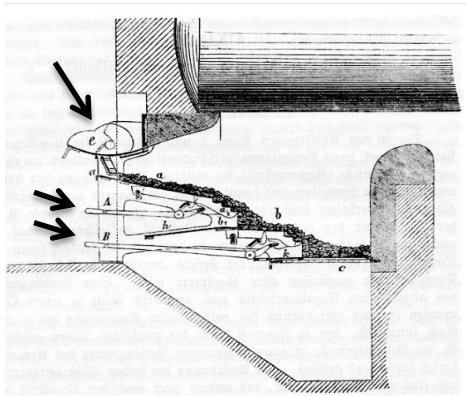
COMPOSITION OF BASIC REFRACTORY MATERIALS.				
Chief Constituents.	Chemical Formulae.	Calculated Limestone.	Calculated Magnesite.	Calculated Dolomite.
Lime	CaO	95.7	1.8	98.5
Magnesia	MgO	1.2	94.4	93.1
Alumina	Al ₂ O ₃	0.9	2.3	2.8
Silica	SiO ₂	1.9	0.6	3.7
		99.7	99.1	99.1

Obr.150 Vzáška Thomasova konvertoru Obr.151 Struska z konvertoru Obr.152 Složení vyzdívky

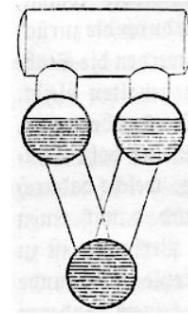
Z uvedeného je zřejmé, že přechod železáren od výroby kujného železa v pudlovacích pecích ke konvertorům byl náročný na investice. Výroba plávkové oceli si vyžádala pořízení nejen nákladných konvertorů, dále byly nutné manipulátory, jeřáby, rozměrná dmychadla vzduchu a parní stroje k jejich pohonu. Rovněž byly potřebné změny ve vnitropodnikové železniční dopravě žhavého tekutého železa.

K bližšímu vysvětlení proběhlých změn se ještě vrátíme zpět v čase do kladenských železáren na počátku sedmdesátých let 19.století.

Tehdy přistoupil zdejší ředitel železáren Julius Jakobi k významné změně ve výrobě kujného železa (Obr.162). Byly zavedeny Bessemerovy konvertory. Dva konvertory systému Bessemer byly v Kladně instalovány v roce 1875 (Obr.160,164). Tím však nebyla ukončena éra pudlovacích pecí, které v železárnách zkoušely vlastní surové železo s obsahem fosforu kolem 1% už od roku 1869. Takové surové železo nebylo možno v Bessemerově konvertoru zpracovat. Do vysokých pecí musela být dovážena železná ruda ze zahraničí s nepatrným obsahem fosforu. Válcovna kolejnic vyráběla od roku 1869 do roku 1875 kolejnice z pudlovaného železa. Zprávu o tom přinesl pro své čtenáře pražský časopis Světozor ve dvou srpnových číslech roku 1869 (Lit.4,Obr.163,165,166). Ve zprávě stálo, že v Kladně bylo vyráběno 200 kolejnic za den, každá o váze 475 liber (cca 266kg), jejichž konce byly za žhavého stavu uříznuty pilou. Na koncích kolejnic byly dalším strojem probíjeny dva otvory pro spojovací šrouby. Vše poháněl parní stroj o výkonu 160 koní (cca 120kW).... Od roku 1875 mohly být nově v Kladně válcovány kolejnice z ingotů odlitých z bessemerované plávkové oceli, kterým dávaly železnice přednost pro jejich větší trvanlivost a lepší mechanické vlastnosti. Ovšem pořízení dvou Bessemerových konvertorů byla jen část nutných investic (Obr.160,164). Tlakový vzduch potřebný k provozu konvertorů dodával dvojitý kompresor o úctyhodných rozměrech a parametrech, který byl vyroben ve strojárně Bolzano-Tedesco ve Slaném (Lit.10 r.1875). Dva vzduchové válce měly průměr 950mm a zdvih 1600mm. Parní válce měly průměr 790mm a stejný zdvih 1600mm (Obr.158 šipka, v dolním půdorysu šipky dole). Jmenovitý tlak stlačeného vzduchu byl 1,75 atm (cca 0,18MPa). Každý válec kompresoru měl po obvodu 36 sacích a 15 výtlačných ventilů a byl chlazen vodou. Ventily měly průměr 75mm a zdvih 10mm, každý z nich bylo možno jednotlivě demontovat povolením dvou šroubů (Obr.157). Písty kompresorů byly nesený dvěma kluznými ložisky pístnice (Obr.156 šipky).

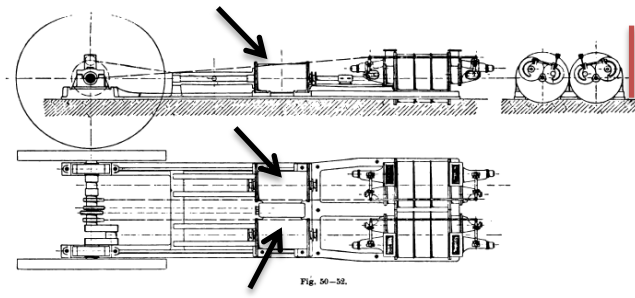
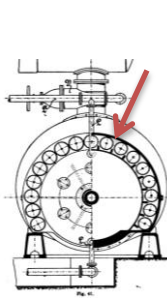
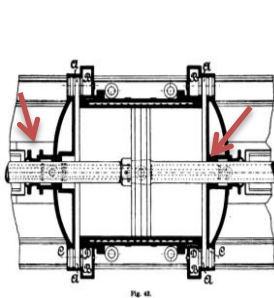


Tedesco's Dreirohr-Kessel.

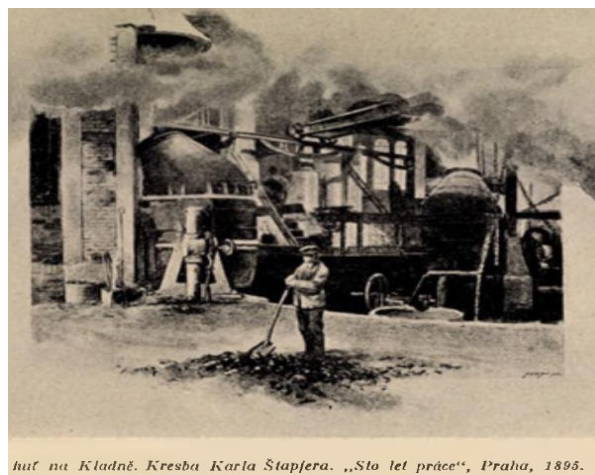
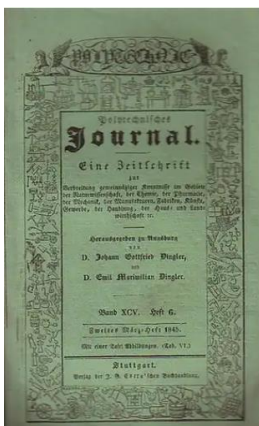


Obr.153 Patentovaný rošt parního kotle Obr.154 Schema kotle Obr.155 Schema kotle Lit.10

Parní stroje měly společné setrvačníky, které vykonávaly 40 otáček/minutu. Celková váha soustrojí byla cca 75.000kg. Postavu strojníka nahrazuje červená úsečka na Obr.158. Parní kotle dodávaly oběma parním strojům páru o tlaku 8atm (0,8MPa). Kotle byly opatřeny rošty vyrobenými podle Bolzanova patentu s roštnicemi, kterými bylo možno pomocí táhel pohybovat (Obr.153 šipky dole). Uhlí se sklápělo na rošt z otočné železné nádoby (Obr.153 šipka nahoře). Parní kotle byly také vyrobeny a dodány do Kladna společností Bolzano Tedesco ze Slaného (Obr.154,155 Lit.10 z roku 1875).



Obr.156 Řez válcem Obr.157 Ventily Obr.158 Horizontální dvojité vzduchový kompresor



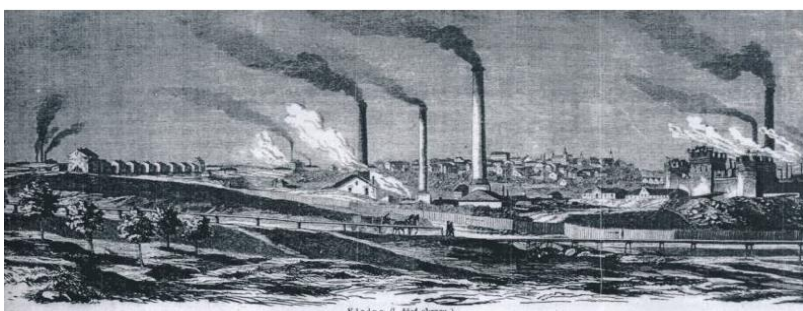
Obr.159 Lit.10 r.1875

Obr.160 Konvertory v železárně PŽS/PEIG

Obr.161 Titul Lit.30 r.1903



Obr.162 Ředitel J.Jacobi Obr.163 Titulek Světozoru 34/1869 Obr.164 Dva Bessemerovy konvertory



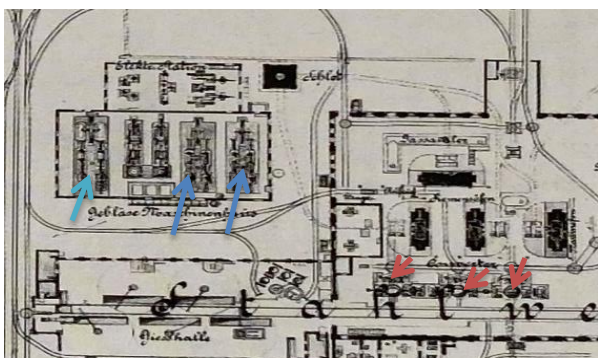
Valcovna skládá se z přípravný a valcovný právé, t. j. hrubá litina se nspřed roztápi v 22 píchách, odně se přivádí pod 3 kladiva 80 ctů. těžká a stlořena jde pod 4 páry válců, a v ráhy hrubé se zde obrací. Zde pracuje stroj 180 koní — a lidí na 201.

