

HUTNIK

CZASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM HUTNICTWA POLSKIEGO

ROK XIII

KATOWICE - WRZESIEŃ - 1946

ZESZYT 9

Inż. Stefan BLOCK
Huta Bankowa

O rafinowaniu stali metodą Perrina.

Chciałbym omówić tu w ogólnych zarysach teoretycznie b. ciekawy, a praktycznie b. wartościowy proces hutniczy, zwany procesem PERRINA, który polega na tym, że przez gwałtowne zmieszanie odpowiedniego syntetycznego żuźla, oddzielnie przygotowanego, z płynną stalą, otrzymuje się reakcję szybką i daleko posuniętą.

Francuzi używają do określenia powyższej metody słowa „brassage”, Amerykanie, obrazowo, słowa „cocktail process”. W języku polskim brak odpowiedniego wyrazu. Można by mówić o „przeplukiwaniu stali”.

Proces ten został opracowany przez p. PERRIN, dyrektora huty elektrycznej w Ugine (Alpy francuskie), przy pomocy kilku wybitnych metalurgów tejże huty.

Huta Bankowa zastosowała pierwszą, z pomocą inżynierów z Ugine, proces PERRINA do pieców martenowskich.

Zasada procesu oparta jest na zjawisku, że szybkości reakcji chemicznych między metalem a żużlem, nie będących między sobą w równowadze, są w zasadzie b. duże przy wysokich temperaturach, a szybkość faktyczna danego procesu zależy tylko od powierzchni stycznych. Ażeby mieć dostatecznie duże powierzchnie styczne, należy albo:

1) łać metal przez żużel b. cienkim strumieniem, co jest praktycznie niewykonalne z powodu długotrwałości tego lania i wynikającego stąd oziębienia, albo:

2) doprowadzić do gwałtownego zmieszania obu składników przez b. gwałtowne wlanie płynnej stali do roztopionego żuźla; ten drugi sposób okazał się w praktyce całkiem skuteczny. Wywołuje się to przez b. szybkie nachylenie pieca elektrycznego lub konwertora, a przy piecu martenowskim przez wykopanie specjalnie dużego otworu spustowego. Do tego musi dojść dostatecznie duża wysokość spadku me-

talu od pieca do kadzi. Jest oczywiście rzeczą zasadniczą, aby żużel piecowy nie mógł się przedostać razem z metalem do kadzi (gdyż spaczyłby on całą reakcję), a sprawą zręczności i umiejętności operatorów, by do tego nie dopuścić, lub co najwyżej w małej mierze przy samym końcu lania. W tym celu wbudowano z początku w rynnę spustową dość złożoną aparaturę, składającą się z 2 zasuw szamotowych, dających się spuścić z góry w rynnę, oraz bocznego przelewu dla żuźla. Jednak później rozwiązano praktycznie sprawę zatrzymania żuźla przez dokładne ściągnięcie go przed spustem i wysypanie koryta wapna na kąpiel przy otworze spustowym, bezpośrednio przed przebicciem tegoż.

W tych warunkach wyżej wymieniona aparatura straciła rację bytu i została rozebrana.

Dla otrzymania dobrego przemieszania Huta Bankowa opuszczała każdą o 2 — 3 m poniżej poziomu hali spustowej.

W czasie okupacji odstąpiono od tego i lano do kadzi normalnie zawieszanej. Odsiarczanie odbywało się trochę gorzej, ale wystarczająco. Co do odtlenienia, są oznaki, że było gorsze, choć sprawa nie została wyczerpująco badana z powodu istniejących wówczas warunków i braku personelu do takich badań.

Powstanie procesu nastąpiło wskutek dążenia do obniżenia ceny stali, otrzymywanej metodą duplex: thomas — piec elektryczny. Ugine weszła mianowicie w porozumienie z jedną z hut lotaryńskich dla zmontowania takiego procesu. Na każdy konwertor należało wybudować po kilka pieców elektrycznych. Dla zmniejszenia ich liczby trzeba było skrócić czas pobytu stali w tych piecach, co dawało się osiągnąć przez skasowanie odfosforowania końcowego w piecu elektrycznym, zastępując je odfosforowaniem w kadzi. Dla inżynierów z Ugine myśl topienia żuźli syntetycznych w piecach oddziel-

nych nie była czymś niezwykłym, ponieważ towarzystwo to wyrabiało cement topiony, magnezyt topiony itd.

Po odfosforowaniu w kadzi stal jest przetleniona, następną więc myślą było odtlenić ją drugim odpowiednim żużlem. Próby zostały dokonane w Ugine i doprowadziły do stosowania tego odtleniania również do pieców elektrycznych. Wobec powodzenia procesu, budowa projektowanych pieców elektrycznych odpadła i Ugine weszła w kontakt z Aciéries du Nord et de l'Est, by tam wytwarzać stale gatunkowe z konwertora thomasowskiego.

Jak się sprawy dalej potoczyły, nie wiem, gdyż Ugine trzymała wyniki swych poczynań na innych hutach w ścisłej tajemnicy.

Przechodzę teraz do szczegółów metod.

Odfosforowanie stali. Z tą częścią procesów Perrina nie miałem do czynienia, albowiem nie przedstawiała ona dla nas wartości. Dla odfosforowania potrzebne są żużle zasadowe, bogate w FeO, tak że otrzymany metal jest przetleniony i albo wymaga dalszej rafinacji, albo musi być odtleniony przez dodatek aluminium, co w tych warunkach daje większe wtrącenia niemetaliczne. Zresztą w samej Ugine zrobiono jeden jedyny doświadczalny spust.

Żużel miał skład następujący:

SiO ₂	= 5%
FeO	= 26%
MnO	= 10%
CaO	= 49%
inne	= 10%

P obniżył się z 0,27 na 0,08. Dzięki obecności MnO w żużlu zawartość Mn w metalu mało się zmieniła (z 0,26 na 0,25).

Należy liczyć się z tym, że odfosforowanie tym sposobem udaje się dobrze tylko dla stali miękkich.

Przy stalach, zawierających więcej C, zachodzić musi częściowo spalenie C na CO, co powoduje burzliwą reakcję.

Perrin liczy co prawda, że i surówka dałaby się odfosforować z małym spadkiem C, a tylko ze spalaniem Si. Jest to wszakże jedynie teoretyczna przesłanka, nie sprawdzona. Sądząc po uciążliwych objawach szumienia przy odtlenianiu żużlem kwaśnym, rzeczywistość może nie odpowiedzieć tym nadziejom.

Zasadniczą częścią procesów Perrina jest odtlenianie. Pierwsza metoda odtleniania, metoda z żużlem kwaśnym, była mniej więcej opisana w patentach i w prasie technicznej francuskiej. Żużel, bogaty w SiO₂, a ubogi w FeO jest bardzo chłonny dla tlenku żelaza i przy

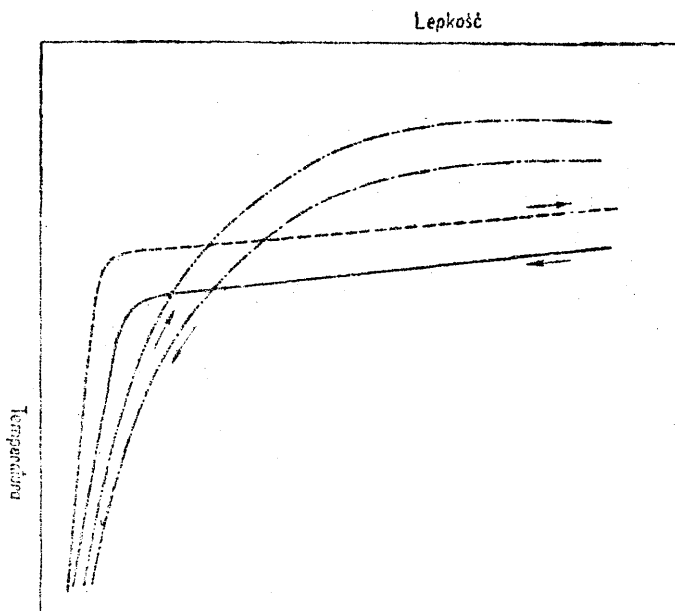
mieszaniu ze stałą wyciąga go z jego roztworu w stali płynnej. Oczywiście, aby mogło nastąpić dokładne zmieszanie, żużel musi być rzadko-płynny, a nie ciągliwy, jak to bywa normalnie z żużłami bogatymi w krzemionkę, czego przykładem jest szkło.

Należało znaleźć odpowiedni żużel.

Zatrzymano się w końcu na następującym:

SiO ₂	= ok. 55%
CaO	= „ 15%
MgO	= „ 15%
Al ₂ O ₃	= „ 15%
FeO	musi być poniżej 1%

Korzystny wpływ na upłynnienie żużła mają Al₂O₃, a zwłaszcza MgO. Wprowadzenie MgO zamiast CaO do żużła podnosi temperaturę topienia, ale zmniejsza ciągliwość żużła (szkic nr 1).



Szkic nr 1.

Zrazu zalecano dodatek 4—5% TiO₂, potem jednak odstąpiono od tego, gdyż podnoszenie kosztu żużła tym drogim materiałem nie było dostatecznie usprawiedliwione.

SiO₂ należy sadzić pod postacią kwarcytu lub odłamków dynasu. Piasek trudno jest stopić.

MgO bierze się z dolomitu lub starych cegieł magnezytowych, ale wygodniejszy jest talk, jako łatwo topliwy.

Al₂O₃ — z odłamków cegieł szamotowych, CaO — z wapna, dolomitu lub fluszcypatu, b. korzystnego, bo ułatwia topienie, a potem rozkłada się, zostawiając Ca.

Dla topienia żużła, Ugine i Huta Bankowa używają pieca elektrycznego, przechylnego, o 3 elektrodach, bez sklepienia. Elektrody z powodu taniaści i łatwiejszej reakcji są z węgla

bezpostaciowego. Piec zużywa ok. 1000 kw przy napięciach zmiennych, najpierw ok. 250 V a przy końcu topienia żuźla 150 V. Ściany pieca są z wysokoprocentowego grafitu mielonego, smołowanego, ubitego i wypalonego. Doskonale nadają się do tego celu zużyte elektrody grafitowe.

Przygotowanie żuźla w piecu zimnym trwa ok. 10 godz., a w ruchu ciągłym ok. 7 godz.

W zimnym piecu robi się połączenie między elektrodami za pomocą koksu i kawałków żelaza i na to połączenie ładuje się materiały wsadowe. Jeżeli jest zastygły żuźel w piecu, kopie się w nim rowki, w które daje się połączenie z koksu; wtedy topienie jest b. ułatwione. Gdy już część żuźla jest płynna, zanurza się w nią elektrody. Piec pracuje od tej chwili oporowo, nie zaś łukiem, a C z elektrod redukuje energicznie FeO, który mógłby być obecny. Przy ruchu ciągłym zostawia się część płynnego żuźla w piecu. Ilość żuźla potrzebnego do jednego przemieszania wynosi 3—5% ciężaru stali. Zasadniczą rzeczą jest otrzymanie żuźla b. gorącego i b. płynnego. W północnej Francji próbowano topić żuźel w piecu płomiennym obrotowym lecz żaden materiał ogniotrwały nie wytrzymał działania żuźla i płomienia jednocześnie. Ostatnio przed wojną lepsze wyniki miały dać cegły cyrkonowe.

Przejdźmy teraz do samej operacji. W piecu elektrycznym stal była odfosforowana i odsiarczona przy pomocy żuźla zasadowego.

Nie robiono potem żuźla karbidowego lecz nawęglano z powrotem, dawano wszelkie dodatki poza Al, lano gwałtownie metal do kadzi, do której bezpośrednio przedtem wiano żuźel odtleniający, dano czas na odstanie, a Al dodawano w małych kawałkach, b. równomiernie, przy laniu do wlewnic.

Proces ten był stosowany lata całe i miał dawać, jak twierdzi Ugine, b. dobre wyniki.

W piecu martenowskim prowadzono wytop normalnie, zostawiając ew. przyspieszenie operacji na czas późniejszy, dawano dodatki poza Al, lano możliwie gwałtownie do kadzi, zawierającej dopiero co wlane żuźel i rozlewano do wlewnic, dodając Al.

Wyniki były następujące:

Część SiO₂ z żuźla podlegała redukcji przez Mn, zawarty w stali oraz przez C, o ile stal była bogata w C.

Następowało więc wzbogacenie stali w Si wraz ze spadkiem, co prawda słabym, C i mocniejszym Mn. Te zmiany nie dały się dokładnie przewidzieć, tak że nadzwyczaj trudno było utrafić w żądane granice analizy, zwłaszcza

przy zawartościach Mn powyżej 0,6%. Spadku Mn można było wprawdzie uniknąć przez dostateczny dodatek MnO do żuźla, ale chłonność tegoż dla FeO malała. Reakcja z C wywołała silne burzenie, tak że kadzie musiały być b. duże.

Raz, tytułem próby, puściliśmy do żuźla spust miękkiej, nieuspokojonej. Otrzymaliśmy metal uspokoiony, a właściwie pół-uspokoiony. Próby na kilkudziesięciu wytopach wykazały, że otrzymywane granice odtlenienia nie były lepsze niż przy normalnych wytopach martenowskich, starannie prowadzonych i wahały się od 0,008% (przy miękkich stalach) do 0,002 wg oznaczeń, dokonywanych u nas na aparacie Prof. Oberhoffera z Akwizgranu, który to aparat sprowadziliśmy specjalnie w tym celu. Proces ten oczywiście nie wpływał ani na P ani na S. Wpływ na S wydaje się być nawet niekorzystny, bo zauważono niezbitcie, że siarczki zawarte w metalu miały tendencję do skupiania się w większe wtrącenia niż normalnie.

Żadnych istotnych polepszeń we własnościach mechanicznych, zwłaszcza poprzecznych, nie dało się stwierdzić, tak że zarzuciliśmy ten proces jako niekorzystny z powodu wywołanych odchylenń analitycznych. Pozostaje do omówienia dodawanie Al do stali już po przemieszaniu. Należy tu przytoczyć teorie Perrina o „Metalurgii opanowanej“ (Métallurgie dirigée ou contrôlée, au sens anglais du mot). Perrin wychodzi z założenia, że po przemieszaniu z żuźlem stal znajduje się zawsze w jednokowym stanie gatunkowym, niezależnie od przebiegu topu, o ile tylko zawartość C i temperatura metalu są odpowiednie. Odpada wszelka niepewność co do stopnia utlenienia topu, bez względu na to czy świeżenie odbyło się szybko czy też powoli. W tych warunkach zmieniające, a specjalnie Al, będą działały zawsze jednakowo. Ich działanie będzie więc najzupełniej opanowane. Wskutek tego będzie można:

- 1) opanować stopień i głębokość zahartowania, np. przy stalach narzędziowych węglistych;
- 2) opanować, w granicach dopuszczalnych przez gatunek, charakterystyki mechaniczne stali z możliwością otrzymywania, wg woli, optymalnych własności dla tego lub owego stanu stali, np. normalizowanego lub ulepszanego;
- 3) opanować grubość ziarna pierwotnego stali;

4) wreszcie, dzięki temu, że proces pozwala na zmianę jednego pojedynczego czynnika naraz, co dotąd było rzeczą nieosiągalną, zwalczać skutecznie pewne wady stali i ustalić optymalne warunki dla unikania ich.

Wobec tego wydaje się możliwe, przy współpracy ze stalownią, która nigdy nie wytwarzała stali gatunkowej i której kadry nie mają żadnego doświadczenia w tym kierunku, dać tej stalowni na piśmie przepisy postępowania dla otrzymania wielu odmian stali gatunkowej, która będzie nie tylko dobra ale będzie posiadała z góry określenie własności wytrzymałości, hartowności, grubości ziarna itd.

Jednym słowem, nie będzie się już wyrabiało pewnej odmiany średniej danej stali i po spuście dopiero przeznaczano do tego lub innego celu, ale będzie można od razu dopasować wytop do przewidzianego celu.

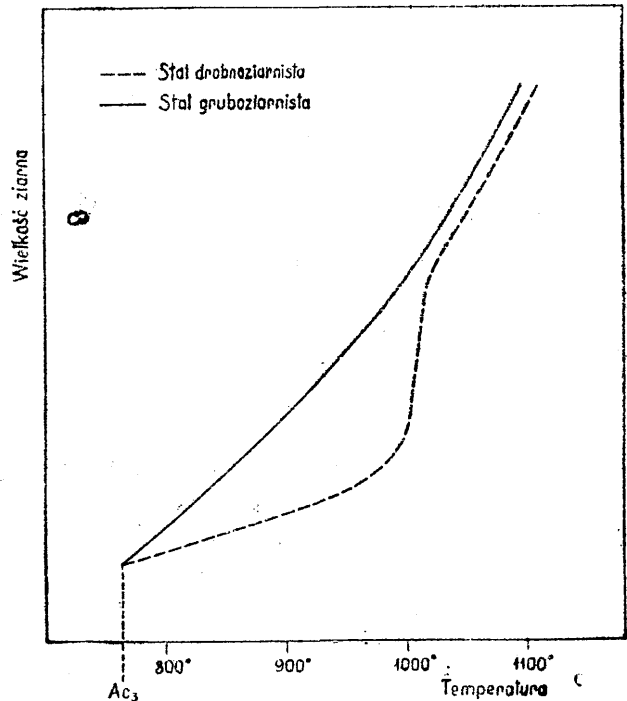
Po tym streszczeniu teorii Perrina jasne jest, że dodawanie Al już nie jako dodatku odtleniającego, ale jako zmieniaacza, musi nastąpić po odtlenieniu żużłem. Jednak dodawanie Al do wlewnic powoduje niebezpieczeństwo, że zawartość Al będzie nierównomierna w jednym i tym samym wlewku, a przez to stal będzie niejednorodna. Przy laniu syfonem niejednorodność wlewka jest większa niż przy laniu z góry, w tym ostatnim wypadku bowiem następuje lepsze przemieszanie we wlewnicy.

Dla osób, dalej stojących od tych spraw, wyjaśniam, że przy nagrzeniu, stal, przekraczając punkt przemiany Ac_3 , rekrytalizuje i ma zaraz po przekroczeniu, swoje najdrobniejsze ziarno, o wielkości zresztą zmiennej. Przy dalszym podnoszeniu się temperatury, ziarno rośnie, ale różnie (szkic nr 2). Przy stalach zwanych gruboziarnistymi, rozrost ten zaczyna się od razu; przy drobnoziarnistych ziarno pozostaje drobne przez dość znaczny zakres temperatury, potem zaczyna gwałtownie rosnać i przy wyższych temperaturach osiąga grubość ziarna stali gruboziarnistej. Spotyka się też wszelkie pośrednie stopnie między stalami gruboziarnistymi i drobnoziarnistymi.

Zdawałoby się, że stale drobnoziarniste, odporne na przegrzanie, są z zasady najkorzystniejsze, jednakże w pewnych wypadkach tak nie jest. Stale drobnoziarniste hartują się i ulepsząją mniej głęboko, są bardziej skłonne do nadmiernego zmiękczenia przy wolnym studzeniu i często nawęglają się wadliwie. Stale o ziarnie mieszanym, drobnym i grubym, są

zawsze niekorzystne z powodu braku jednorodności.

Na wielkość ziarna pierwotnego wpływają: staranność wyrobu stali (stopień odtlenienia).



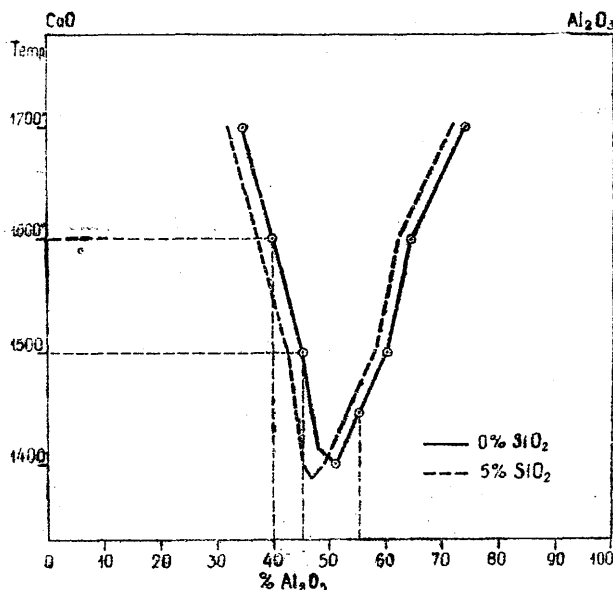
Szkic nr 2.

dodatki stopowe, zwłaszcza Va, oraz ilość dodanego Al. Lecz dodatek Al najpierw odtlenia stal i daje przy tym grubsze szkodliwe zawiesiny Al_2O_3 , nie wpływające na ziarno, wpływa zaś na regulację ziarna tylko wolna pozostałość Al, tak że przy nieznanym utlenieniu topu regulacja jest zawodna. Przy stali perrenowskiej, ponieważ proces ma dawać stały stopień odtlenienia, będzie gwarancją, że jednakowy dodatek Al da jednakowe wyniki.

Mieliśmy się już rzec prowadzenia dalej procesu, gdy Perrin, obznajomiony dokładnie z naszymi zastrzeżeniami, wystąpił z propozycją wypróbowania nowego żużla, tym razem zasadowego. Żużel ten, zawierający ok. 45% Al_2O_3 , 50% CaO i 5% SiO_2 , oraz poniżej 1% FeO, otrzymuje się z bauksytu i wapna, w sposób podobny jak dla żużla kwaśnego. Topienie jednak jest trudniejsze, opór elektryczny żużla mniejszy, tak że nagrzewanie kończy się przy 125 V. W żużlu tym ważną rzeczą jest trzymanie się możliwie dokładnie przepisanego stosunku Al_2O_3 i CaO, gdyż każde odchylenie w jakąkolwiek stronę powoduje szybki wzrost temperatury topliwości (szkic nr 3). SiO_2 jest elementem szkodliwym, który należy zredukować do minimum a 7% jest wartością nieprzekraczalną, o ile żużel ma pozostać dostatecznie aktywny.

Bauksyt zawiera ok. 20% Fe_2O_3 , który musi być zredukowany przez C z elektrod i z koksu, dodanego w tym celu do żużla.

Bauksyt należy wybierać możliwie wolny od SiO_2 . Korzystne jest poprzednie wyprażenie go, ponieważ woda związana (do 20%) znacznie



Szkiec nr 3.

przedłuża proces topienia żużla w piecu elektrycznym. Wapno musi być sprawdzone co do zawartości S, która nie powinna znaczej przekraczać 0,1%. Żużel ten jest mniej topliwy od kwaśnego, należy więc b. uważać, by był dobrze dogrzany. Jest to jeden z podstawowych warunków powodzenia, drugim jest lanie stali szerokim otworem spustowym. Przygotowanie żużla, zaczawszy od zimnego pieca, trwa 12 godz., w ruchu zaś ciągłym 8 godz. Wyniki, otrzymane przy użyciu tego żużla, były rewelacyjne. Siarka obniżyła się poniżej 0,015% dla zupełnie miękkich wytopów, a poniżej 0,010% dla wytopów o zawartości C ponad 0,2%.

W poszczególnych wypadkach otrzymano nawet $S = 0,003\%$.

Zawartość tlenu trzymała się normalnie w granicach 0,002% do 0,0005%. Wszystkie oznaczenia, również i dla procesu kwaśnego, były robione na próbnym wlewkę 500 kg, lanym z góry, przewalcowanym na 75 mm; środkowa część wlewkę podlegała badaniom. Porównywane stale zwykle były także w ten sposób badane.

Własności mechaniczne poprzeczne, zwłaszcza udarność, wzrosły b. znacznie. Poniżej kilka cyfr:

Stal	Wytrzymałość po normalizowaniu kg/mm^2	Udarności poprzeczne (Mesnager)	
		Próbka normalizowana kgm/cm^2	Próbka ulepszona kgm/cm^2
1) Perrin zasadowa			
0045 (St. C. 4561)	63	5,8	9,3
"	64	6,0	9,6
0055	75	3,9	5,5
2) Zwykła			
0045	64	3,3	3,3
"	63	4,4	4,2
"	63	3,0	2,5

Przeróbka mechaniczna wszystkich tych prób była identyczna, jak wynika z tego co powiedziano o sposobie pobierania prób. Czystość mikrograficzna spustów, przepłukanych żużlem zasadowym, była b. duża. W polu mikroskopu nie ma prawie podłużnych wtrąceń niemetalicznych wielkości mikroskopowej. Spotyka się tylko czasem małe kwadraciki pomarańczowe, prawdopodobnie z powodu Ti, zawartego w bauksycie.

Co do wtrąceń dużych, makroskopowych, są one zależne od temperatury metalu, zwłaszcza żużla i od dobrego odstania się metalu w kadzi. Gdy wszystko jest w porządku, są one minimalne. Wyniki gatunkowe w praktyce okazały się b. dobre. Np. na drut cienki, 0,25 mm, wytrzymałości 200 kg/mm^2 i ponad 72 zgięć, zaczęto używać stali szwedzkiej, która była odpowiednia. Najlepsza stal martenowska dawała do 60% braków, a stal elektryczna polska wykazała jeszcze gorsze wyniki. Zastosowano stal, uszlachetnioną metodą Perrina i otrzymano wyniki lepsze niż ze stalą szwedzką. Próba stali na kosy, które wymagają b. wysokiego gatunku stali węglistej, dała również jak najlepsze wyniki. Niestety, wojna przerwała te próby. Ponadto wyprodukowaliśmy większą ilość stali stopowej konstrukcyjnej z pełnym powodzeniem.

Nadmienić należy, że proces zasadowy nie powoduje zmian analizy metalu, poza małym ubytkiem Si i godzi się z dodatkiem Al do rynnny, przy zachowaniu dobrej regulacji ziarna. Koszty przedwojenne wynosiły 31 zł. od tony wlewków. Był on więc tańszy od wytopu w piecach elektrycznych i pozwalał na wyrób dużych tonażów stali szlachetnej.

Należy się jeszcze zastanowić nad wadami tej metody. O ile warunki temperatury i lania nie są dotrzymane, można łatwo uzyskać makroskopowe zawiesiny żużla w stali. Trzeba więc mieć b. dobrych operatorów a nie ślepych wykonawców, jak sobie wyobraża Perrin. Te

same uchybienia zmniejszają również skuteczność procesu.

Proces Perrina nie usuwa dążności stali do tworzenia płatków, są nawet pewne objawy, że ta dążność może być zwiększona. Należy więc b. starannie i ostrożnie chłodzić stal po kuciu lub walcowaniu. Podobnie jak się nie eliminuje wodoru, tak samo pozostaje azot. Będzie to zawsze przeszkodą do całkowitego uszlachetnienia tą metodą stali thomasowskiej lub bessemerowskiej. Mimo to, proces pozostaje b. wartościowym, co uznał nawet okupant, pomimo wyraźnego początkowego uprzedzenia. Co prawda nastąpiło to na naszym terenie dopiero wtedy, kiedy firma „Deutsche Edelstahlwerke” w Krefeld nabyła patent od wynalazcy. Hutnictwo polskie nie powinno zaprzepaścić istniejącej instalacji oraz zdobytego doświadczenia praktycznego Huty Bankowej.