Tyto hrubé ráhy se rozpíjí (roztinkou) a opět v právé valcovně přicházejí do peci (jichž jest 7), zde s ocelem se smísí, a tak vytlučena pod kladivem, (jehož pádnost 190 ctů. činí) na válce (jichž 4 páry) se vnaše a v liny kolejal (na dráhy železný) se spracuje. Na to dokud jsou ještě šharvi na pile dle stejné míry se roztílají — pak rovnají a konečně probíjí na konečném dvěma dírami. To vše působí stroj 160 koní a lidí na 150; — a odhájí za den čin 200 kusů po 475 liber. Tento sílvod patří též železářské společnosti.

Obr.165 Železárný v Kladně o jihovýchodu – Světozor č.34/1869 Obr.166 Světozor - článek

V Kladně byly od roku 1881 navíc instalovány 3 Thomasovy konvertory, každý mohl zpracovat až 5 tun surového tekutého železa, to odpovídalo asi 0,65 m³ taveniny (Lit.52,14). Výška hladiny tekutého železa v konvertoru se mohla pohybovat od 0,4 do 0,5 metru. Tomu odpovídal statický tlak rozžhaveného železa na dno konvertoru ve výši cca 0,4 atm (0,04MPa).

Náročná investice zahrnovala i strojovnu dmychadel vzduchu, kde můžeme rozpoznat obrysy třech dvojitých ležatých strojů (Obr.167 šipky vlevo Lit.48). Obestavěný prostor strojovny dmychadel byl větší, než prostor věnovaný třem Thomasovým konvertorům (Obr.167 šipky vpravo). Podle tehdejších technologických zkušeností bylo na zpracování 100kg surového tekutého železa třeba přivést cca 17 m³ nasávaného vzduchu, který byl stlačen na tlak 2 atm (0,2MPa, Lit.52).



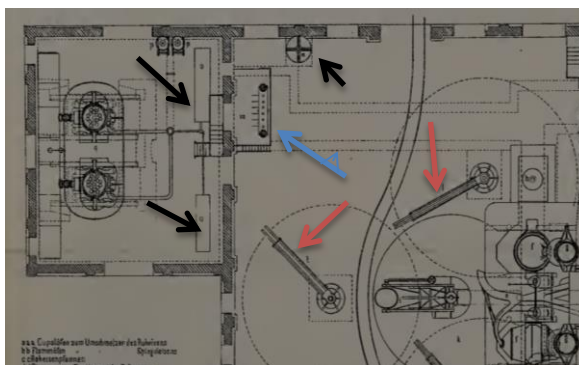
Obr.167 Kompresorovna a Thomasovy konvertory Obr.168 Titul Lit.52 Obr.169 Titul Lit.14

Kompresory v Kladně měly průměr pístů 930mm a zdvih 1550mm a dosahovaly tlaku právě 2 atm, při každém zdvihu se nasával okolní vzduch v objemu 2x0,34m³ (Lit.30). Množství vzduchu vtlačené do trysek se dalo vyčíslit z počtu zdvihů kompresoru, při jednom zdvihu bylo nasáto 2x0,34m³=0,68m³ vzduchu. Pro zmíněných 17m³/100kg bylo potřeba n=17/0,68=25 zdvihů a při vsázce 5 tun pak bylo

třeba 1.250 zdvihů. Bylo však přitom nutno uvážit ztráty tlakového vzduchu vedením v potrubí. Kompresory pracovaly při cca 50 otáčkách za minutu, k vykonání 1.250 zdvihů bylo třeba 25 minut a to byl přibližně čas výrobního cyklu tehdejšího konvertoru. Každý kompresor byl poháněn pístnicí společnou s parním strojem, při tlaku páry z ležatých parních kotlů do 8 atm (0,8MPa). V měsíci říjnu 1882 bylo ve třech Thomasových konvertorech v Kladně zpracováno na plávkovou ocel celkem 1854 tun vlastního fosfornatého surového železa (Lit.16).

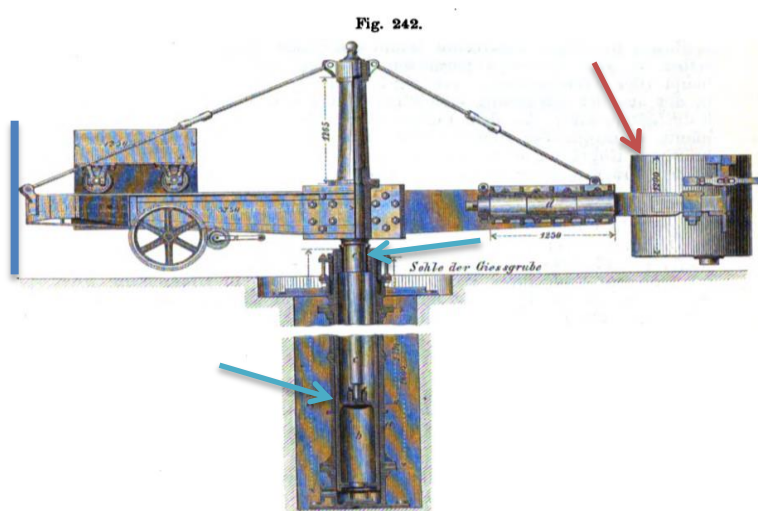


Obr.170 Konvertorová ocelárna v USA (Lit.13)

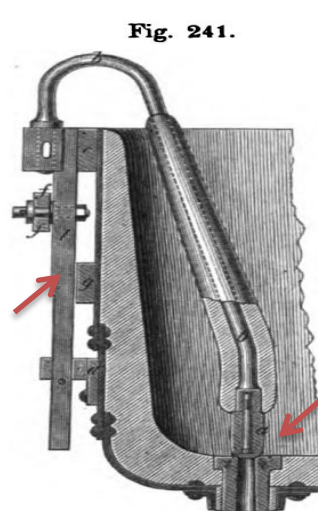


Obr.171 Půdorys ocelárny se dvěma konvertory

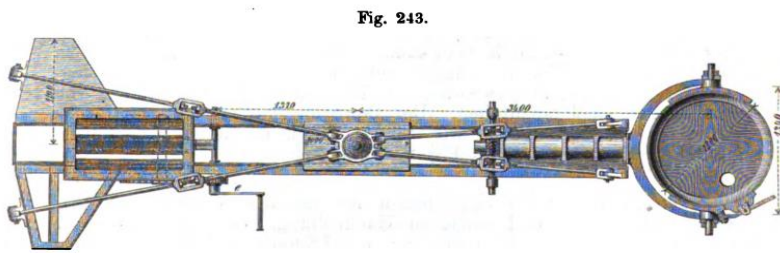
Hydraulické manipulátory vestavěné ve dvou výškových úrovních v konvertorové ocelárně v USA v roce 1877 jsou označeny červenými šipkami (Obr.170,171 Lit.13). Na dvojici vysokotlakých vodních čerpadel ukazují černé šipky vlevo na Obr.171, stojatý válcový hydraulický akumulátor je označen šipkou nahoře. Na ovládací pult hydrauliky s ventily ukazuje modrá šipka. Voda o tlaku 20 – 40atm (2-4MPa) zvedala pomocí pístu v hydraulickém válci celou váhu konstrukce manipulátoru s pánví a protizávažím (Obr.172 šipka dole). Kluzné ložisko jistilo manipulátor proti převrácení (šipka uprostřed). Otáčení manipulátoru se dělo ručně, postava hutníka o průměrné výšce 170 cm je naznačena modrou úsečkou vlevo (Obr.172). Licí pánev byla opatřena dole ventilem (Obr.173 šipka dole), který byl při odlévání tekuté oceli zvedán mechanismem ovládaným hutníkem ručně (šipka vlevo)(Lit.52).



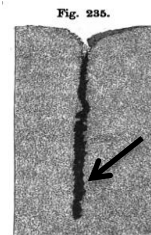
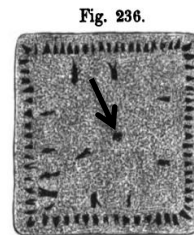
Obr.172 Manipulátor s hydraulickým pohonem – nárys (Lit.52)



Obr.173 Licí pánev

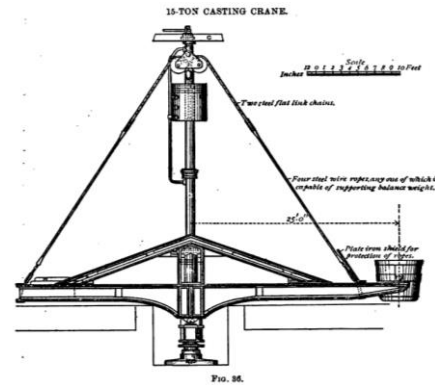
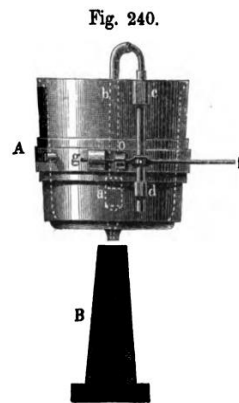


Obr.174 Manipulátor s hydraulickým pohonem – půdorys



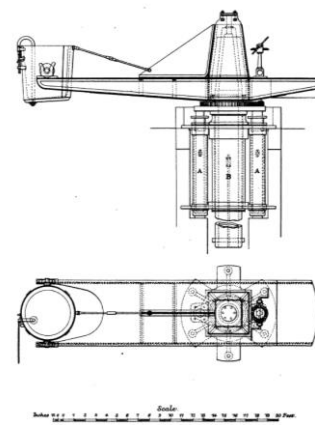
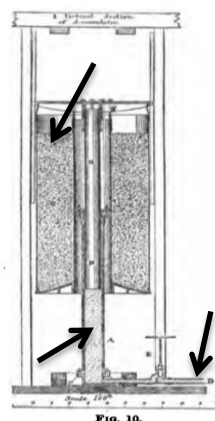
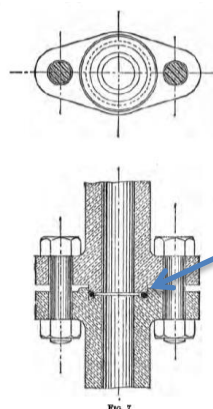
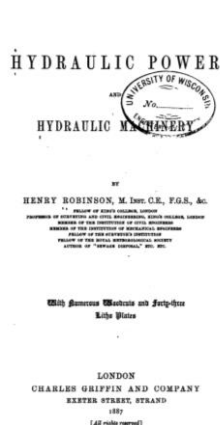
Obr.175,176 Vady ingotů

Krátký cyklus zpracování surového železa byl výhodou. Jeden Thomasův konvertor mohl svým výkonem nahradit celou sousední kladenskou pudlovací železárnou. Rychlost výrobního procesu však přinášela také problémy. Hutníci nacházeli v ocelových ingotech dutiny způsobené pozdním vyloučením plynů z oceli při tuhnutí (Obr.175,176). Tyto porézní vady narušovaly důvěru a počáteční nadšení pro nový způsob výroby. Pak tu také byly náklady na pořízení hydraulických mechanismů....