Zakres stosowalności procesu.

W piecu elektrycznym wyrabia Ugine przy pomocy tego procesu wszystkie gatunki, łącznie ze stalami narzędziowymi stopowymi. W piecu martenowskim proces nadaje się znakomicie przede wszystkim dla stali wysokowęglistej wysokiego gatunku, potem dla stali konstrukcyjnych stopowych i niestopowych. Dla stali b. miękkich jest on nieco mniej skuteczny. Nie nadaje się do stali wysokokrzemowych. O wynikach dla stali thomasowskiej nie mogą dać wyjaśnień.

Pozostaje do omówienia stan obecny zastosowania procesu i kwestie jeszcze niedostatecznie wyjaśnione.

W 1938 r., po wypróbowaniu procesu z żużlem zasadowym, należało jak najprędzej produkować stal dobrą, tak że wytopy w piecu martenowskim były każdorazowo starannie wykonane i nie badano możliwości przyspieszenia procesu w piecu. Za czasów okupacji tym bardziej nie dokonywano takich prób, ponieważ mogły one być uważane za sabotaż gatunku. Obecnie, z powodu braku prądu oraz nieodpowiednich zamówień, proces nie jest stosowany. Nie byłibyśmy w stanie prowadzić go stale. Istnieją jednak pewne możliwości prądowe do wykonania niekiedy pojedynczych wytopów. Brak prądu będzie usunięty dopiero po rozbudowie, w ramach planu trzyletniego, naszej centrali elektrycznej. Można mieć zresztą z góry wątpliwości czy opłaca się taki wy-

top gatunkowy zbyt pośpiesznie prowadzić. Rzykuje się w tym wypadku co najmniej niedokładność analizy C oraz powrót do dodawania Al do wlewnic, co nie jest pożądane; zresztą udało się nam przy wytopach starannie prowadzonych otrzymywać dobrą regulację ziarna, bez skupień Al_2O_3 w metalu, przez dodawanie Al do rynnny w dość grubych sztabach, tak że można przyjąć, iż żużel perrenowski reaguje na metal częściowo wcześniej niż Al.

W każdym razie pole do prób przyspieszenia wytopu jest wolne.

Ważnym punktem do wyswietlenia jest sprawa odpowiedniej chwili do dodawania Fe—Si. Sprawa ta nie została zbadana przed wojną, ponieważ kwestie, związane z obecnością wodoru w stali, nie były nam dostatecznie znane, podczas okupacji zaś warunki dla badań były nieodpowiednie. Fe—Si dodane do pieca sprzyja wybitnie tworzeniu się płatków ale odtlenia stal przed zmieszaniem jej z żużlem, tak że ten ostatni dopełnia tylko odtlenienie i wobec tego może je dokładniej przeprowadzić. Przy dodaniu Fe—Si do rynnny prawie całe odtlenienie jest przeprowadzone przez żużel, może więc być mniej dokładne. Poza tym sprawa regulacji ziarna dodatkiem Al do rynnny staje się zawodna. Należy zbadać, czy odtlenienie w piecu silicomanganem zamiast Fe—Si jest niebezpieczne pod względem płatków.

Tam, gdzie nie ma niebezpieczeństwa powstawania płatków z powodu możliwości stosowania wolnego studzenia po walcowaniu lub z powodu b. dalekiego przerobu (np. drut), trzeba bezwzględnie dawać Fe—Si do pieca. Tam, gdzie to niebezpieczeństwo jest duże, np. przy dużych zlewkach do kucia, należy się tego wystrzegać.

Następną sprawą, już poruszoną, jest celowość dużej wysokości spadu stali do kadzi i związane z tym niewygody, jak dół pod rynną, długie haki przy suwnicy spustowej i narażenie lin tej suwnicy na działanie zbyt bezpośredniego promieniowania płynnej stali. Pod względem odsiarczenia różnica istnieje, lecz nieznaczna. Jest prawdopodobne, że różnica pod względem odtlenienia jest większa.

Podam powyżej zasady i wyniki procesu Perrina, tak jak jest on nam znany. Jakim zmianom uległ zagranicą podczas wojny, jakie

były tam jego postępy, jak udało się dopasować go do stali thomasowskiej we Francji i do stali bessemerowskiej w Ameryce, co było na porządku dziennym w 1939 r., tego już niestety

nie wiem, lecz jest prawdopodobne, że proces kwaśny znalazł tam swoje właściwe zastosowanie, uszlachetniając stal thomasowską do poziomu dobrej stali martenowskiej.

Inż. Ignacy BOREJDO
Nacz. Dyr. C. Z. P. H.

Światowa produkcja hutnicza w przededniu i w czasie drugiej wojny światowej.

(Ciąg dalszy.)

Z obrazu, który dotychczas roztoczyliśmy, widać, jakimi olbrzymimi zasobami żelaznymi rozporządza Związek Radziecki. Podstawa surowcowa przemysłu hutniczego pozwala na zwiększenie dotychczasowej produkcji stali, bez obawy szybkiego wyczerpania zapasów. Geolodzy radzieccy obliczają, że dotychczas stwierdzone zasoby rud mogą wystarczyć na 40 lat, przy produkcji 110 milionów ton stali rocznie.

Szybki rozwój hutnictwa był potężnym bodźcem dla odpowiedniego rozwoju kopalnictwa rud. Zwrócono uwagę głównie na unowocześnienie starych kopalń, na wprowadzenie wszędzie jak najdalej idącej mechanizacji. Kopalnie zelektryfikowano, wyposażono we wrębiarki, elektrowozy, ekskawa-

tory, dźwigi, maszyny wyciągowe, płuczki, sortownie itd. Jako wskaźnik dokonanej rozbudowy niech posłuży wielkość nakładów kapitałowych, poświęconych kopalnictwu rud.

Za okres 1931 — 1934 r. ogółem zainwestowano 400 milionów rubli, w tym w 1931 r. — 73,4; 1932 — 90,1; 1933 — 104,4 i 1934 — 135,0.

W okresie tym w pierwszym rządzie rozbudowano i wyposażono kopalnie Krzywego Rogu, Góry Magnetycznej i niektóre kopalnie Wschodu. Poniższa tablica wskazuje postępy w wydobywaniu rud w głównych okręgach. Jak widać, rezultaty wystąpiły wyraźnie dopiero w 1934 r., choć rozbudowa i dozbrojenie kopalń rozpoczęły się już w 1931 r.

Wydobycie rudy żelaznej w tysiącach ton.

Rejony i Zjednoczenia	1931 r.	1932 r.	1933 r.	1934 r.
1. Krzywy Róg	7601,0	7925,5	8991,6	13312,0
wzrost w % w stos. do 1931 r.	100	104,3	118,2	175,2
2. „Wostokruda” i „Tagilstroj”	1832,8	1706,1	2180,2	2658,0
wzrost w % w stos. do 1931 r.	100	93,1	118,9	145,0
3. „Centroruda”	546,4	502,2	687,7	866,0
wzrost w % w stos. do 1931 r.	100	91,9	125,8	158,7
4. Kerczeński	410,0	516,3	388,9	509,0
wzrost w % w stos. do 1931 r.	100	125,9	94,8	124,1
5. Magnitogorski	178,8	1343,1	2039,6	3722,0
wzrost w % w stos. do 1931 r.	100	751,2	1140,7	2081,7
6. Kuźniecki	—	54,7	197,9	553,0
7. Chałiłowski	—	—	36,0	99,0
R a z e m	10569,0	12047,9	14521,9	21719,0
wzrost w % w stos. do 1931 r.	100	114,0	137,4	205,5

Z zestawienia wynika również, że — nie bacząc na wyjątkowo wielki wzrost wydobycia rudy okręgu Krzyworskiego — jego udział procentowy w ogólnej produkcji spadł z 71,9% do 61,3%. Jeszcze znacznie spadł udział innych starych kopalń, pomimo stale wzrastającego wydobycia. Przyczyną tego jest powstanie i rozwój nowego centrum hutniczo-rudnego na wschodzie ZSRR. W 1931 r. wydobycie Wschodu stanowiło 19%, a w 1934 r. wzrosło ono prawie do 30%.

Poniżej podajemy zestawienie wydobycia rud żelaznych w okresie dwóch pierwszych pięciolatek.

znacznie rozszerzone w związku z przewidzianą tutaj dalszą rozbudową hut Magnitorskiej i Nowo-Tagilskiej oraz ze względu na budowę dwóch nowych wielkich hut w Chaliłowie i Bakalu, jak również szeregu mniejszych hut. W Syberii wschodniej będą rozbudowane kopalnie okręgu Bracko-Himskiego i Baljagińskiego w kraju Zabajkalskim, celem stworzenia podstawy surowcowej dla powstającego tutaj hutnictwa.

Przed hutnictwem radzieckim stoją obecnie dwa kapitalne zagadnienia do rozwiązania. Jak już o tym wspomnieliśmy, ZSRR posiada olbrzymią ilość rud, które — bez przygoto-

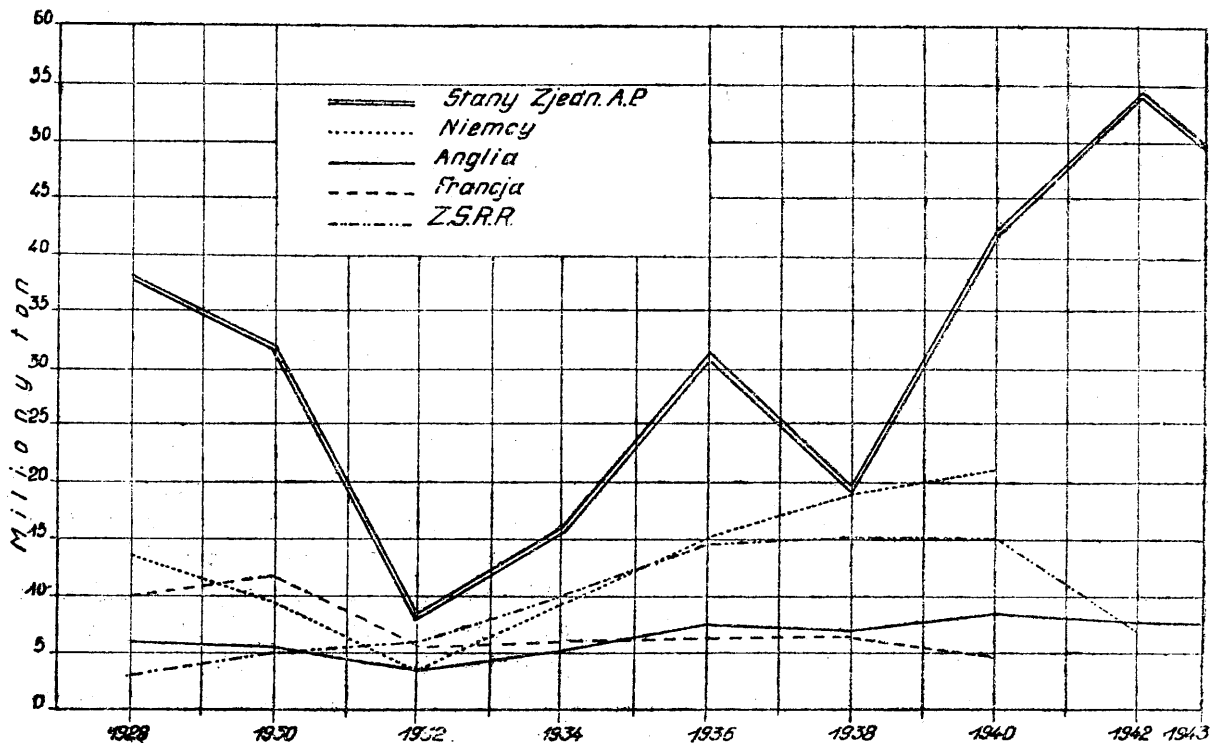
Okręg	1913 r.		1929 r.		1933 r.		1938 r.	
	1000 t	%	1000 t	%	1000 t	%	1000 t	%
Centralny . . .	564,3	6,1	534,8	6,7	717,8	5,0	1388,2	5,2
Ural	1778,0	19,4	1762,7	22,0	4256,5	29,4	7729,1	29,2
Syberia	3,2	—	8,8	0,1	206,5	1,4	490,4	1,8
Kerczeński . . .	480,0	5,2	91,8	1,2	282,1	2,0	852,1	3,2
Krzyworoski . .	6388,0	69,3	5599,0	70,0	8991,6	62,2	16069,9	60,6
Razem	9213,5	100	7997,1	100	14454,5	100	26529,7	100

A zatem ta sama tendencja rozwojowa, która zaznaczyła się w okresie realizacji pierwszego planu pięcioletniego, tj. zmniejszenie udziału w wydobyciu rud okręgu Krzyworskiego, kosztem wzrostu udziału okręgów Uralskich, działa również w okresie drugiego planu pięcioletniego. Zagadnienie rozwoju kopalnictwa rud znajduje swoje mocne akcenty również w trzecim i czwartym planie pięcioletnim.