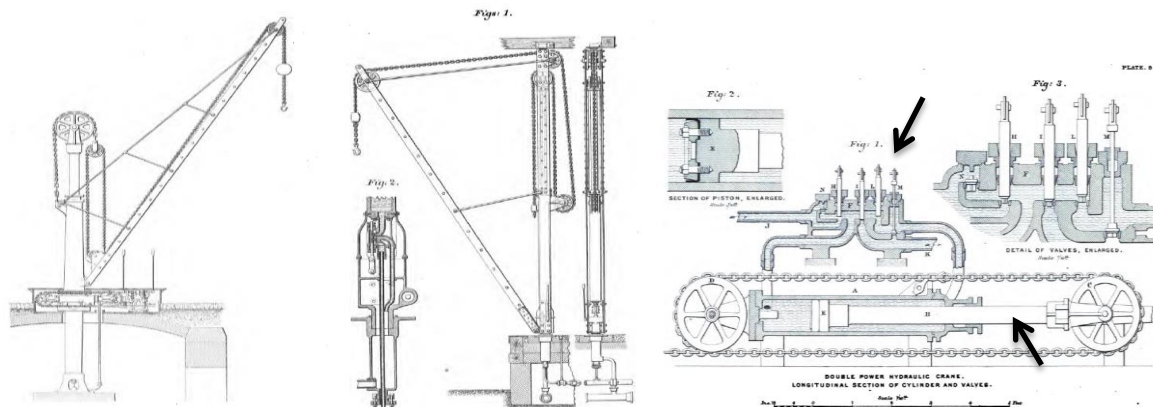
Obr.177 Titul Lit.17 Obr.178 Lití ingotu Obr.179 Titul Lit.13 Obr.180 Hydraulický manipulátor

Na Obr.180 a 184 je znázorněno další konstrukční provedení manipulátorů (Lit.53). Spojovací vyso-



Obr.181 Titul Lit.53 Obr.182 Těsnění Obr.183 Akumulátor Obr.184 Hydraulický líč jeřáb

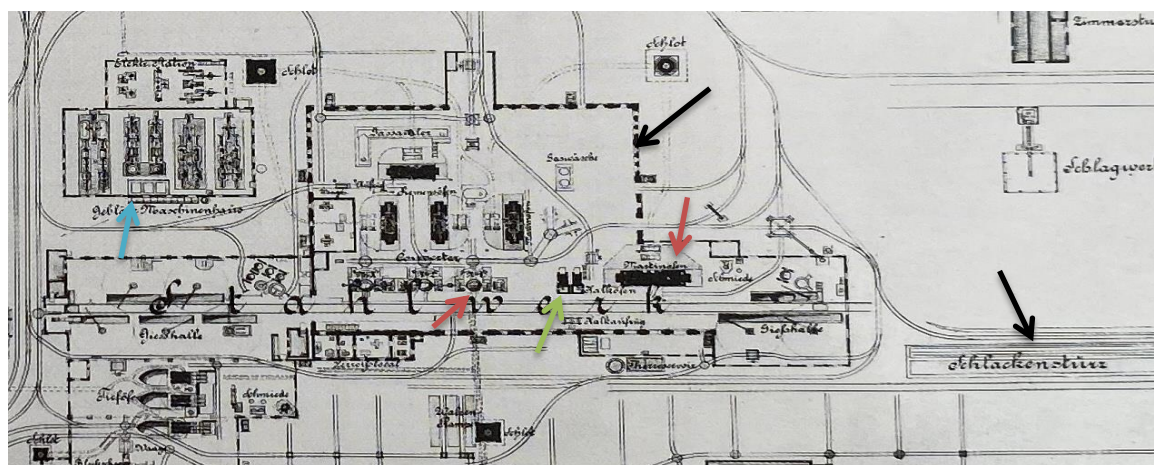
kotlákové vodní potrubí bylo nutno pečlivě těsnit (Obr.182). Novinkou byly také hydraulické akumulátory (Obr.183). Tlaková voda byla přiváděna spodem do válce (Obr.183 šipky dole). Píst zvedal těžké závaží vedené v rámu (šipka nahoře). Čerpadla ukládala ve zvýšené poloze závaží potenciální energii, která pak poskytla na krátkou dobu manipulátorům vysoký výkon potřebný k zvedání těžkých pánví.



Obr.185 Hydraulický jeřáb Obr.186 Hydraulický jeřáb Obr.187 Ventily k ovládní hydrauliky

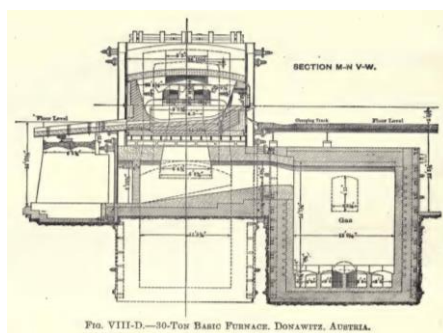
O složitosti a náročnosti údržby složitých hydraulických ventilů si můžeme vytvořit představu z Obr.187 (Lit.53 z roku 1887). Dole na obrázku je hydraulický válec s pístem k napínání zvedacího řetězu na jeřábu, nahoře je blok hydraulických ovládacích ventilů. Nežůstalo jen u zavedení konvertorů ...

Koncem roku 1885 se ujal své funkce nový energický centrální ředitel Pražské železářské společnosti (PEIG), který se jmenoval Karl Wittgenstein (Obr.189,190,192). Patrně od jara 1886 se závodním ředitelem kladenské železářny stal Ernst Bertrand (Lit.50). Dosavadní ředitel Julius Jacobi přestal v té době funkci vykonávat. V roce 1889 byly v železárnách postaveny dvě Siemens-Martinské pece.

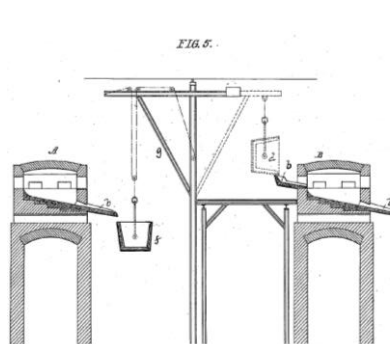
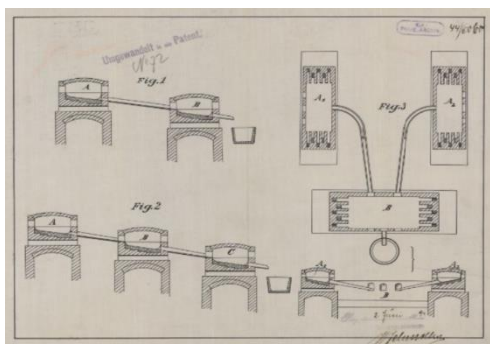


Obr.188 Plán z roku 1897 – ocelárna se třemi konvertory a dvěma Siemens-Martinskými pecemi

Na Obr.188 vidíme půdorys budovy ocelárny (černá šipka-Stahlwerk), modrá šipka ukazuje na strojovnu dmychadel vzduchu, zelená šipka míří na dvojici pecí k pálení vápna. Půdorysy třech konvertorů vyznačuje červená šipka vlevo, vpravo jsou červeně vyznačeny martinské pece (Martinůfen). Od roku 1894 tam pracovaly dvě Siemens-Martinské pece v kaskádě k realizaci procesu zkužení surového železa dle patentu Bertrand -Thiel. Zcela vpravo je šipkou vyznačena svažitá skládka strusky.

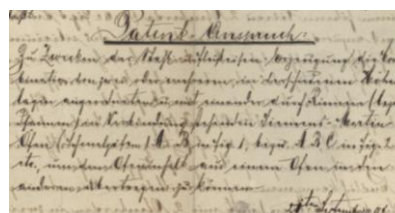
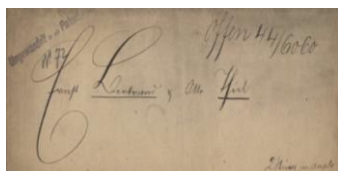


Obr.189,190 Karl Wittgenstein s chotí Obr.191 Siemens-Martinská pec Obr.192 K.Wittgenstein



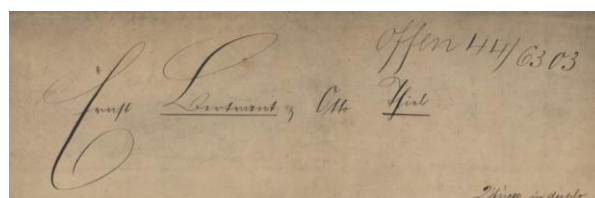
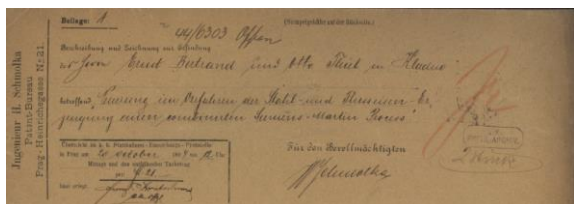
Obr.193 Náčrtek kaskády dvou a tří pecí Obr.194 Schema US patent 559253 Obr.195 E.Bertrand

Dne 2.června 1894 požádali Ernst Bertrand a Otto Thiel v Praze o rakouský patent na svůj výrobní postup, žádost v dochovala dodnes ve Vídni (Obr.196 až Obr.200). Nákres dvou kaskád Siemens-Martinských pecí z patentové přihlášky vidíme na Obr.193.