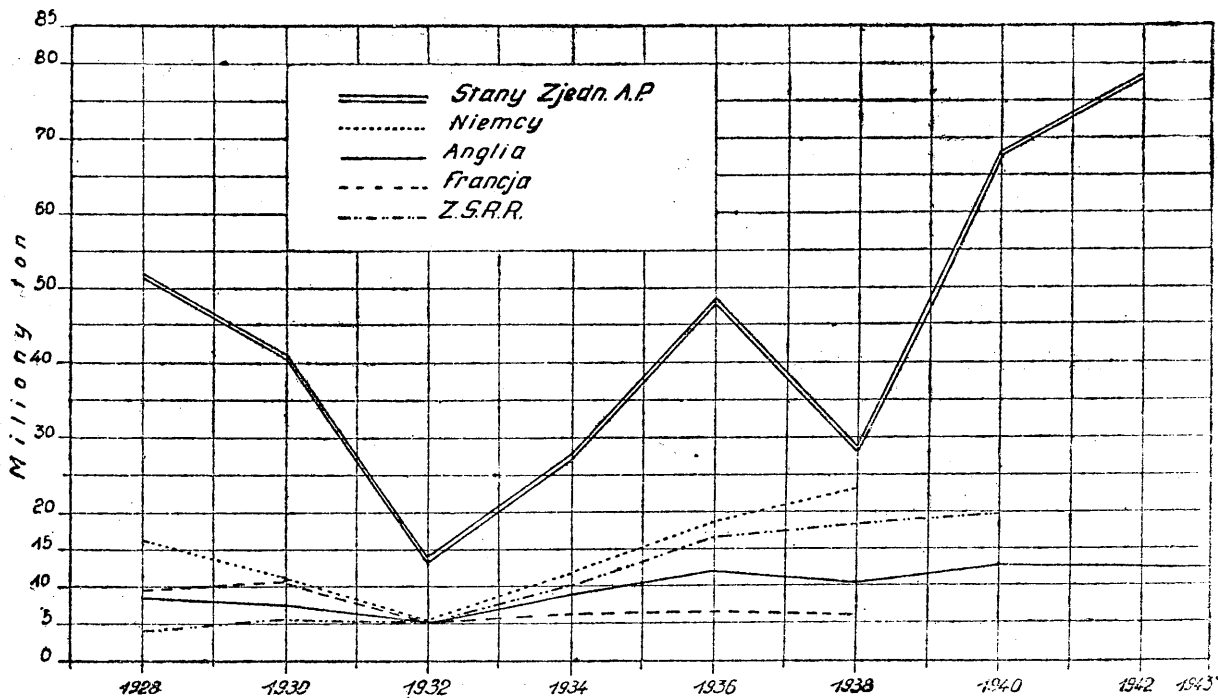
Ze względu na to, że rozbudowa hutnictwa w niektórych okręgach rudnych wyprzedzała znacznie rozbudowę kopalnictwa rud w tych okręgach, huty miejscowe musiały sprowadzać rudę z kopalń, odległych nieraz o setki kilometrów. Trzecia i czwarta pięciolatka przewidują usunięcie tego nienormalnego stanu przez rozbudowę kopalń szczególnie w tych okręgach hutniczych, które dotychczas cierpiały z powodu deficytu rud. A więc w Centralnej Rosji będą rozbudowane kopalnie okręgu Lipecka i Tuły oraz kopalnie Kurskiej Anomalii i Chopiora. Na Ukrainie ma nastąpić dalsza rozbudowa eksploatacji złóż Krzyworskich. Wzmoczonej eksploatacji mają ulec również rudy Kerczeńskie. To samo odnosi się do kopalń Uralskich. Mają one być

wawczej przeróbki mechanicznej i procesu wzbogacającego — nie nadają się do eksploatacji. Do takich rud należą rudy lipeckie, tułskie, chopiorskie, pokaźna ilość rud okręgów północnych, wszystkie rudy kerczeńskie, znaczna część uralskich, prawie wszystkie zachodnio-syberyjskie, przy czym nierzadko są pomiędzy nimi gatunki bardzo trudne do wzbogacenia. A więc rozbudowa samych tylko kopalń nie rozwiązuje jeszcze sprawy racjonalnego zaopatrzenia hut radzieckich w rudę. Należy ponadto rozwiązać zagadnienie wzbogacania rud. Budowa zakładów przeróbki mechanicznej i spiekalni nie rozwiązuje zagadnienia. Wiele rud wymaga specjalnego traktowania i opracowania specjalnych metod wzbogacania. Takiego odrębnego podejścia wymagają np. niektóre rudy uralskie i zachodnio-syberyjskie.

Obok wyżej wspomnianych gatunków rud spotykamy jeszcze w ZSRR olbrzymią ilość rud biednych, wśród których dominujące miejsce zajmują krzemiany. Problem wykorzystania tych rud dotychczas jest jeszcze prawie nieaktualny. Wprawdzie tu i owdzie rudy biedne dodawane są do namiaru, ale to oczywiście zagadnienia nie rozwiązuje. Miliardowe



Produkcja surówki.



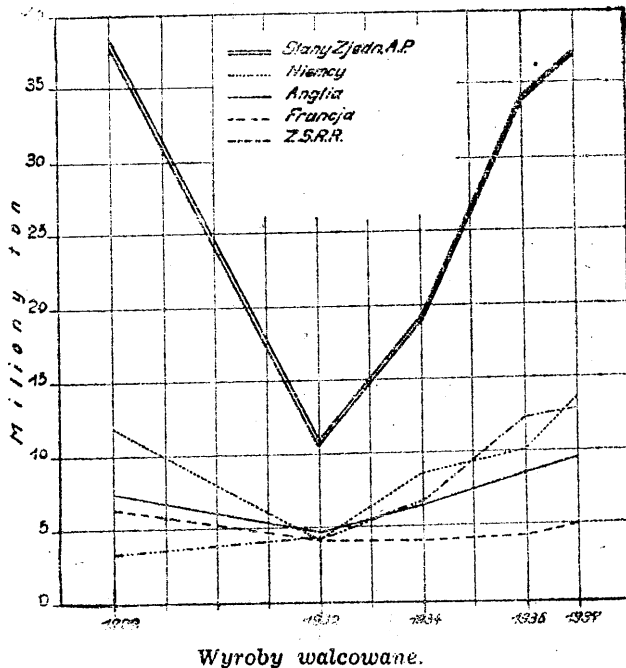
Produkcja stali.

zasoby biednych rud domagają się zasadniczego rozwiązania technicznego, umożliwiającego eksploatację tych zasobów w sposób masowy, tym bardziej, że w niektórych okęgach rudy biedne występują obok bogatych (do takich należy jeden z najbogatszych okęgów, a mianowicie Krzyworski), a rozszerzenie eksploatacji pokładów bogatych może być

korzystnie rozwiązane jedynie pod warunkiem znalezienia zastosowania dla wydobywanych równocześnie rud biednych. Od pozytywnego rozwiązania tych dwóch zagadnień, tj. wzbogacenia rud średnich i biednych zależy przyszły rozwój hutnictwa radzieckiego. Może warto jeszcze podkreślić, że zagadnienia te nie dadzą się sprowadzić do

jednego, ponieważ do rud biednych nie można stosować tych samych metod wzbogacania, co do średnich.

W ostatnich latach przed wojną w niektórych krajach były opracowane metody wzbogacania biednych rud, co pozwala rokować nadzieję na pozytywne rozwiązanie tej sprawy również w ZSRR.



Podane wyżej wykresy charakteryzują dynamikę rozwoju produkcji stali, surowki i wyrobów walcowanych w ZSRR i innych krajach.

Imperium Brytyjskie.

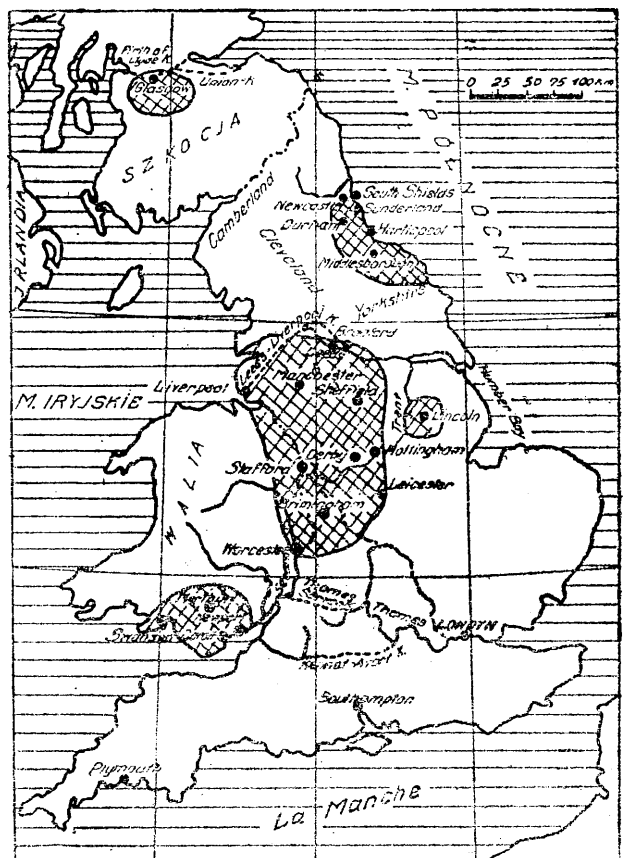
Anglia jest kolebką przemysłu hutniczego. Ubóstwo leśne wyspy każe hutnikom angielskim szukać środka zastępczego dla węgla drzewnego i prowadzi w połowie XVIII stulecia do wynalazku koksu i do zastosowania go do wytapiania żelaza z rud. Wynaleziona przez Jamesa Watta w 1769 r. maszyna parowa znajduje wkrótce zastosowanie jako źródło energii dla wielkiego pieca, zwiększa jego wydajność i obniża koszt własny. Pierwszeństwo Anglii w produkcji stali ugruntowuje przemysłowe zastosowanie wynalezionego przez Corta pudlarskiego sposobu produkcji żelaza zgrzewnego. Swą przodującą pozycję jako wytwórca stali utrzymuje Anglia do końca XIX stulecia. W okresie tych stu lat szereg wynalazków angielskich posuwa naprzód technikę hutniczą. W 1828 r. wynajduje Neilson podgrzewacz powietrza. W jedenaście lat później zostaje uruchomiony pierw-

szy młot parowy Nasmytha. W 1855 r. rewolucjonizuje produkcję stali wynalazek Bessemera, a w 1878 r. rozszerza tę rewolucję wynalazek Thomasa.

Nie bez znaczenia dla rozwoju hutnictwa angielskiego były rozgałęzione stosunki handlowe, obejmujące prawie całą kulę ziemską, oraz flota handlowa, panująca na wszystkich morzach. Ułatwiały one zaopatrzenie hutnictwa w rudę i zapewniały zbyt wyrobom stalowym. W macierzy samej rozbudowa transportu kolejowego, stocznie oraz przemysł metalowy stawiały hutnictwu coraz większe wymagania. Penetracja kolonialna i inwestycje kolonialne domagały się rosnących dostaw wyrobów stalowych.

Podstawą angielskiego przemysłu hutniczego są bogate zasoby węgla, nadającego się do produkcji koksu wielkopiecowego, oraz rudy żelaza, występujące w różnych miejscowościach wyspy. Ponadto sieć dróg wodnych śródlądowych oraz rozwinięta linia brzegowa, o licznych zatokach, stanowią dalszą naturalną podstawę komunikacyjną, sprzyjającą rozwojowi hutnictwa.

Osobliwością wyspy brytyjskiej jest okoliczność, że zarówno złoża węglowe, jak i żela-



Złóża Wielkiej Brytanii

zonośne nie są skoncentrowane w nielicznych tylko punktach, lecz są rozrzucone prawie po całym terytorium wyspy. Z pośród okręgów węglowych największe znaczenie mają trzy:

1) Północny: Durham, Northumberland, Scotland;

2) Środkowy: Yorkshire, Derbyshire, Leicestershire, Warwickshire, Staffordshire, Cheshire, Nottinghamshire, Worcestershire;

3) Zachodni: Południowa Walia i Zagłębie Południowe.

Pokłady węgla kamiennego są nie tylko geograficznie korzystnie rozlokowane — w pobliżu spławnych rzek, niedaleko brzegów morza — lecz dzięki sprzyjającym warunkom geologicznym są łatwe do wydobycia. W 1937 r. kopalnie angielskie wydobły łącznie 245 milionów ton. Jeśli do tego doliczymy wydobycie w koloniach i dominacjach, wydobycie w całym Imperium wyniesie 291 milionów ton.

Nieco gorzej kształtuje się możliwość zaopatrywania hutnictwa w rudy. Stwierdzone zapasy rud wynoszą 5970 milionów ton, zapasy możliwe — 37000 milionów ton. Wydobycie rud żelaznych wynosiło w 1937 r. łącznie z wydobyciem w koloniach i dominacjach — 21,7 milionów ton, z czego na metropolię przypada 14,4 miliona ton, tj. około $\frac{2}{3}$. W porównaniu z 1913 r., kiedy metropolia wydobywała 16,3 miliona ton, produkcja rudy wyraźnie spadła. Zostało to spowodowane wyczerpaniem złóż szkockich oraz zmniejszeniem wydajności kopalń w Staffordshire, Shropshire i Yorkshire. Ubytki w wymienionych okręgach zostały częściowo wyrównane wzrostem wydobycia w Lincolnshire, Leicester, Oxford i Rutland.

Z dwóch opracowanych w Anglii sposobów masowej produkcji stali — bessemerowskiego i thomasowskiego — znalazł zastosowanie w swojej ojczyźnie tylko pierwszy. Dopiero w 1933 r. buduje Anglia pierwszą nowoczesną stalownię thomasowską. To uprzywilejowanie stali bessemerowskiej jest głównie przyczyną, że Anglia, mając dość własnych rud, importowała rudy niskofosforowe. Własne rudy niskofosforowe, występujące w Cumberland i Lancashire, nie mogły pokryć całkowitego zapotrzebowania. Przywóz rud obcych wynosił w 1913 r. — 7,6 miliona ton, a w 1936 r. tylko 6,0 milionów ton. Rudy sprowadzane są głównie z Hiszpanii, Algeru, Szwecji i Nor-

wegii. Spadek importu rud ma swoje uzasadnienie w większym zużyciu złomu i rud fosforowych oraz w zmniejszonej produkcji stali. Mimo wszystko, pod względem możliwości pokrycia zapotrzebowania rodzimymi rudami, Anglia znajduje się w znacznie lepszym położeniu niż większość państw europejskich, produkujących stal, z wyjątkiem Związku Radzieckiego i Francji, gdyż 60% potrzebnego żelaza pokrywa własnymi rudami a 40% importowanymi.