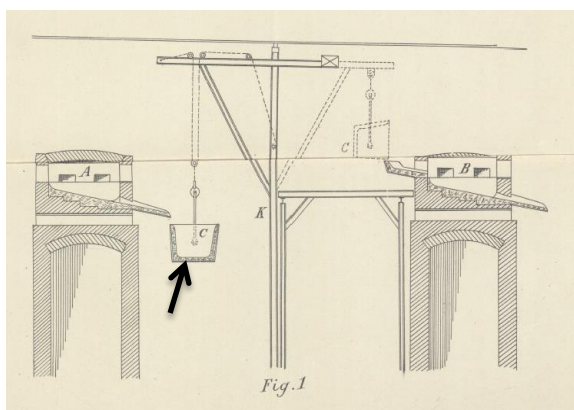
Obr.196 Patentová přihláška Obr.197 Podpisy žadatelů Obr.198 Patentový nárok

Dne 20.října 1894 podali pánové Ernst Bertrand a Otto Thiel prostřednictvím patentového poradce v Praze přihlášku dalšího rakouského patentu (Obr.199, 200). Přihláška se týkala provozu Siemens-

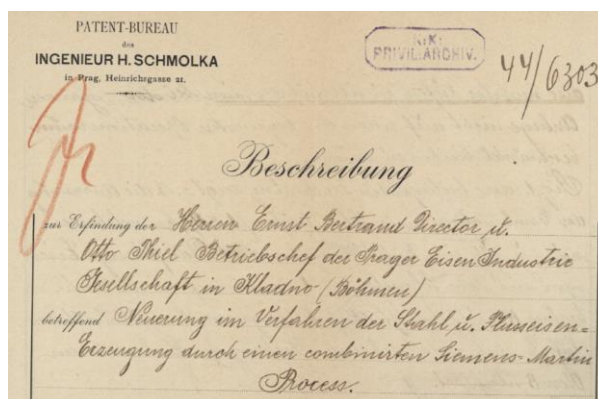


Obr.199 Patentová přihláška ze dne 20.10.1894 Obr.200 Podpisy autorů uděleného patentu

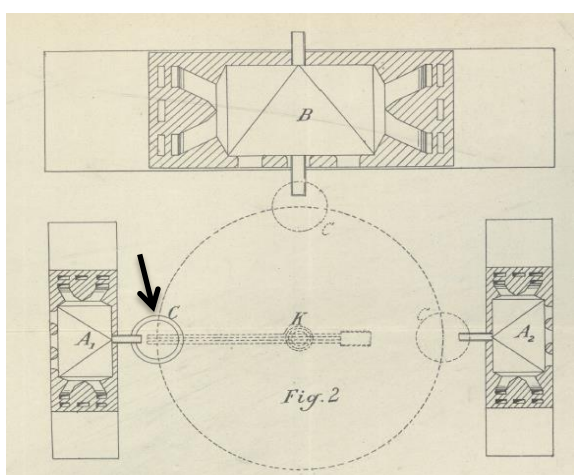
Martinských pecí postavených vedle sebe ve vodorovné rovině, kdy byl rozžhavený kov přemístován a léván do pece pomocí hydraulického manipulátoru (Obr.201,203).



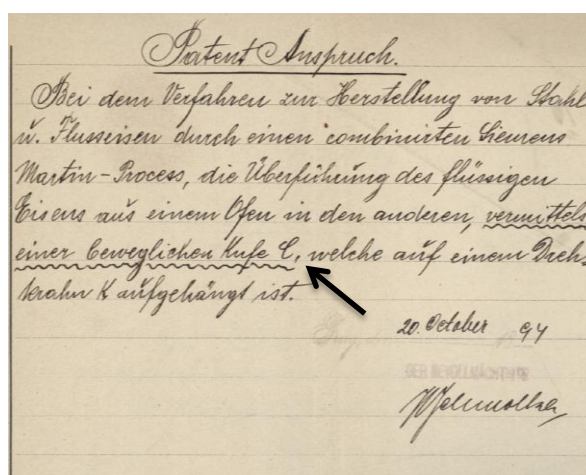
Obr.201 Přemístění pánve mezi pecem – nárys



Obr.202 Popis předmětu žádosti o patent



Obr.203 Přemístění pánve mezi pecemi-půdorys



Obr.204 Definice nároku patentu

Dne 5.června 1894 byl na postup Bertrand-Thiel udělen britský patent č.10923. Dne 28.dubna 1896 byl na týž proces udělen v USA patent č.559253, který už obsahoval postup jak manipulovat s pánvemi u pecí postavených v jedné rovině pro případ, kdy nebylo možno v ocelárně postavit kaskádu dvou Siemens-Martinských pecí (Obr.194).

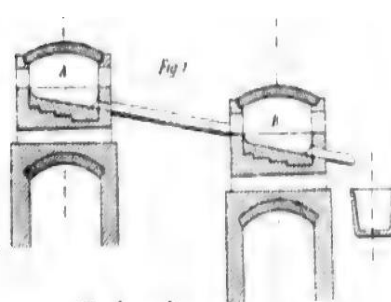
Bericht über in- und ausländische Patente.

Patentanmeldungen,
welche von dem angegebenen Tage an während zweier Monate zur Einsichtnahme für Jedermann im Kaiserlichen Patentamt in Berlin ausliegen.

12. Nov. 1894. Kl. 49, K 10820. Elektrolytisches Verfahren zur Darstellung von reinem Chrom und Mangan und deren Legierungen. Firma Fried. Krupp, Essen.
Kl. 49, H 8921. Maschine zur Herstellung von Schraubennütern. Albrecht Schwartzkopf, Berlin.
Kl. 49, T 3829. Triebwerk mit verstellbaren Lagern. Alphonse Thomas, Glibeog, Belgien.

15. November 1894. Kl. 18, B 16209. Verfahren zur Herstellung von Flußisen nach dem bekannten Flammofenproceß. Ernst Bertrand und Otto Thiel, Kladrno, Böhmen.
Kl. 18, T 4209. Verfahren zum Einbinden von pulverigen Eisenerzen und dergleichen unter Verwendung gemahlener Hochofenschlacke. William Thomson, West Hartlepool, England.
Kl. 49, H 16138. Verfahren zum Aufschmelzen von Antimon, Zinn oder Arsen haltigen Erzen auf trockenem Wege. Marie Georges Barlimont, Paris.
18. November 1894. Kl. 19, K 11912. Schienenstößverbindung. Glas Köpcke, Dresden.

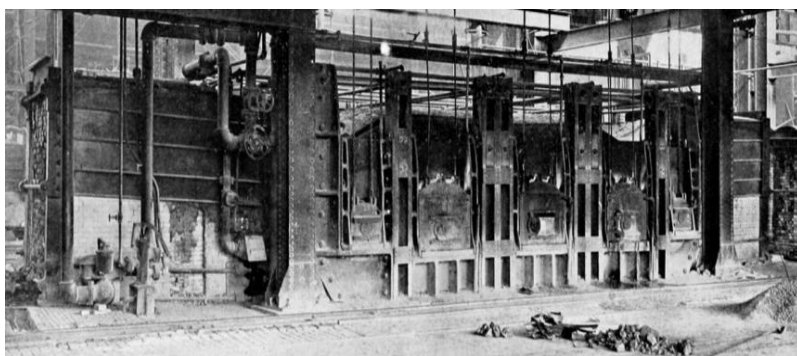
Obr.205 Zprávy o patentech



Obr.206 Náčrtek SM pecí



Obr.207 Titul Lit.23



Obr.208 Ukázka - snímek zahraniční Martinské pece z roku 1905

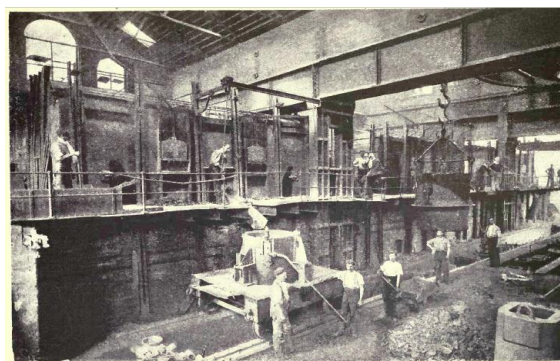


Obr.209 E. Bertrand-nekrolog

V kladenských železárnách PŽS/PEIG byl uveden roku 1894 do chodu kombinovaný proces ke zkujnění vsázky ve dvou spolupracujících Siemens-Martinských pecích (Lit.23 z roku 1897). Pece nebyly postaveny ve vodorovné rovině (Obr.206). Pec označená „A“ o kapacitě až 13 tun vsázky byla umístěna výše a byla spojena žlabem s níže umístěnou pecí „B“, která mohla pojmout nejvýše 24 tun vsázky. Obě pece měly zásaditou vyzdívku. Do pece „A“ bylo vsazeno tekuté surové železo, do pece „B“ ocelový šrot. V okamžiku kdy byl proces zkujnění surového železa v peci „A“ už částečně hotov byl v peci „B“ šrot teprve nataven. Tehdy byl proveden odpich pece „A“ a tavenina vtekla žlabem do níže položené pece „B“. Následující reakce byla velmi bouřlivá za vytváření strusky, podobně jak tomu bylo u konvertoru. V peci „B“ setrvala tavenina 1 až 2 hodiny a pak byla tavba dokončena běžným způsobem. Spoluprací dvou pecí byl výrobní čas v porovnání se samostatnou činností dvou pecí zkrácen, to bylo ostatně cílem této nové metody. Dávkování vápence, železné rudy a dalších přísad do pecí se dělo v závislosti chemickém složení výchozího surového železa a na jeho podílu ve vsázce.