Jak już zaznaczyliśmy, w Imperium Brytyjskim nie tylko metropolia produkuje stal. Produkują ją kolonie i dominia, lecz najpotężniejszym producentem jest oczywiście Ameryka, która dostarcza $\frac{1}{3}$ ogólnej produkcji. Jedną piątą dają dwaj główni producenci anglosascy, tj. Kanada, Australia, tudzież Indie. Kanada posiada możliwości produkcyjne, równe mniej więcej $\frac{1}{7}$ możliwości angielskich. Możliwości produkcyjne Indii wynoszą w surowce około $\frac{1}{3}$, w stali tylko $\frac{1}{10}$ możliwości angielskich. Australia stoi na ostatnim miejscu imperialnej produkcji. W ostatnich latach do rodziny imperialnych producentów stali włączyła się również Unia Południowo-Afrykańska.

Prawie wszystkie huty Imperium bazują swoją produkcję na własnych surowcach. Niemal wszystkie posiadają własny węgiel i własną rudę. Jak już wspomnieliśmy, metropolia musi importować tylko około 40% potrzebnych rud, Kanada zaś pracuje częściowo na rudach Stanów Zjednoczonych. Indie, Australia oraz Afryka Południowa mają bogate rudy żelazne. W złom są kraje brytyjskie dobrze zaopatrzone. Od lat handel zagraniczny wielkobrytyjski wykazuje nadwyżki eksportowe złomu. W produkcji surowki kraje brytyjskie wykazały następującą wydajność:

	(W tonach)	
	1929 r.	1937 r.
Anglia	7.710.000	8.600.000
Kanada	1.178.000	1.000.000
Indie	1.417.000	1.700.000
Australia	342.000	700.000
Imperium	10.647.000	12.000.000
Stosunek do produkcji światowej	10,6%	11,4%
Produkcja światowa	98.700.000	104.000.000

Jak widzimy, udział imperium brytyjskiego w światowej produkcji surówki wynosi 10 do 11%.

Wielka Brytania jest przykładem mocarstwa, które samo stworzyło podstawy nowoczesnej techniki i rozkręciło koło produkcji światowej lecz nie mogło dotrzymać tempa

dalszemu rozwojowi i oddało pierwsze miejsce innym. Gdy do ostatniego dziesięciolecia ubiegłego wieku udział Wielkiej Brytanii w światowej produkcji surówki, stali i wyrobów walcowanych wynosił około 33%, spadł on obecnie do 10%.

(d. c. n.)

Dr. Inż. Mikołaj CZYZEWSKI
Akademia Górnicza

Kontrola jakości rud i pracy prażaków.

(Dokończenie)

Zależność pomiędzy wydajnością a czynnikami, wpływającymi na bieg prażaka, można przedstawić w postaci następujących równań:

$$N = \frac{24 \cdot V \cdot \gamma}{W^2 \cdot h} \text{ t/24 godz.} \dots \dots \dots (26)$$

albo

$$N = \frac{144 \cdot P}{L \cdot k \cdot W^2} \text{ t/24 godz.} \dots \dots \dots (27)$$

skąd

$$V = \frac{6 \cdot P \cdot W^2 \cdot h}{L \cdot k \cdot W^2 \cdot \gamma} \text{ m}^3 \dots \dots \dots (28)$$

W powyższych równaniach oznacza:

V — objętość prażaka w m³ (89,9), γ — wagę 1 m³ surowej rudy w t, W² — współczynnik użycia rudy, h — czas przebywania rudy w prażaku w godz., P — ilość doprowadzonego powietrza w m³/min, L — ilość powietrza odnośnie do kg węgla, k — procentowy rozchód węgla w stosunku do rudy surowej.

Ażeby mieć możliwość obliczenia wydajności prażaka o danej objętości, względnie odwrotnie, na podstawie założonej wydajności określić objętość, trzeba ustalić liczbowe wielkości, wchodzące w równania 26 i 27.

Ustalenie tych wielkości uskuteczniamy wyłączenie na podstawie danych, otrzymanych przy badaniu prażaków, pracujących na syderytach wiśniowych twardych kopalni „Stanisław”. Czy otrzymane wyniki można uogólnić dla innych rud i innych systemów i wymiarów prażaków, na razie trudno powiedzieć.

Waga 1 m³ surowych syderytów wiśniowych kopalni „Stanisław” waha się w granicach 1,7 — 2,1 t/m³. Wahania te zależą od wielkości kawałków rudy i od ciężaru właściwego pozornego rudy, który wynosi 3 — 3,38 gr/cm³,

oraz wilgotności rudy. Przy dalszych obliczeniach będziemy przyjmowali $\gamma = 1,9 \text{ t/m}^3$.

O współczynniku użycia rudy była już mowa w poprzednich rozdziałach; ustalimy go na 1,35 tak jak wypadło z obliczenia według równania 10.

Na podstawie badań laboratoryjnych ustalono, że całkowity rozkład węglanów żelaza w kawałkach rudy, o wymiarze najmniejszego boku 100 mm, następuje w ciągu ok. 12 godz. O ile przyjmujemy, że tyleż czasu potrzebujemy na wyprażenie rudy w prażaku i że ruda prażona może być ochłodzona do temperatury 50° C powietrzem, przepływającym w ciągu 8—15 godz., wówczas średni czas (h) przebywania rudy w prażaku ustalimy na 25 godz.

Na minutę trzeba doprowadzić taką ilość powietrza (P), ażeby rudę, ogrzaną do 800° C (temperatura prażenia), obniżyć do temperatury 50° C (temperatura odciągania), więc od kg rudy powietrze powinno pobrać ciepła:

$$(800 - 50) \cdot 0,22 = 165 \text{ Kal/kg rudy.}$$

Przy N² t/24 godz. wydajności prażaka, w ciągu minuty powietrze odbierze ciepła:

$$\frac{1000 \cdot 165 \cdot N_s}{24 \cdot 60} = \frac{16500 \cdot N_s}{144} \text{ Kal/min.}$$

O ile założymy, że powietrze ogrzewa się do 500° C, to m³ pobiera ciepła 159 Kal/m³, czyli trzeba doprowadzić w ciągu minuty powietrza:

$$P = \frac{16500 \cdot N_s}{144 \cdot 159} \text{ m}^3/\text{min.}$$

Wydajność prażaka według równania 26:

$$N^2 = \frac{24 \cdot 89,9 \cdot 1,9}{1,35 \cdot 25} = 122 \text{ t/24 godz.} \dots \dots (29)$$

więc

$$P = \frac{16500 \cdot 122}{144 \cdot 159} = 88 \text{ m}^3/\text{min} \dots \dots \dots (30)$$

W ciągu minuty powinno się spalić węgla:

$$\frac{135 \cdot 122 \cdot 1000 \cdot k}{24 \cdot 60 \cdot 100} \text{ kg/min.}$$

czyli na kg węgla przypada powietrza:

$$L = \frac{88 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 100}{122 \cdot 1000 \cdot k \cdot 1,35} = \frac{76}{k} \text{ m}^3/\text{kg węgla} \dots (31)$$

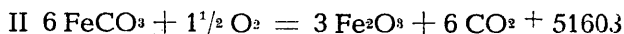
Ustalenie rozchodu węgla.

1. $6 \text{ FeCO}_3 = 6 \text{ FeO} + 6 \text{ CO}_2 \quad \text{---} \quad \text{---}149040 \text{ Kal}$
2. $6 \text{ FeO} + \text{O}_2 = 2 \text{ Fe}_2\text{O}_3 \quad \text{---} \quad +149042 \text{ Kal}$
względnie
3. $6 \text{ FeO} + 1\frac{1}{2} \text{ O}_2 = 3 \text{ Fe}_2\text{O}_3 \quad \text{---} \quad +200643 \text{ Kal}$

Łącząc równania 1 i 2, otrzymujemy:
 I $6 \text{ FeCO}_3 + \text{O}_2 = 2 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 6 \text{ CO}_2 + 2 \text{ Kal}$

Z tego równania wynika, że biorąc rzecz teoretycznie, dla samego procesu prażenia wcale nie potrzeba doprowadzać ciepła, a gdy przy u-

tleniu żelaza wytworzy się Fe_2O_3 według równania 3, wtedy w ostatecznym wyniku reakcji otrzymujemy nawet pewną nadwyżkę ciepła:



Więc przy prawidłowym prowadzeniu prażaka trzeba doprowadzić węgiel tylko w takiej ilości, aby utworzone ciepło wystarczyło jedynie na pokrycie następujących strat ciepłych:

Ciepło, zużyte na odparowanie wilgoci rudy, obliczamy według równania 18, które przy 3,6% zawartości wilgoci w rudzie wynosi:

$$Q_2 = 2160 \text{ Kal}/100 \text{ kg rudy.}$$

Straty na promieniowanie ustalamy według równania 19, przy założeniu, że temperatura zewnętrzna płaszczka prażaka nie powinna być wyższa od 100° C, a zużycie rudy surowej wynosi (równanie 29) 165 t/24 godz. (122 . 1,35):

$$Q_3 \approx 1250 \text{ Kal}/100 \text{ kg rudy.}$$

Dla obliczenia strat kominowych w postaci ciepła jawnego przede wszystkim trzeba ustalić ilość spalin, wytworzonych przy spalaniu k kg węgla, o chemicznym składzie, podanym w tabeli 9, poz. 7.

Ilość otrzymanych spalin.

CO ₂ z węgla 0,7151 . 1,86 . k =	1,33 . k
CO ₂ z rudy 28,82 . 0,788 . 0,509 =	11,60
H ₂ O ze spalania wodoru węgla 0,0438 . 9 . 1,24 . k	} = 0,54 . k
H ₂ O z wilgoci węgla 0,398 . 1,24 . k	
H ₂ O z rudy 3,6 . 1,24 =	4,46
N ₂ z węgla 0,0216 . 0,8 . k =	0,01 . k
76	
N ₂ z powietrza — 0,79 . k =	+ 60,00
k	
O ₂ nadmiar z powietrza *) =	—1,55 . k + 12,95
R a z e m 0,33 . k + 89,01	

*) Dla spalania kg węgla z teoretyczną ilością powietrza trzeba doprowadzić 1,548 m³, a dla utlenienia 100 kg rudy 2,9 m³ czyli że ogólna ilość tlenu zużytego przy spalaniu k kg węgla, wynosi: 2,9 + 1,55 . k:

Ponieważ na kg węgla doprowadzamy $\frac{76}{k} \text{ m}^3$ (równ. 31) powietrza, nadmiar tlenu będzie się równał $\frac{76}{k} \cdot 0,21 \cdot k - /2,9 + 1,55 \cdot k/ = 12,95 - 1,55 \cdot k$

Spaliny, ogrzane do temperatury 200° C, zawierają ciepła:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 &\text{---} (1,33 \cdot k + 11,60) \cdot 82,6 = 110 \cdot k + 960 \\ \text{H}_2\text{O} &\text{---} (0,54 \cdot k + 4,46) \cdot 77,4 = 42 \cdot k + 350 \\ \text{N}_2 &\text{---} (0,01 \cdot k + 60,0) \cdot 62 = 1 \cdot k + 3720 \\ \text{O}_2 &\text{---} (-1,55 \cdot k + 12,95) \cdot 62 = -96 \cdot k + 802 \end{aligned}$$

$$\text{Razem } Q_4 = 57 \cdot k + 5832$$

Straty ciepłe wskutek niecałkowitego spalania produktów destylacji węgla można przyjąć na 15% w stosunku do wartości opałowej węgla:

$$Q_3 = 0,15 \cdot U \cdot k = 0,15 \cdot 6374 \cdot k = 950 \cdot k \text{ Kal/100 kg rudy.}$$

Temperatura odciąganej rudy prażonej nie powinna przekraczać 50°C; przy takiej temperaturze straty ciepłe rudy będą się równały (równanie 22):

$$Q_0 = \frac{100 \cdot 50 \cdot 0,17}{1,35} = 630 \text{ Kal/100 kg rudy.}$$

Podstawiając otrzymane wielkości w równanie 15, przy założeniu, że $Q_s = Q_1$, jak to wynika z termochemicznego równania I, otrzymujemy:

$$6374 \cdot k = 2160 + 1250 + 57 \cdot k + 5832 + 960 \cdot k + 630,$$

skąd obliczamy rozchód węgla:

$$k = \frac{9872}{5357} = 1,85 \%$$

sunku do rudy surowej, a wydajność prażaka nigdy nie przekraczała 70 t/24 godz.

Teoretycznie, wydajność (N) prażaka powinna wynosić (równanie 26):

$$N = \frac{24 \cdot 89,9 \cdot 1,9}{1,3 \cdot 24} = 132 \text{ t/24 godz.,}$$

a wsad rudy surowej

$$N_s = \frac{24 \cdot 89,9 \cdot 1,9}{24} = 171 \text{ t/24 godz.}$$

Przeprowadzone badania pracy prażaków niezbitcie ustaliły, iż nie da się osiągnąć wydajności obliczonej teoretycznie według wzoru 1, a to z następujących powodów:

Duża wysokość rudy w prażaku, która od poziomu odciągania do górnego poziomu obmuza wynosi 9400 mm, powoduje wielkie opory dla przepływających gazów, wobec czego szybkość przepływających spalin i powietrza jest stosunkowo mała, co powoduje zmniejszenie wymiany ciepła pomiędzy rudą a gazami, w konsekwencji czego przedłuża się czas prażenia.