Obr.210 Ukázka Siemens-Martinské pece



Obr.211 Ukázka Siemens-Martinské pece r.1917

Pudlovací pece v Kladně definitivně vyhasly počátkem 20.století. Všechny objednávky na pudlované kujné železo, které Pražská železářská společnost tehdy získala, byly vyřizovány ve Staré huti v Hýskově (Althütten). Zprávu o tom podal časopis Stahl und Eisen v roce 1907 (Obr.214,Lit.32). Podle autora článku byly roku 1906 v Hýskově v provozu čtyři modernizované pudlovací pece. Tyto pece vyrobily ročně 12.667 tun svářkového železa. Pece byly vybaveny elektromechanickým pohonem dvou symetricky umístěných háků, které prohrabávaly taveninu surového železa (Obr.212 šipka dole). Páky k pohybu pudlovacích háků byly poháněny excentrem, který byl s nimi spojen táhly (Obr.213 šipka nahoře). Obě páky byly při svém kývavém pohybu vedeny kulisami (šipky dole). Mechanismus

byl pro všechny čtyři pece společný, pojížděl nad nimi k té peci, kde byl právě potřeba (Obr.212 šipka nahore). Do pecí byla vkládána vsázka surového železa o váze 500kg, pece denně zpracovaly až 30 vsázek. Vsázku do pecí vložil manipulátor řízený hutníkem (Obr.216). Manipulátor měl elektrický pohon a pojížděl po kolejích. Manipulátor také převážel hotové kujné železo do provozu válcovny k dalšímu zpracování. Všechny další potřebné úkony byly u pudlovacích pecí prováděny ručně.

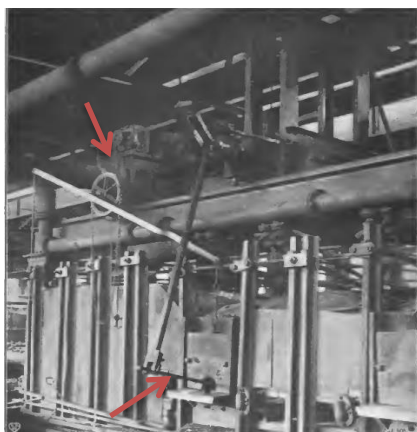


Abbildung 17. Elektrische Puddelmachine in Althütten.

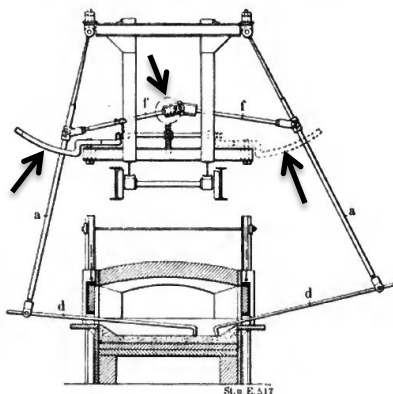


Abbildung 16.

Schematische Darstellung der Puddelmachine.



Obr.212 Pudlovací pec v Hýskově Obr.213 Mechanické pudlovací háky Obr.214 Titulní list Lit.32



Obr.215 Válcovna v Hýskově



Obr.216 Manipulátor

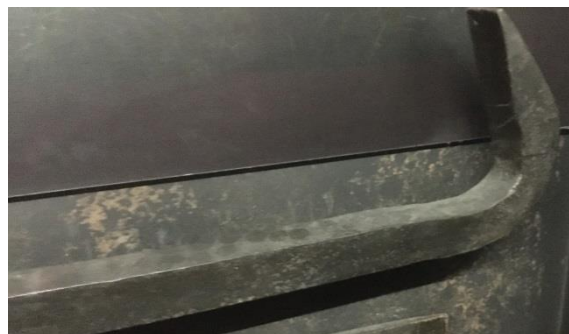


Obr.217 Dopravní a chladicí zařízení

Válcovna huti v Hýskově vyráběla vývalky tloušťce 180,240 a 300 mm. Na válcovnu navazovalo chladicí lože a dopravní zařízení, jehož úkolem bylo nakládat vývalky na železniční vagony. Celkem bylo tehdy v železářské výrobě v Hýskově zaměstnáno 480 osob. Pudlovací pece v Hýskově ukončily provoz v roce 1921. Pudlovací nástroje z Hýskova jsou uloženy v muzeu (NTM Praha Obr.218,219).



Obr.218 Pudlovací nástroje z huti v Hýskově (NTM)



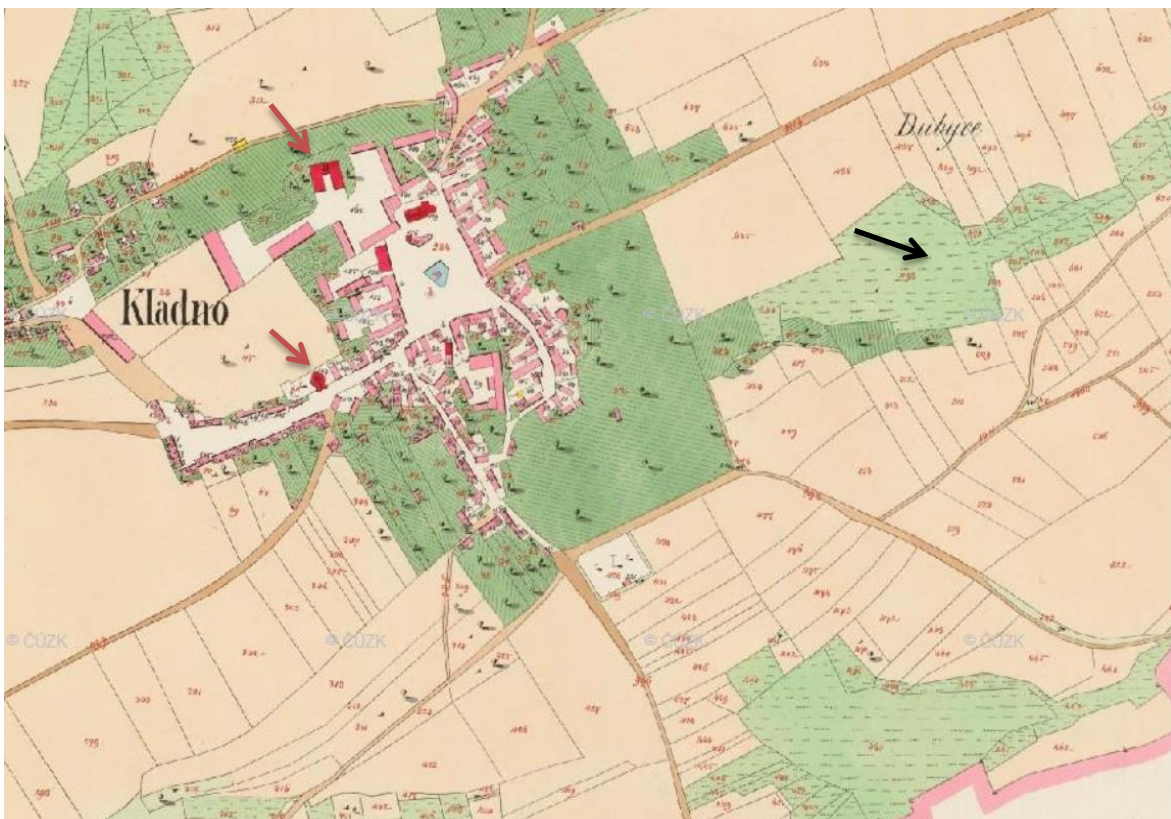
Obr.219 Pudlovací hák z huti v Hýskově (NTM)

9. Poslední stopy po hale železářských pudlovacích pecí v Kladně



Obr.220 Kladno od východu asi v roce 1820 Obr.221 Kladno na indikační skice z roku 1840

Pohled na Kladno z počátku 19.století ukazuje údolí kde se střídaly pole a louky, bylo oživeno polními cestami, alejemi a několika potůčky (Obr.220). Indikační skica a mapa císařského katastru z roku 1840 evidovaly budoucí prostor hutní výroby jako zemědělskou půdu (Obr.221,222 červené šipky).



Obr.222 Město Kladno na mapě povinného otisku císařského katastru z roku 1840

Na mapě města Kladna z roku 1840 jsou zakresleny dvě známé stavby, které přetrvaly dodnes. Zámek a kaple sv. Floriana označují na mapě červené šipky (Obr.222).



Obr.223 Kladno – III. Vojské mapování



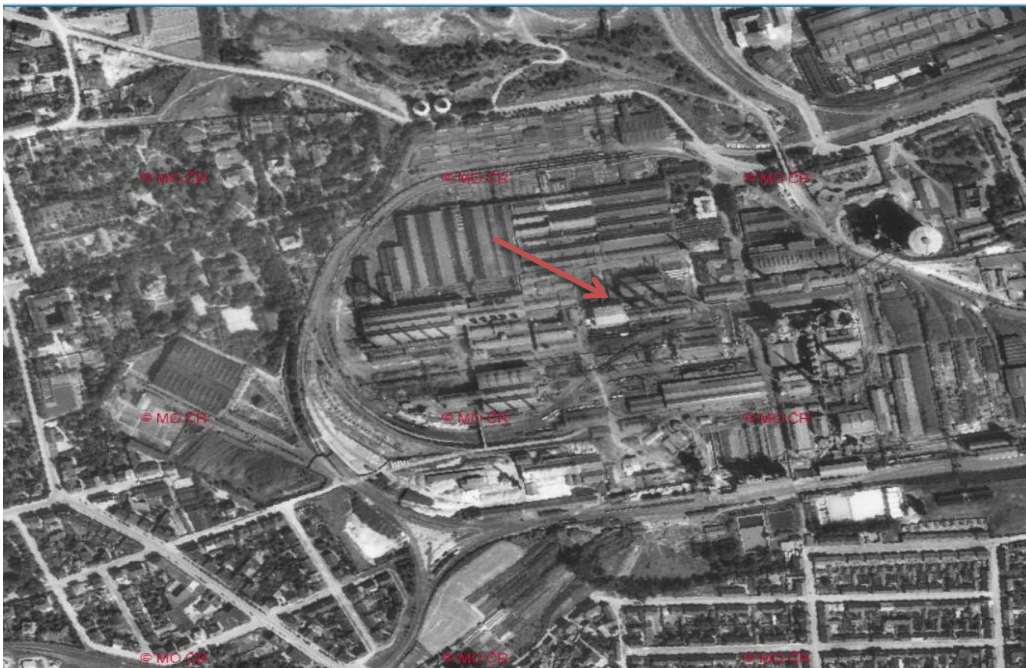
Obr.224 Plánek města Kladna z roku 1874

Armádní geometři zachytili o 30 let později úplně jinou situaci. Na Obr.223 vidíme namísto polí a luk zakresleny tratě parostrojní železnice a objekty železářny (Eisenhütten). Mapy jsou zároveň dokladem tehdy vzniklých obytných čtvrtí (Obr.224,225 šipky vlevo)



Obr.225 III.vojské mapování provedené v letech 1877 – 1880 město Kladno 1:25000

Na následujících leteckých snímcích lze sledovat proměnu území nepřetržitě vyrábějícího průmyslového podniku na nevyužitá pozemky, dále na prostor sloužící převážně skladování a také drobnější výrobě, vše po úspěšně provedené deindustrializaci (Obr.229,230).



Obr.226 Vojenský letecký snímek Kladna z roku 1938



Obr.227 Letecký snímek – detail - rok 1938



Obr.228 Letecký snímek – detail – rok 1938

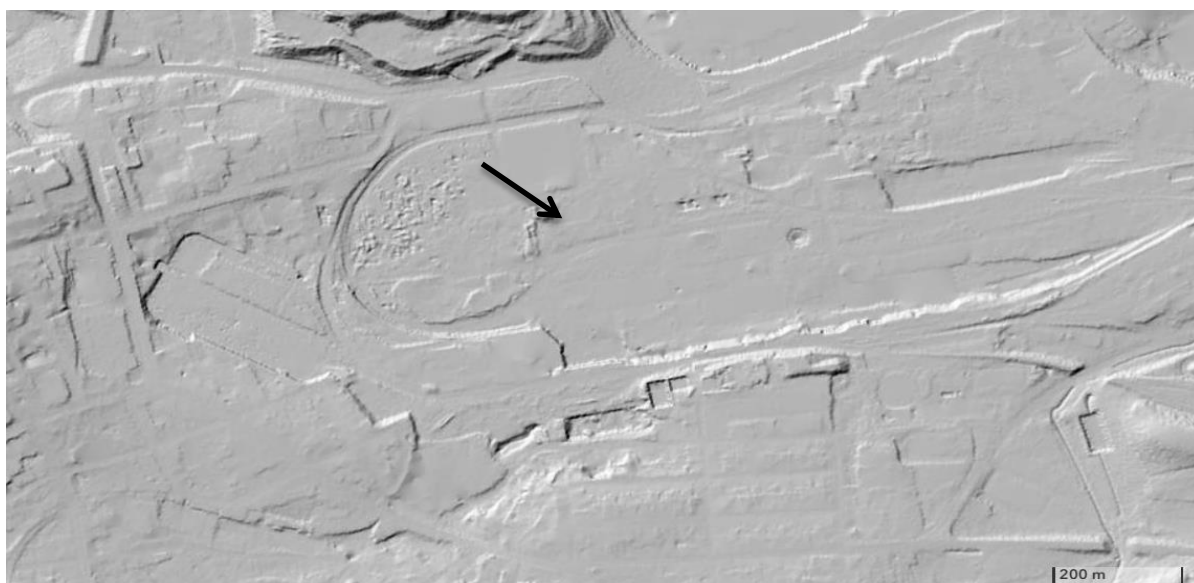


Obr.229 Letecký snímek – Kladno – rok 2023



Obr.230 Letecký snímek – Kladno – rok 2023

Místo kde stála dávno zmizelá hala železářských pudlovacích pecí přibližně označují červené šipky na Obr.226,229 a 230, dále pak černá šipka na Obr.231.



Obr.231 Letecký snímek – Kladno – mapování systémem LIDAR – rok 2013



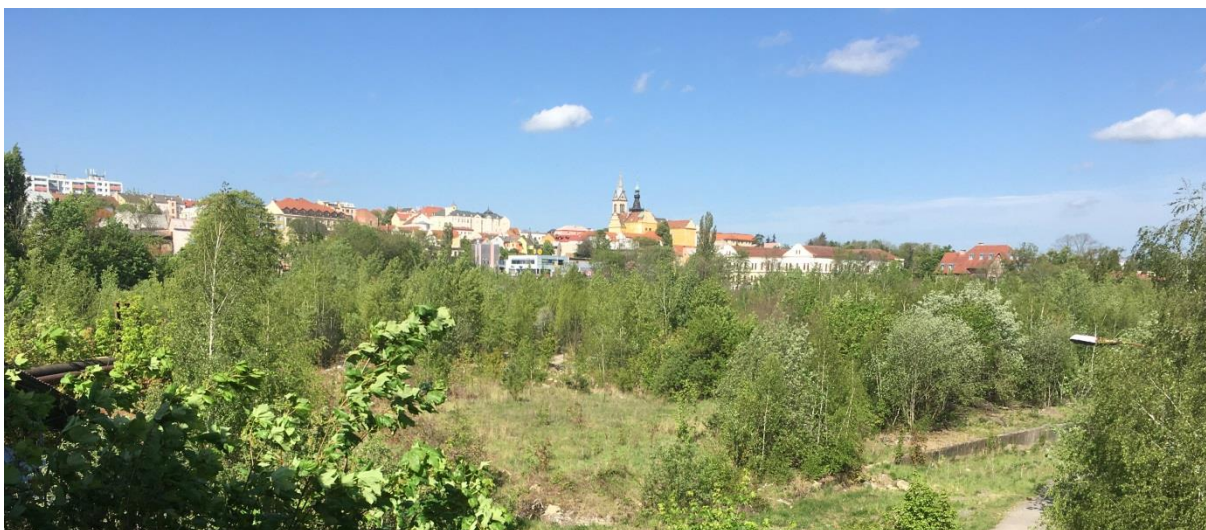
Obr.232 Panoramatický snímek z dubna 2024 – z místa označeného zelenou šipkou na Obr.230



Obr.233 Snímek kolejiště – duben 2024



Obr.234 Snímek kolejiště – duben 2024



Obr.235 Snímek pořízený z ocelového přechodu přes kolejiště směrem na severozápad – duben 2024



Obr.236 Zbytek plynovodu



Obr.237 Zeleň – duben 2024



Obr.238 Zeleň – duben 2024

S místem někdejšího železářského provozu se rozloučíme pohledem na zbytek nadzemního rozvodu nízkotlakého generátorového plynu do pecí a také na bujnou na zeleň, která nevyužitě území zmizelé průmyslové výroby stále více pokrývá (Obr.233 až 238). Dávné hutníky může připomenout už jen měděná známka na jídlo ze závodní jídelny a ocelový nosík.



Obr.239 Líc žetonu

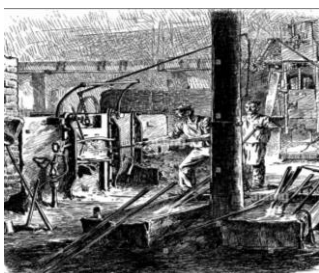
Obr.240 Rub žetonu



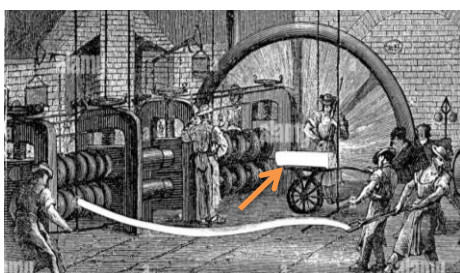
Obr.241 Nosník vyrobený v Pražské železářské společnosti

Měděný žeton platný v závodní jídelně koncem 19.století průměr měl průměr cca 25mm a váhu cca 6,6 gramů (Obr.239,240). Nosník z roku 1884, který byl vyroben v PŽS (PEIG Prager Eisen- und Industrie Gesellschaft), ukazuje snímek na Obr.241. Nosník byl vyroben z plávkové oceli vyrobené v konvertoru (TBST .. Thomas/Bessermerstahl)

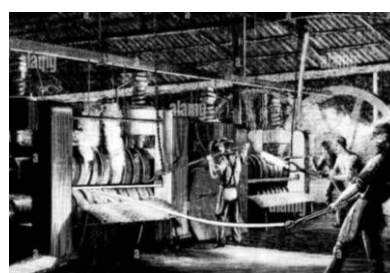
10. Historické kresby a fotografie pudlovacích pecí, bucharů a válcoven



Obr.242 Práce u pece



Obr.243 Válcování svazku tyčí



Obr.244 Válcování plochých tyčí

Přehledové ilustrace na Obr.242 až Obr.244 ukazují práci u pudlovací pece a ve válcovně pudlovny při výrobě tyčí z předkovku v šedesátých letech 19.století. Následující fotografie jsou z pozdějších let.