TABELA 13.

Bilans ciepły przy prawidłowym prowadzeniu prażaka, z uwzględnieniem tylko ciepła spalania węgla.

Przychód ciepła	Kal	% %	Rozchód ciepła	Kal	% %
Ciepło spalania węgla: 6374 · 1,85	11760	100	Q ₂ — ciepło parowania H ₂ O . . .	2160	18,36
			Q ₃ — ciepło promieniowania . . .	1250	10,63
			Q ₄ — ciepło jawne spalin 57 · 1,85 + 5832	5937	50,50
			Q ₅ — ciepło niespalonych produktów 960 · 1,85	1773	15,07
			Q ₆ — ciepło jawne rudy prażonej	630	5,36
			Niedokładność	10	0,08
Razem	11760	100	Razem	11760	100,00

6. Ostateczne wnioski.

Z przytoczonych obliczeń wynika, że rozchód węgla przy prawidłowej pracy prażaka nie powinien przekraczać 1,85% w stosunku do rudy surowej, w odniesieniu zaś do rudy prażonej będzie wynosił:

$$1,85 \cdot W_2 = 1,85 \cdot 1,35 = 2,5\%$$

Na podstawie raportów kierownictwa prażalni, rozchód węgla, w zależności od pory roku, wahał się w granicach 3,5—5,5% w sto-

Wiśniowe sydereyty kopalni „Stanisław” są bardzo wrażliwe na wysokie temperatury, przy

których łatwo spiekają się, wskutek czego powinny prażyć się przy temperaturach niezbyt wysokich, w każdym razie temperatura prażenia nie powinna przekraczać 800° C.

Mała szybkość przepływających gazów i konieczność przeprowadzania prażenia rudy przy temperaturach poniżej 800° C powodują przedłużenie czasu ogrzania i chłodzenia rudy, wobec czego czas prażenia będzie się równał nie 24 godz. lecz ok. 32 godz.

Przy 4000 mm średnicy prażaka tworzy się w środku martwy słup rudy, który tworzy nieużyteczną przestrzeń, nie biorącą udziału

w procesach prażenia rudy, ponieważ z tego martwego worka ani nie wyładowuje się rudy, ani nie schodzi doń ruda surowa.

Na podstawie badań kilkoma sposobami ustaliliśmy, że martwy słup rudy posiada średnicę ok. 1800 mm, co wynosi ok. 20% ogólnej pojemności prażaka.

Powietrze i spaliny przepływają głównie wzdłuż ścian prażaka; aby umożliwić przepływ gazów, chociażby w strefie odległej o 500—1100 mm od ścianek, napełnienie prażaka nie może być = 100%, wobec czego warstwę wsadu obniżono na ok. 1000 mm, co odpowiada 12m³, czyli 13% pojemności prażaka.

Użyteczna objętość prażaka wynosiła:

$$89,9 - 89,9 (0, 20 + 0,13) = 60 \text{ m}^3$$

a wydajność prażaka:

$$N_2 = \frac{24 \cdot 60 \cdot 1,9}{32 \cdot 1,3} = 66 \text{ t/24 godz.}$$

(rudy prażonej)

$$N_s = 66 \cdot 1,3 = 86 \text{ t/24 godz.}$$

(wsad rudy surowej), co w zupełności zgadza się z wynikami badań.

Sprawność użyteczna wydajności prażaka w stosunku do teoretycznie obliczonej (131 t/24 godz.) równa się 50%.

Jasne jest, że wydajność prażaka możemy zwiększyć, odciągając rudę bardzo gorącą, co pociąga za sobą zwiększenie ilości rudy spieczonej i rozchodu węgla, który i tak był zbyt duży.

Ażeby zwiększyć wydajność prażaka do wielkości, zbliżonej do teoretycznie obliczonej, konstrukcja prażaka powinna być taka, aby umożliwiła:

1. Zасыpywanie wsadu w ten sposób, aby wysokość warstwy rudy ku środkowi prażaka nie wzrastała lecz malała.

2. Odciąganie rudy ze środkowej przestrzeni (na razie nieużytecznej) prażaka.

3. Przepływ powietrza w środkowej przestrzeni prażaka.

Sposób zasypywania rudy do prażaka uwidoczniony został na rys. 7. Jak widzimy, ruda układa się w postaci stożka, wysokość więc przetworowego słupa rudy nie jest jednakowa we wszystkich przekrojach prażaka; najmniejsza jest około ścianek, największa zaś

w środku, a tym samym największe opory powstają w środkowej części prażaka, do której dostęp powietrza i tak jest utrudniony. *)

Badania wykazały, że przy zasypywaniu ręcznym, w ten sposób, aby ruda w prażaku tworzyła powierzchnię przynajmniej poziomą (najkorzystniejsza byłaby w postaci leja), strefa intensywniejszego przepływu gazów przesunęła się nieco w kierunku środka prażaka, co spowodowało zwiększenie przeciętnej szybkości przepływu powietrza i odpływu spalin, w następstwie czego można było nieco zmniejszyć rozchód węgla. Ładowanie ręczne ma wszakże i ujemne strony; przede wszystkim okres czasu ładowania przedłuża się w porównaniu z okresem czasu ładowania wprost z wózków, wskutek czego okna do ładowania przez dłuższy czas pozostają otwarte, co wpływa bardzo niekorzystnie na procesy prażenia. Prócz tego, ładowanie ręczne wymaga większej ilości ładowaczy, a to zwiększa koszty produkcji rudy prażonej.

Urządzenia do ładowania powinny być wykonane w ten sposób, aby przy zasypywaniu ruda układała się równomiernie naokoło ścianek prażaka i aby palacz mógł łatwo i równomiernie zasypywać węgiel na całej powierzchni rudy. Z rysunku (rys. 7, linia przerywana) widać, iż ruda będzie się układała w postaci leja, co spowoduje zwiększenie oporów około ścian i zmniejszenie ku środkowi prażaka, a tym samym procesy prażenia będą się odbywały w warunkach korzystniejszych.

Jak już zaznaczyliśmy, ruda w środkowej części prażaka nie bierze udziału w procesach prażenia, ponieważ przy odciąganiu rudy prażonej pozostaje nieruszana. Aby umożliwić odciąganie rudy ze środkowej przestrzeni prażaka, a tym samym zwiększyć użyteczną pojemność prażaka, trzeba nad stożkowatym trzonem prażaka sporządzić coś w rodzaju rusztu, który umożliwi odciąganie rudy ze środka prażaka, wskutek czego martwy słup rudy zniknie, a użyteczna pojemność pieca wzrośnie. Jednocześnie przez ruszt ten łatwo będzie się przesypywał popiół i drobne kawałki rudy, a tym samym w wysokim stopniu ułatwi się dopływ powietrza na całym przekroju prażaka.

Co do przewodu, przez który powietrze powinno być zasysane do środkowej części pra-

*) Środkowa rura do doprowadzania powietrza zadania swego nie spełniała.

żaka, nie spełniał on swego zadania. Naogół powietrze zasysało się przez ten przewód w znikomej ilości i ta mała ilość była skierowana ku ściankom prażaka. Oprócz tego, kaptur o średnicy ok. 1100 mm przeszkadza normalnemu opuszczaniu się wsadu ku dołowi.

Biorąc pod uwagę, że może być zastosowany sztuczny podmuch, albo ciąg, przewód powietrzny wewnętrzny powinien posiadać kaptur, który przedstawiałby stożek, wykonany z blachy grubości 10 mm i o średnicy podstawy, równej średnicy przewodu (400 mm), w którym należy przewiercić otwory, skierowane nieco ku dołowi, o średnicy 20 mm, w takiej ilości, aby ogólna powierzchnia otworów była o 20% większa od przekroju przewodu. Konstrukcja kaptura może być inna, w każdym razie jego średnica nie powinna być większa od średnicy przewodu.

Zmiany konstrukcyjne prażaka, wykonane jak podano wyżej, spowodowałyby zmniejszenie czasu prażenia rudy (który nie powinien być dłuższy niż 30 godz.), zmniejszenie rozchodu węgla i pojemności nieużytecznej.

Korzystne także będzie wbudowanie w kominie zaworu, za pomocą którego, w razie potrzeby, można będzie zmniejszać ilość przepływających gazów, co należy uczynić w razie jakichkolwiek bądź przerw w ładowaniu lub wyładowywaniu rudy.

Przytoczone obliczenia, oparte na badaniach, udowadniają, że w celu zwiększenia produkcyjnej zdolności prażaka, zmniejszenia rozchodu węgla i ulepszenia jakości rudy, przy konstruowaniu prażaka należy stosować następujące zasady:

1. Umożliwić ładowanie w ten sposób, aby ruda w prażaku układała się w kształcie leja.

2. Umożliwić takie odciąganie rudy, by słup przetworowy opuszczał się równomiernie na całej przestrzeni prażaka.

3. Umożliwić dopływ ilości powietrza, niezbędnej do chłodzenia rudy.

4. Zastosować ciąg sztuczny, szczególnie w prażakach wielkich (o pojemności ponad 60 m³), co przyczyni się do zwiększenia wydajności prażaka, zmniejszenia rozchodu węgla i równomiernego prażenia rudy.

Inż. Zdzisław WARCZEWSKI

C. Z. P. H.

Wytwórczość hutnictwa w Stanach Zjednoczonych.

Na podstawie oficjalnych statystyk „American Iron and Steel Institute” w New Yorku podajemy poniżej zestawienie wytwórczości hut żelaznych w Stanach Zjednoczonych:

Statystyka wytwórczości hutnictwa w Stanach Zjednoczonych (w tysiącach ton).

Wielkie piece.

Okres czasu	Roczna zdolność wytwórcza	Wytwórczość miesięczna			% wyk. zdolności wytwórczej
		Zwykłych gatunków surówki	Fe - Mn i zwierc.	Ogółem	
Czerwiec 1946	61.200	3.299	41	3.340	66,5
Lipiec 1946	61.200	4.218	50	4.268	82,4
I. półrocze 1946	61.200	15.981	169	16.150	53,3

Stalownie.

Okres czasu	Roczna zdolność wytwórcza	Wytwórczość miesięczna			% wyk. zdolności wytwórczej
		Stali zwykłej	Stali stopowej	Ogółem	
Czerwiec 1946	83.350	4.607	493	5.100	74,4
Lipiec 1946	83.350	5.448	547	5.995	84,9
I. półrocze 1946	83.150	22.555	2.225	24.780	59,9

Jak widać z powyższego zestawienia, okres strajków w przemyśle amerykańskim odbił się poważnie i na hutnictwie. Dlatego też w odniesieniu do I. półrocza 1946 r. współczynnik procentowego wykorzystania zdolności wytwórczej na wydziałach wielkopieczowych wyniósł tylko 53,3%, zaś na stalowniach 59,9%. Jednakże po ustaniu fali strajkowej wytwórczość hut amerykańskich szybko wzrasta, osiągając w lipcu br. ok. 4,27 mil. t surówki i ok. 6,0 mil. t stali. W odniesieniu do obecnej rocznej zdolności wytwórczej, wynoszącej na wielkich piecach 61,2 mil. t i na stalowniach 83,35 mil. t, stanowi to 82,4% wzgl. 84,9% wykorzystania zdolności wytwórczej tych wydziałów. Przypomnieć wypada, iż pod nazwą „stali stopowej” Amerykanie rozumieją nie tylko stale, stosujące znane uszlachetniające składniki stopowe lecz również wszystkie te rodzaje stali, które zawierają ponad 1,65% Mn, ponad 0,60% Si i ponad 0,60% Cu. Z wyżej podanego zestawienia widać, że udział stali stopowych wynosi ok. 10% ogólnej wytwórczości stali. Jeżeli weźmiemy pod uwagę, że w myśl szczegółowych zestawień stal elektryczna stanowi 3,5% do 4,0% ogólnej wytwórczości stali, należy podkreślić, że połowa stali stopowych jest wykonywana w piecach martenowskich. Zaznaczyć wypada, że stal bessemerowska stanowi obecnie 4,5% do 5,5% ogólnej wytwórczości stali w Stanach Zjednoczonych.

Jako ciekawe i ważne uzupełnienie powyż-

szych danych podajemy przegląd wytwórczości hut amerykańskich za I. półrocze 1946 r.:

Rodzaj wytworu	Wytwórczość	
	1000 t	%
Duże żelazo kształtowe (wraz z belkami szpuntowymi)	1 310	7,8
Szyny normalne i inne	682	
Akcesoria kolejowe (lubki, podkładki, haki)	291	1,1
Żelazo prętowe zwykłe, gorąco walcowane	3 020	20,7
Stal stopowa w prętach, gorąco walcowana	630	
Żelazo prętowe zwykłe, przeciągane na zimno	510	
Stal stopowa w prętach, przeciągana na zimno	907	
Stal narzędziowa w prętach	47	
Rury zgrzewane	531	6,9
Rury walcowane bez szwu	876	
Rury inne	396	
Walcówka	1 740	14,3
Drut i wyroby z drutu (gwoździe, siatki itd.)	1 880	
Blachy grube	1 572	6,2
Blachy cienkie, gorąco walcowane	5 350	42,4
„ „ zimno walcowane	2 130	
„ „ ocynkowane	588	
„ „ ocynowane	1 150	
Taśmy gorąco walcowane	923	
„ zimno walcowane	538	
Materiał kolejowy kuty (koła, osie)	162	0,6
O g ó ł e m	25 183	100,0

Pomimo strajków hutnictwo Stanów Zjednoczonych wytworzyło w pierwszym półroczu 1946 r. przeszło 25,000.000 t wyrobów walcowanych. Jak widać, w dalszym ciągu dominującą rolę w tej wytwórczości grają blachy cienkie i grube, dając ogółem prawie 49% ogólnej wytwórczości walcowni.