Obr.245 Práce u pudlovací pece



Obr.246 Práce u pudlovací pece



Obr.247 Vypouštění strusky z pudlovací pece



Obr.248 Surové železo v houskách u pudlovací pece

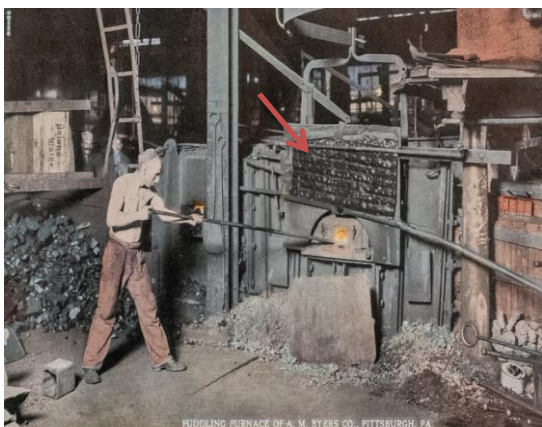
Struska byla vypouštěna z pudlovací pece před ukončením tavby (Obr.247).



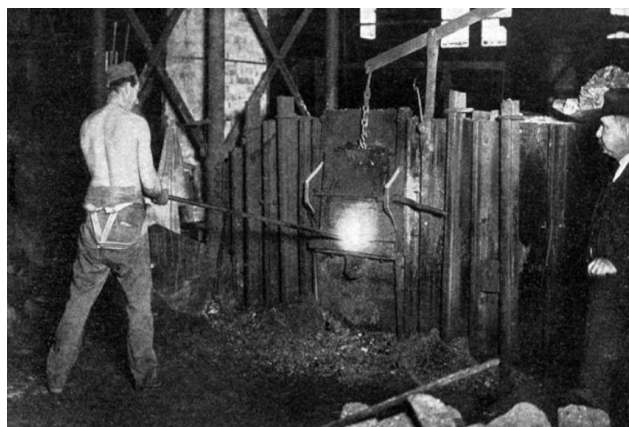
Obr.249 Vypouštění strusky do ručního vozíku



Obr.250 Práce u pudlovací pece

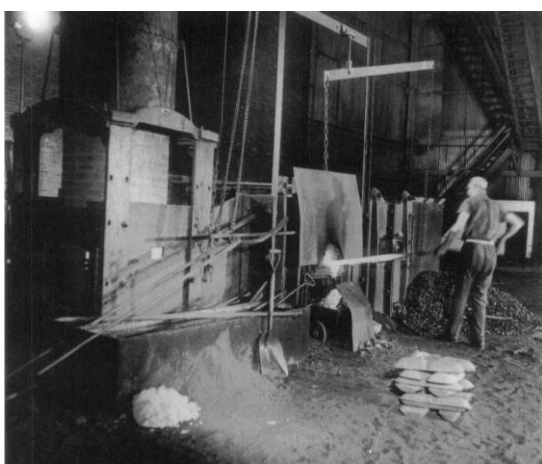


Obr.251 Chladicí štít pece protékáný vodou

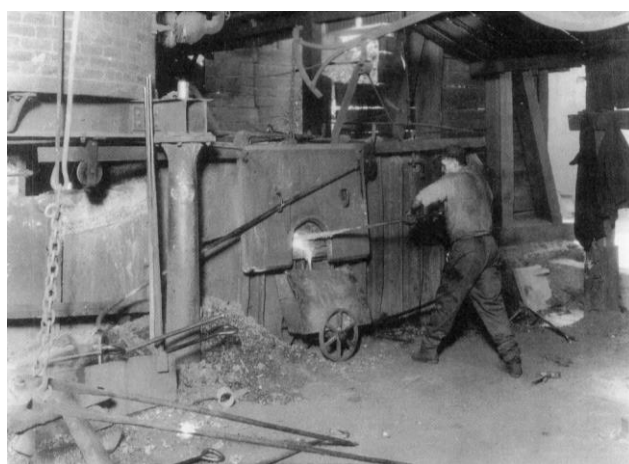


Obr.252 Práce u pudlovací pece

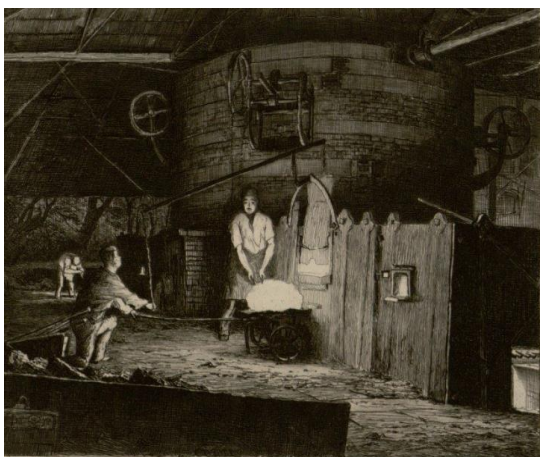
Účelem chladicího štítu bylo omezit sálání čela pece na hutníka (Obr.251). Povšimneme si, že na žádné fotografii nenosí hutníci modré brýle, které měly za účel omezit poškození zraku při práci.



Obr.253 Práce u pudlovací pece



Obr.254 Práce u pudlovací pece



Obr.255 Kujné železo na ručním vozíku



Obr.256 Vytahování kujného železa z pece



Obr.257 Manipulace s kujným železem



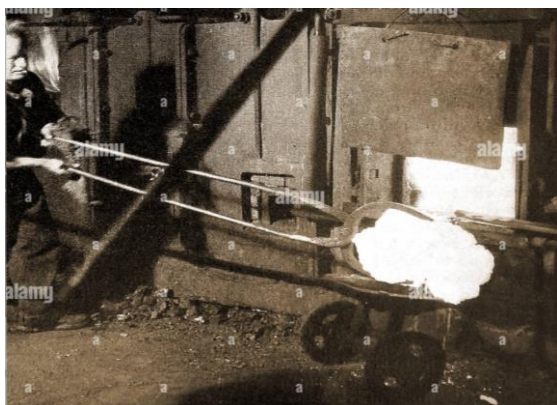
Obr.258 Pokládání kusu železa na vozík



Obr.259 Vyjímání kujného železa z pece



Obr.260 Vytahování kujného železa z pece



Obr.261 Pokládání kujného železa na vozík



Obr.262 Vytahování kujného železa z pece



Obr.263 Pudlovena s parním strojem



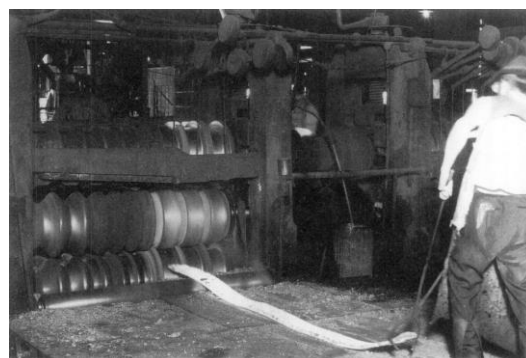
Obr.264 Parní buchar



Obr.265 Parní buchar



Obr.266 Skupina britských hutníků – pudlařů



Obr.267 Válcování ploché tyče v pudlovně

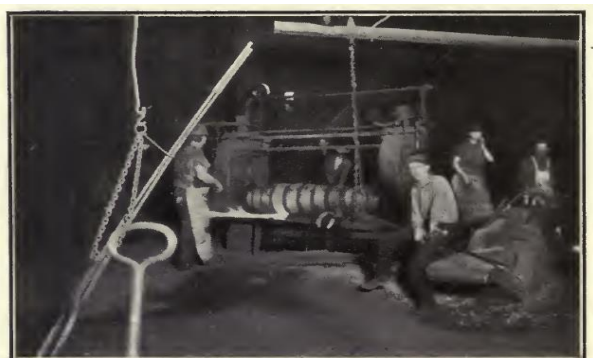


FIG. 50. — PUDDLE ROLLS.

Obr.268 Válcování ploché tyče v pudlovně



FIG. 51. — ROLLING PUDDLE BAR.

Obr.269 Válcování ploché tyče v pudlovně (Lit.34)

11. Seznam použité literatury

1. Kupfertafeln zu dem Handbuche der Mechanik, von Franz Josef Ritter von Gerstner, dritter Band, Rostocker Hammerwerk, Wien 1834
2. The iron manufacture of Great Britain, theoretically and practically considered, by W.Truran, second edition, E & F.N.Spon, Bucklersbury, London, 1862
3. On puddling iron by C.W.Siemens, F.R.S. Mem.Isst.C.E. (Paper read before the British Association at Norwich, 1868), printed by Newberry and Alexander, Castle Street, Holborn, London, 1868
4. Světobzor, časopis, číslo 34, Praha, 1869
5. The metallurgy of iron and steel, by H.S.Osborn, Philadelphia, Henry Carey Baird, industrial publisher, 406 Walnut Street, USA and London by Trubner & Co, 68 Paternoster Row, England, 1869
6. Fabrication, Prüfung und Uebernahme von Eisenbahn-Material. Ein Hand- und Hilfsbuch, von Alphons Petzhold, mit 27 Tafel und 254 Holzschnitten, Verlag C.W.Kreidel, Wiesbaden, Německo, 1872
7. Uebersichtliche Geschichte des Bergbau- und Huettenwesens im Königreiche Böhmen, von Johann Ferdinand Schmidt von Bergenhold, im Verlage des Verfassers, in Commision bei Franz Řivnáč, Prag 1873
8. Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde, von Dr.Hermann Wedding, Königlich Preussischem Bergrath, Druck und Verlag von Friedrich Viewegh und Sohn, Braunschweig, Německo, 1874
9. A Treatise on the metallurgy of iron, by H.Bauerman, F.G.S., Lockwood & Co, 7 Stationers' Hall Court, Ludgate Hill, London, 1874
10. Polytechnisches Journal, Band 217, Jahrgang 1875, Bessemer-Gebläsemaschine der neuen Bessemeranlage der Adalbert-Hütte in Kladno, Augsburg, Německo, 1875
11. Ausführliches Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik, herausgegeben von Edmund Heusinger von Waldegg, mit 330 Holzschnittfiguren und 63 Zeichnungstafeln, Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, Německo, 1877
12. Atlas zu dem Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik, herausgegeben von Edmund Heusinger von Waldegg, mit 330 Holzschnittfiguren und 63 Zeichnungstafeln, Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, Německo, 1877
13. Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia USA 1876, das Hüttenwesen, von Franz Kupelwieser, mit 5 Tafeln, Commissions-Verlag Paesy & Frick, Wien, 1877
14. Jahres-Bericht über die Leistungen der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Gewerbestatistik für das Jahr 1883, von Dr.Ferdinand Fischer, mit 471 Abbildungen, Verlag Otto Wigand, Leipzig, Německo, 1883
15. Stahl und Eisen, Zeitschrift für das deutsche Eisenhüttenwesen, Nr.1 Januar 1883, Commissions-Verlag A.Bagel, Düsseldorf, Německo, 1883
16. Stahl und Eisen, Zeitschrift für das deutsche Eisenhüttenwesen, Nr.7 Juli 1883, Commissions-Verlag A.Bagel, Düsseldorf, Německo, 1883