Dr Mirosław ORŁOWSKI
Łódź

Hutnictwo żelazne w Polsce przedrozbiorowej.

Początków hutnictwa w Polsce należy szukać w zamierzchłych czasach, w zaraniu istnienia Państwa Polskiego.

Pierwsze wzmianki piśmienne datują się z wieku XI. Jan Długosz w swej „Kronice” pod rokiem 1025, wspominając, że Bolesław Chrobry, nadając kościołom dobra, z wyjątkiem złota, nie wyłączał dla siebie prawa kopania rudy żelaznej, z czego możnaby wnioskować, że oddawna kopalnictwo i wytapianie żelaza nie należało do regaliów królewskich.

W miarę przenikania i rozszerzania się w Polsce kultury żelaza rozwija się również

i hutnictwo. Ówczesna technika hutnicza była oczywiście nader prymitywną, dość będzie przypomnieć, że żelazo otrzymywano w tzw. „ogniskach” („Luppenfeuer”), bezpośrednio z rudy. Hutnictwo istniało w postaci dymarek i kuźnic, rozrzuconych po całym kraju. Zakład żelazny („officina ferraria”) składał się zazwyczaj z dymarki, kuźnicy i młotów, poruszających się przy pomocy kół wodnych i nosił nazwę rudnicy lub poprostu rudni. Zakład taki mógł rocznie wyrobić, w późniejszych czasach, około 160 centn. żelaza kutego.

Rudnice zakładano najczęściej wśród lasów,

które dostarczały materiału opałowego (żelazo wytapiano wówczas wyłącznie na węglu drzewnym), nad brzegiem rzeki lub strumienia, gdyż energia wodna była wtedy, obok siły ludzkiej i zwierząt, jedynym środkiem motorycznym. Ze względu na wielkie trudności transportowe kuźnice były zwykle położone w pobliżu złóż rud łatwotopliwych, darniowych sydereytów i sferosyderytów. W okresie tym wytwórczość żelaza znajdowała się wyłącznie w rękach prywatnych i odbywała się dorywczo, na własne potrzeby właściciela rudnic.

Z pism Tadeusza Czackiego dowiadujemy się, że takie zakłady znajdowały się w Polsce już w XIII wieku.

W 1333 r., za zezwoleniem biskupa krakowskiego Jana Grota, powstaje kuźnica nad stawem w Iłży, a więc na terenie dzisiejszych Zakładów Starachowickich.⁷⁾ W 1364 r. zakłada kuźnicę żelazną pod Krzepicami niejaki Panek, od którego nazwiska miejscowość ta oznaczana bywa odtąd jako Panki.⁸⁾

W aktach dawnych Sieradzkich⁹⁾ znajdujemy pod rokiem 1423 wzmianki o rudnicach w Kraszewicach, nad rzeką Oleśnicą. Od 1425 r. istnieją dwie kuźnice: Błońska i Zagrzebska, oraz jedna w Szczercowie nad rzeką Widawką. W 1427 r. powstaje rudnica w Przeczniach, a w 1418 r. w Rudzie nad Wartą.⁵⁾ W 1490 r. w Nowym Sączu są dwie kuźnice⁶⁾; wiemy też, że w XV wieku istniały kuźnice również i koło Wilna, w Rudnikach, w Sokalu i Zameczku.

Z rozmaitych nadań królewskich wynika, że zakłady żelazne egzystowały na całym obszarze Rzeczypospolitej, o czym zresztą świadczą nazwy miejscowości, jak np. Wielka Ruda, Kuźnica, Stara Huta itp. Świadczą o tym również wyraźne wzmianki ówczesnych pisarzy, np. Szymona Starowolskiego, który w swym opisie Polski pt. „Polonia” mówi: „Ferri officinae ad Vonchociam partim per sylvas et montes sparsae reperiuntur, sed praecipuae in ditione Episcopi Cracoviensis sunt”. O istnieniu zresztą zakładów żelaznych pod Wąchockiem już w wieku XVI przekonywa nas także i ten fakt, że w 1552 r. opat wąchocki Spoth nadaje Janowi Kochanowskiemu „officinam minerariam” na rzece Łącznej, we wsi „Sirchinie” — „pro fidelibus servitiis, ad tempora vitae einus... et filiorum Petri et Andreae”.⁷⁾

W 1578 r. miała istnieć w pobliżu Krynek, mniej więcej na obszarach obecnych Zakładów Starachowickich, tzw. „Minera Krzinec-

ka”, poruszana siłą trzech kół wodnych, która zatrudniała, jak podają źródła, ośmiu pracowników.⁸⁾

W XVI wieku ilość dymarek, kuźnic i młotów dochodzi do 200. W tym to wieku miały powstać za Zygmunta Augusta, ok. 1560 r., zakłady (tym razem na większą skalę) w Pankach pod Częstochową.⁹⁾ Zakłady żelazne wnoszą głównie klasztory i biskupi, duchowieństwo jest bowiem wówczas potęgą również i ekonomiczną i rozporządza bardzo znacznymi funduszami, które obraca na zakładanie obiektów przemysłowych, mających zwiększyć dochodowość posiadanych dóbr. Trzeba przecież pamiętać, że Kościół zajmuje się wówczas całkowicie tym, co dziś nazywamy opieką społeczną, higieną publiczną i służbą zdrowia (prowadzenie szpitali, schronisk, przytułków, montes pietatis, opieka nad wędrowcami), a spełnianie tych zadań, łącznie z prowadzeniem szkolnictwa, zwłaszcza zawodowego (klasztory), wymagało ogromnych środków.

Za Zygmunta III Piotr Tylicki, biskup krakowski, sprowadza Włochów, biegłych w sztuce hutniczej.¹⁰⁾ Jeden z nich, Jan Hieronim Caccia, zainicjował w kluczu dóbr Samsonowskich zakłady żelazne, m. in., fabrykę stali, z której dostarczał („przystawiał”) Zygmuntowi III, oblegającemu Smoleńsk (1612 r.), szyszaki, pancerze, broń palną („bombardae”) i inne wojenne ryzsztunki. Wzamian za te zasługi otrzymał od króla w 1613 r. przywilej, mocą którego król zabraniał wystawiać komukolwiek podobne fabryki przez lat piętnaście a stal, pochodzącą z zakładów Caccii, położonych w kluczu dóbr w Kieleckim, uwolnił od cła i podatków na lat dwadzieścia. W tymże okresie przybyli prócz wspomnianego Jana Hieronima, Wawrzyniec i Andrzej Caccia z Bergamo, Bernard Servalli, Piotr Gianotti i Jan Gibboni, z nazwiskami których związane jest powstanie szeregu kuźnic w okolicy Kielc. Sławne były pochodzące z tych kuźnic szable tzw. „Batorówki” i „Zygmuntówki”. Nie tylko zresztą cudzoziemcy zajmowali się u nas wytapianiem żelaza i jego wyrobem, lecz byli również i Polacy niemniej biegli w tej sztuce, o czym świadczy charakterystyczny fakt, że na przedmiotach żelaznych lub stalowych z tych czasów nierzadko spotyka się znamieny napis: „Non Germanus, sed Polonus me facit”.¹¹⁾

Władysław IV w dalszym ciągu otacza troskliwą opieką powyższe zakłady, obdarzając

ich właściciele nowym przywilejem, na zasadzie którego uwolnieni zostali od nader uciążliwej jurysdykcji ziemskiej, a poddani sądom królewskim i marszałkowskim, żelazo i stal natomiast, z zakładów tych pochodzące, zwolnione zostało od cła.¹²⁾ Ulgi powyższe nie miały jednak charakteru jakiegś planowej polityki gospodarczej, zmierzającej do podniesienia stanu ekonomicznego państwa, lecz zważywszy ich przypadkowość, były raczej li tylko wynagrodzeniem za czyny osobiste jednostek czy rodzin.

Poza wzmiankowanymi zakładami istnieją naówczas liczne dymarki w różnych okolicach kraju.

Pierwszy wielki piec założony został w dobrach biskupów krakowskich.¹³⁾ Nieustanne walki domowe za panowania Augusta II nie sprzyjają rozwojowi hutnictwa. Wprawdzie powstają nowe dymarki w Ogonowie, Jędrzejowie, Berezowie, Majkowie, Michałowie (1709 r.), Brodach (1721 r.) i Starej Rudzie (1721 r.)¹⁴⁾, lecz np. doskonale urządzone zakłady Samsonowskie zostają unieruchomione wskutek działań zbrojnych. Wielce zasłużeni na polu hutnictwa biskupi krakowscy nie ustają jednak w swych pracach. W 1725 r. zostaje wzniesiony wielki piec pod Siewierzem w Ząbkowicach.¹⁵⁾ W 1748 r. biskup Załuski buduje wielki piec w Parszowie i wytwórnię blachy czarnej w Berezowie, pod Suchedniowem. Biskup Sołtyk wykończa w r. 1759 wielki piec w Mostkach.¹⁶⁾ Przeor cystersów wąchockich ks. Aleksander Rupiewicz przerabia w 1798 r. dymarkę w Starachowicach na wielki piec. Budzi się powoli zainteresowanie hutnictwem u drugiej potęgi ekonomicznej ówczesnej epoki, u magnatów polskich. Kanclerz koronny Małachowski buduje w 1738 r. wielki piec w Stąporkowie, w 1750 r. wielki piec w Ruskim Brodzie i rurownię w Pomykowie, pod Końskimi, a w 1755 r. wielkie piece w Janowie, w Opoczyńskim.¹⁷⁾

Za Stanisława Augusta spotykamy się po raz pierwszy z próbą czynników państwowych, mającą na celu pobudzenie inicjatywy prywatnej.

Oto reskryptem z dnia 10 kwietnia 1782 r.¹⁸⁾ Stanisław August ustanawia Komisję Kruszcową, którą wyposaża w dotację coroczną 48 tysięcy złp., z obowiązkiem obracania tych funduszy na popieranie górnictwa i hutnictwa. Komisja Kruszcowa pojmowała powyższy obowiązek, słusznie zresztą, bardzo szeroko.

Świadczy o tym chociażby fakt, że nawet udzielała ze swego funduszu nagród za wynalazki. Gdy w kuźnicach biskupa krakowskiego w Suchedniowie prosty chłop Piotr Pająk (historia przekazała nam jego nazwisko) wynalazł sposób wytwarzania stali surowej, jaką dotąd potrafił wyrabiać tylko Solbach „magister zagraniczny”, wówczas Komisja Kruszcowa dała Pająkowi, tytułem nagrody, wielką, jak na owe czasy, a zwłaszcza dla chłopca, sumę 300 złp. i zwolniła go od pańszczyzny na zawsze.¹⁹⁾

Na rozkaz króla Jan Filip Carossi, królewski dyrektor górniczy, jak również sprowadzony z Mitawy profesor Ferber, objeżdżają Polskę, w celu wybrania miejscowości, gdzie możnaby założyć kopalnie lub fabryki żelaza. Nader ciekawe i cenne uwagi tych dwóch cudzoziemców o stanie górnictwa i hutnictwa Polski ówczesnej znajdujemy w pismach, jakie pozostawili po sobie.²⁰⁾

Król wznosi własnym kosztem wielki piec pod Brześciem Litewskim we wsi Ruda. W dobrach biskupów krakowskich, w Szalasiu pod Kielcami, wzniesiony zostaje w 1774 r. wielki piec, a w 1778 r. wykończony został nowy wielki piec w Samsonowie.

Ks. Stanisław Czartoryski buduje wielki piec w Królewcu w starostwie radoszyckim. Podkanclerzy W. Ks. Litewskiego Joachim Chreptowicz wystawia w 1765 r. wielki piec pod Grodnem, a w 1780 r. wielki piec i 3 fryszerki w Wiszniowie, w powiecie oszmiańskim. Kasztelan łukowski Jacek Jezierski funduje 8 fryszerki w Małencu, powołując do życia znane później kopalnie rudy malenieckiej, buduje wielki piec i fryszerki w Miedzioży, w powiecie opoczyńskim.²¹⁾ W 1781 r. podkanclerzy koronny Małachowski wznosi wielki piec w Antoninowie i fryszerki w Adamowie.²²⁾

Ogółem w 1782 r. były w Polsce (poza Śląskiem) 33 wielkie piece o produkcji rocznej 78.600 centn. surówki, 83 fryszerki o wytwórczości rocznej 56.140 centn. żelaza i 41 dymarek o produkcji około 4100 centn. żelaza.²³⁾ Doskonałą ilustracją do powyższych danych są uwagi wzmiankowanego już „dyrektora górniczego” Carossi’ego o zakładach żelaznych w Polsce: ²⁴⁾ „Prawdopodobnie zadziwicie się wielością tutejszych zakładów żelaznych, lecz zdziwienie Wasze będzie jeszcze większe, gdy Was zapewnię, że jest to zaledwie trzecia część istniejących w tej prowincji. Przy tym

wszystkim zużywamy w kraju nieskończenie więcej obcego żelaza, niż naszego; o ile więc mogłyby nasze fabrykaty żelazne być polepszone i pomnożone, gdybyśmy mieli nimi zaopatrzyć tylko kraj z jego wielkim zapotrzebowaniem żelaza! Ta okoliczność zasługuje pod wieloma względami na uwagę rządu".

Zresztą również i Polacy zaczynają zdradzać zainteresowanie sprawami „industrii”, o czym zdaje się świadczyć „Pismo o kopalniach krajowych do kochającego Ojczyznę” z dnia 22 grudnia 1781 r.²⁵⁾ Nieznany nam autor pisze w nim: „Ma Polska liczne rodzaje kruszców i kopalni różnego gatunku, ale, że te, oprócz industrii i pracy wymagają znacznych nakładów, więc wyjąwszy fabryki żelaza, które pomnaża w sobie, innych mineralnych robót mało bardzo widzimy po kraju”.