17. Handbuch der Eisenhüttenkunde von Adolf Ledebur, Verlag von Arthur Felix, Leipzig 1884, Německo
18. Mittheilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich, 3.Heft, zusammengestellt von L.Tetmajer, Ingenieur, Professor, Verlag von Meyer & Zeller in Zürich, Schweiz, 1886
19. Stahl und Eisen, Zeitschrift für das deutsche Eisenhüttenwesen, Nr.7 Juli 1889, Commissions-Verlag A.Bagel, Düsseldorf, Německo, 1889
20. Stahl und Eisen, Zeitschrift für das deutsche Eisenhüttenwesen, Nr.1 Januar 1890, Commissions-Verlag A.Bügel, Düsseldorf, Německo, 1890
21. The metallurgy of iron and steel, by Thomas Turner, Royal School of mines, Charles Griffin and Company Ltd. Exeter Street, Strand, London, 1895
22. Handbuch der chemischen Technologie, herausgegeben von Dr.O.Dammer, II.Band, mit 235 in den Text gedruckten Figuren, Verlag von Ferdinand Enke, Stuttgart, Německo, 1895
23. Stahl und Eisen, Zeitschrift für das deutsche Eisenhüttenwesen, Nr.4 April 1897, Commissions-Verlag A.Bagel, Düsseldorf, Německo, 1897
24. Elastizität und Festigkeit, von Carl Bach, Professor des Maschinen-Ingenieurwesens an der K. Technischen Hochschule Stuttgart, Verlag von Julius Springer, Berlin, Německo, 1898
25. Elastizität und Festigkeit, von Carl Bach, Professor des Maschinen-Ingenieurwesens an der K. Technischen Hochschule Stuttgart, Verlag von Julius Springer, Berlin, Německo, 1899
26. Stahl und Eisen, Zeitschrift für das deutsche Eisenhüttenwesen, Nr.7 Juli 1899, Commissions-Verlag A.Bagel, Düsseldorf, Německo, 1899
27. Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung, von Dr.Ludwig Beck, das XIX.Jahrhundert, Druck und Verlag von Friederich Vieweg und Sohn, Braunschweig, Německo, 1901
28. Kladno jindy a dnes, turistický průvodce, nákladem Karla Stejskala, knihkupce v Kladně, 1905
29. Stahl und Eisen, Zeitschrift für das deutsche Eisenhüttenwesen, Nr.1 , 25 Jahrgang, Januar 1905, Commissions-Verlag A.Bagel, Düsseldorf, Německo, 1905
30. Die Gebläse – Bau und Berechnung, von Albrecht von Ihering, mit 522 Textfiguren und 11 Tafeln, Verlag von Julius Spriger, Berlin, 1903, Německo
31. A Treatise on Producer-gas and Gas-producers, by Samuel S.Wyer, M.E., McGraw-Hill Book Company, 239 West 39-th Street, New York and 6 Bouverie Street, London E.C, UK, 1906
32. Neues in österreichischen Eisenhüttenwerken, von Ing.-Dr.Theodor Naske, Stahl und Eisen, Zeitschrift für das deutsche Eisenhüttenwesen, 27.Jahrgang, Kommissionsverlag von A.Bagel, Düsseldorf, Německo, 1907
33. Regenerativ-Gasöfen von Friedrich Toldt, Dozent an der k.k. Bergakademie zu Leober, mit 32 Abbildungen im Text und 9 Tafeln, Verlag von Athur Felix, Leipzig, Německo, 1907
34. Producer Gas, by J.Emerson Dowson and A.T.Larter, Longmans, Green and Co., 39 Paternoster Row, London, New York, Bombay and Calcutta, 1907
35. Eiserne Brücken – ein Lehr- und Nachschlagebuch für Studierende und Konstrukteure, von G.Schaper, Assistent an der Technische Hochschule in Berlin, mit 1244 Abbildungen, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, Německo, 1908

36. The metallurgy of iron and steel, by Bradley Stoughton, PH.B., BS, McGRAW-HILL Company, 239 West 39th Street, New York and 6 Bouverie Street, London, 1908
37. Taschenbuch für den Maschinenbau, herausgegeben von Ing. Heinrich Dubbel, Verlag Julius Springer, Berlin, Německo, 1914
38. The principles and practice of iron and steel manufacture, by Walter Mcfarlane, F.I.C., fifth edition, Longmans, Green, and Co, 39 Paternoster Row, London, 1917
39. Der grosse Brockhaus, Handbuch des Wissens in zwanzig Bänden, fünfzehnte Auflage, F.A.Brockhaus, Leipzig, Německo, 1929
40. Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau, 13.Auflage, herausgegeben von F.Sass, Ch.Bouché, A.Leitner, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, Německo, 1974
41. Die Eisenbahnbrücke über den Rhein zwischen Waldshut und Koblez. Ein Denkmal der Technikgeschichte, von Dipl.-Ing. Ulrich Boeyng, Universtät Karsruhe, SFB 315, 17, 7500 Karlsruhe, Německo, 1990
42. Stahlkocher, časopis Kultur und Technik 1/1991, Ulrich Wengehroth Dr., Uni München, Německo, 1991
43. Alte Stähle und Stahlkonstruktionen, Dipl.-Ing.Rosemarie Helmerich, Forschungsbericht 271, Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Unter den Eichen 87,12201 Berlin, Německo, 2005
44. Ein Beitrag zur Ertüchtigung bestehender Stahltragwerke unter besonderer Berücksichtigung des Fügeverfahrens Schweißen, genehmigte Dissertation TU Dresden, vorgelegt von Dipl.-Ing.Falk Lüddecke, Berlin, Německo, 2006
45. Beurteilung bestehender Stahltragwerke: Empfehlungen zur Abschätzung der Restlebensdauer, von B.Kühn, R.Helmerich , A.Nussbaumer, H.Günter, S.Herion, časopis Stahlbau 77, Heft 8, (2008)
46. Doly, hutě a Kladno, Josef Seifert a Jiří Kovařík, PBTisk a.s. Příbram, ISBN 978-80-905388-8-7, Kladno, 2013
47. Hospodářský vzestup českých zemí od poloviny 18.století do konce monarchie, Zděnek Jindra, Ivan Jakubec, Univerzita Karlova v Praze, ISBN 978-80-246-2945-2, Praha 2015
48. Kladensko-Nučická dráha, Lokomotivy kladenských železáren, Karel Zeithammer, vydavatel Nakladatelství RCH, Noutonická 512, Praha 5, roku 2017
49. Kulturní dědictví kladenské průmyslové aglomerace, Miloš Matěj, Národní památkový ústav v Ostravě, ISBN 978-80-85034-98-1, Ostrava 2017
50. Hornický zpravodaj,číslo 4/2022, klub přátel hornických tradic Kladno z.s., článek „Julius Jacobi – čtvrt století v čele kladenských železáren“ , Karel Drvola, Kladno 2022
51. Wedding's Basic Bessemer Process, byl W.B.Phillips and E.Prochaska, New York Scientific Publishing Company, New York, USA, 1891
52. Der basische Bessemer-Prozess oder der Thomas-Prozess, von Dr. Hermann Wedding, Ergänzungsband zum ausführlichen Handbuch der Eisenhüttenkunde von John Percy, Druck und Verlag von Friedrich Viewegh und Sohn, Braunschweig, Německo, 1884
53. Hydraulic Power, by Henry Robinson, Charles Griffin and Company, Exeter Street, Strand, London, Velká Británie, 1887

12. Zákonné míry a váhy

Zákonné délkové míry a váhy stanovil na území dědičných korunních zemí v letech 1756 až 1876 patent české královny a císařovny Marie Terezie Messpatent MT ze dne 14.7.1756 . Metrický systém byl zaveden v Rakousku-Uhersku zákonem: Gesetz vom 23.7.1871 Reichsgesetzblatt 16/1872 . Přechodné období užívání dosavadního a nového metrického systému trvalo od roku 1871 do konce roku 1875. Metrický systém se stal v Rakousku-Uhersku závazným od 1. ledna 1876. Zde jsou uvedeny pouze některé jednotky opuštěného systému.

Délka: 1 rakouský palec (Zoll) = 26,34004 mm, dělil se na 12 čárek (Linien), 1 čárka = 2,195 mm,
jedna čárka se dělila na 12 bodů (Punkte), 1 bod = 0,1829mm
1 rakouská stopa (Fuss, Schuh) = 12 palců = 316,081 mm
1 rakouský sáh (Klafter) = 6 stop = 1896,484 mm (1 kubický sáh = 6,820 m3)
1 rakouská míle (Meile) = 4000 sáhů = 7585,935 metru

13. Věnování

Autor věnuje předložený text vnoučatům v naději, že v něm budou ze zvědavosti listovat.



14. Závěr

Dříve se říkalo, že každá nová generace staví na pracovních výsledcích dosažených před nimi, dokonce že obrazně stojí na ramenou předchozích generací a vidí dále.

Autor proto věří, že někdy v budoucnosti se opět dostane víc všeobecného společenského uznání generacím zakladatelů, kteří v 19.století skromně a za velmi tvrdých životních podmínek pilnou prací úspěšně vytvořili základy a předpoklady následného rozvoje moderního průmyslu v Čechách.