Za czasów Stanisława Augusta spotykamy się po raz pierwszy w dziejach hutnictwa polskiego z przedsiębiorcą w dzisiejszym tego słowa znaczeniu, a więc z przedsiębiorcą, mającym na celu przede wszystkim zysk, płynący z odnośnej gałęzi wytwórczości. Tym przedsiębiorcą, niejako poprzednikiem Steinkellera i Łubińskiego, był Ferdynand Ludwik Harrsch.

Dziwne jest doprawdy, że badacze dziejów gospodarczych epoki Stanisławowskiej zignorowali jego działalność w dziedzinie hutnictwa, o której świadczą nader cenne i interesujące dokumenty, które znajdowały się w Muzeum XX. Czarotoryskich w Krakowie.²⁶⁾ Harrsch był to człowiek zadziwiającej rzutkości i inicjatywy. Bogactwo pomysłów, opracowywanych do najdrobniejszych szczegółów, łączyło się u niego ze zmysłem, możnaby dziś powiedzieć, czysto kapitalistycznym, który go wyróżnia, który sprawia że jego osobistość wprost odcina się od tła ówczesnej epoki, stojącej jeszcze na przelomie gospodarki naturalnej i pieniężnej. Stosunkowo drobne rezultaty żywej działalności Harrscha należy, naszym zdaniem, wytłumaczyć tym, że człowiek ten wyrastał ponad epokę, w której żył i w której atmosferze poprostu się dusił, gdyż pierwotne formy ówczesnej gospodarki pieniężnej, jak również umysłowość współczesnych, nie pozwoliły mu skutecznie wszystkich jego zamierzeń. Z rękopisów, przechowywanych w Muzeum XX. Czarotoryskich w Krakowie, widzimy, że Harrsch parokrotnie usiłował wzbudzić zainteresowanie wytwórczością żelaza panów polskich (np. Moszyńskiego),

lecz bezskutecznie. Niezrażony tym jednak zaofiarował swe usługi znanemu pionierowi hutnictwa w Polsce kasztelanowi Jezierskiemu, który w rzeczy samej założył wkrótce potem fabrykę kos i stali w Trzciance.

Zachęcony tym powodzeniem, przesyła Harrsch królowi „Projekt y Uwagi nad ustanowieniem Kompanij do szukania i odkrycia znajdujących się w Polsce kruszców i założenia z tychże kruszców rozmaitych w kraju Fabryk”.²⁷⁾

W dwa lata potem, bo 26 stycznia 1783 r. składa Harrsch Stanisławowi Augustowi nowy memoriał, w którym proponuje mu założenie fabryki stali i kos w „Ekonomii Brzeskiej”, podkreślając bardzo silnie moment zysku. We wzmiankowanym memoriale udowadnia królowi, że w razie założenia podobnej fabryki będzie ona produkowała znacznie taniej, bo o 9 groszy polskich na kosie mniej, niż analogiczna fabryka kasztelana Jezierskiego, dla której trzeba kupować i sprowadzać żelazo, drzewo i węgiel. W memoriale tym mamy ściśle rachunkowe obliczenie opłacalności planowanego przedsiębiorstwa. Mimo to jednak, że koszty własne wytwórczości miały być w nim niższe o 9 groszy na kosie, a więc o 33,5%, niż w zakładzie kasztelana Jezierskiego, król nie zgodził się na powyższy projekt i fabryka nie powstała.

Jak wynika z rejestrów ówczesnych komór celnych, krajowa produkcja nie pokrywała zapotrzebowania na żelazo w Polsce, wskutek czego import żelaza był dość znaczny. Do 1769 r. przywożono rocznie ok. 12 tysięcy centn. żelaza szwedzkiego przez Gdańsk. Z chwilą jednak wprowadzenia wybitnie protekcyjnych ceł pruskich import żelaza szwedzkiego zmniejsza się na korzyść pruskiego. Przywożono też do Polski żelazo z Węgier, w postaci ćwieków i gwoździ, w ilości około 2 tysięcy centn. rocznie. Nawet z Rosji sprowadzano żelazo na Litwę, lecz w niewielkich ilościach, bo zaledwie 800 centn. rocznie. Z drugiej strony są ślady, że Polska eksportowała do Rosji gotowe wyroby żelazne i stalowe. Zdaje się na to wskazywać w swych pismach Harrsch, który w jednym z listów wyraźnie wspomina, że znany w branży żelaznej warszawski kupiec Rafałowicz w 1783 r. przyznał się kasztelanowi Jezierskiemu, że przed dwoma laty wysłał do Rosji 30.000 kos.²⁸⁾

Jak oblicza w swej pracy ks. Osiński, wprowadzono do Polski przedrozbiorowej corocznie żelaza mniej więcej za 27 tysięcy złp.²⁹⁾

Znamienną cechą w dziejach hutnictwa polskiego w dobie przedrozbiorowej jest okoliczność, że hutnictwo żelazne nie rozwijało się na naszych ziemiach tak, jak w innych krajach, mimo, że miało w tym okresie wszelkie naturalne warunki po temu: niezmiernie bogactwa leśne, obfitość łatwotopliwych rud darniowych, syderytów i sferosyderytów.

Przyczyną tego była zapewne zbyt jednostronna polityka gospodarcza warstwy rządzącej, która popierała tylko rolnictwo, obarczając znacznymi ciężarami handel i przemysł. Rudnice, oprócz dzierżawy lub innych opłat, opłacanych staroście lub królowi, obciążano podatkami już za Kazimierza Jagiellończyka. W 1472 r. sejm w Korczynie (feria 3 proxima post Francisci 1472) uchwalił pobieranie opłaty tzw. „wiardunku” (contributio fertonum), czyli 12 groszy ówczesnych „item de cudinis minerarum alias z rud, a qualibet rota solvatur per fertonem”.³⁰⁾

Za Zygmunta I sejm bydgoski, ustanawiając podatek pogłówny, wyraźnie obciążył nim i hutnictwo: „minerales alias rudnicy solvent a capite et officina per unum florenum, uxores et pueri eorum per grossos sex”.

Nakładano na zakłady żelazne również i daniny specjalne, np. sejm w Piotrkowie (za Zygmunta Augusta) w 1552 r. postanowił pobierać podatek od każdego koła (wodnego), utrzymującego w ruchu fabrykę żelaza, po „wiardunku” czyli „fertonie” (tj. 12 groszy), w słowach następujących: „Minerariae officinae ferrum facientes et serraie hereditariae ex singulis rotis per fertonem, annuales autem officinae et similiter annuales serraie, hoc est locatae seu conductitiae a qualibet rota per sex grossos pro una rata solvent et contribuent”.³¹⁾

Za Zygmunta Augusta, na sejmie warszawskim w 1563 r., zastrzeżono wykup zakładów żelaznych przez starostów, słowami: „Wóytostwa, sołtystwa, rudy, kuźnice y młyny nadane przez Króla y dające trzecią miarkę staroście mają być do wykupienia, gdzieby dożywocie nie zakroczyło wedle ich dawnych przywilejów y oryginałów”.³²⁾

W 1580 r. i 1581 r. za Stefana Batorego, oraz za Zygmunta III w 1588 r. i następnych,

uchwalono pobieranie od każdego koła rudnicznego po 2 złp.

Gdy weźmiemy pod uwagę, z jednej strony powyższe obciążenie podatkowe, możliwość przymusowego wykupu zakładu tak, jak jakiegoś sołectwa, a z drugiej strony systematyczne uwalnianie od podatków warstwy szlacheckiej i obdarzanie jej przywilejem bezcłowego przywozu towarów z zagranicy, a więc i wyrobów żelaznych, zrozumiemy dlaczego hutnictwo żelazne w Polsce przedrozbiorowej nie rozwinęło się należycie.

W tych warunkach zrozumiałe jest, że tylko bogate duchowieństwo mogło ważyć się na zakładanie rudnic, wielkich pieców czy fryszerek, nawet bowiem możni starostowie niegrodowi, otrzymujący starostwa, jako „panis bene merentium”, zazwyczaj w dożywocie, nie chcieli w nich robić poważniejszych wkładów pieniężnych, jakich wymagało, bądź co bądź, zbudowanie zakładu żelaznego.

Takie lekceważenie interesów krajowego przemysłu przez sfery rządzące trwało do czasów Stanisława Augusta. Za sprawą tego światłego monarchy następuje zmiana w poglądach na znaczenie przemysłu i handlu. Jedną z oznak dokonywanej się ewolucji pojęć było pozbawienie szlachty przywileju bezcłowego przywozu towarów zagranicznych. Jak już zaznaczaliśmy powyżej, po raz pierwszy państwo wkracza w tym okresie w dziedzinę przemysłu, starając się pobudzić inicjatywę prywatną. Za przykładem króla magnaci poczynają budować najprzeróżniejsze fabryki. Brak jednak było jeszcze programu gospodarczego, programu, który mógłby powstać jedynie na podłożu tradycji konsekwentnej polityki ekonomicznej państwa.

Dlatego też poczynania przemysłowe, jakie obserwujemy u schyłku Rzeczypospolitej, wskazują, że zakładano fabryki, bo to było wówczas poprostu modne. Czynił to król, czynili ministrowie i wielcy panowie polscy. Świadczy o tym fakt, że wtedy, gdy najbardziej palące potrzeby państwa zaspokajano zagranicą, gdy żelazo i broń przywożono z Prus, armaty ze Szwecji, u nas nieliczni tylko wznoszą konieczne dla Polski zakłady żelazne, a natomiast olbrzymia większość tych przemysłowych wysiłków idzie w kierunku wręcz innym. Król zakłada fabrykę fajansu w Warszawie, Tyzenhaus wytwórnę powozów, Czartoryski buduje fabrykę porcelany,

Radziwiłłowie fabrykę luster, Ogiński wyrabia dywany, Bieliński szkła kolorowe (na wzór czeskich), Potocki muśliny i chustki indyjskie, Sapieha atłasy i jedwabie, Plater aksamity i adamaszki.³³⁾

LITERATURA

¹⁾ Długosz Jan: „Annales seu cronicae incliti regni Poloniae opera”. Libro 2. Wyd. z 1615 r. Anno 1025, str. 175: „Boleslaus dotavit Ecclesias, attribuens eis praedia et castra cum pertinentiis earum... scilicet ferri, plumbi, salis et argenti sine exceptione, auri vero cum exceptione”.

²⁾ Tadeusz Czacki: „O litewskich i polskich prawach”. R. 1800. Tom. 2. S. 193.

³⁾ J. Kołaczkowski: „Wiadomości dotyczące się przemysłu i sztuki w dawnej Polsce”. Str. 271.

⁴⁾ Archiwum Państwowe w Piotrkowie.

⁵⁾ H. Łabędzki: „Górnictwo w Polsce”. Warszawa 1841. Str. 314 i nast.

⁶⁾ Szczęsny Morawski: „Sądęcczyzna za Jagiellonów”.

⁷⁾ Stanisław Windakiewicz: „Nieznane szczegóły o rodzinie Kochanowskich” („Prace Filologiczne”). Tom I, str. 220.

⁸⁾ „Société des Etablissements Minières de Starachowice, S. A.” Warszawa, 1926. Str. 2 i nast.

⁹⁾ Rybarski R.: „Handel i polityka Polski w XVI stuleciu. Tom I, str. 181 i Tom II, str. 371 i nast.

¹⁰⁾ Ks. Siarczyński: „Obraz wieku panowania Zygmunta III”. Tom II, str. 126 i nast.

¹¹⁾ H. Radziszewski: „Zarys rozwoju przemysłu w Królestwie Polskim”, „Ekonomista”, 1908, Tom II, str. 287.

¹²⁾ Przywilej z 1623 r. „oblatowany w Aktach Sądu Grodu Checińskiego w poniedziałek po niedzieli drugiej po Wielkiej Nocy”.

¹³⁾ Ks. J. Osieński: „Nauka o rudach”, str. 116, 143 i nast.

¹⁴⁾ H. Łabędzki: „Górnictwo w Polsce”.

¹⁵⁾ Ibidem, str. 325.

¹⁶⁾ Ks. J. Osieński: „Opisanie polskich żelaza fabryk”... Warszawa 1782, str. 45.

¹⁷⁾ Ks. J. Osieński l. c., str. 54.

¹⁸⁾ Reskrypt ten znajduje się in extenso w cytowanym dziele ks. Osieńskiego, str. 27—30.

¹⁹⁾ J. Kołaczkowski l. c., str. 322.

²⁰⁾ Ferber: Relation von der ihm aufgetragenen mineralogischen, berg- und hüttenmännischen Reise durch einige polnische Provinzen; hrsg. nach dessen Tode vom Bergrath Voigt. — Carossi Johann Philipp: Reisen durch verschiedene polnische Provinzen mineralogischen und anderen Inhalts. Obie te książki są unikatami.

²¹⁾ H. Radziszewski l. c., str. 320.

²²⁾ H. Łabędzki l. c. str. 326/7.

²³⁾ Ks. J. Osieński l. c., str. 45.

²⁴⁾ Carossi l. c. Bd. I, str. 18.

²⁵⁾ Muzeum XX. Czartoryskich w Krakowie. Rękopisy nr 965. „Papiery solne, górnicze, tabaczne, teatru et muzyki za Stanisława Augusta”.

²⁶⁾ Ibidem.

²⁷⁾ Muzeum XX. Czartoryskich w Krakowie. Rękopisy nr 965. Vide: „Refléxions systématiques sur quelques nouvelles fabriques et sociétés établies en Pologne”.

²⁸⁾ Muzeum XX. Czartoryskich w Krakowie. Rękopisy nr 965.

²⁹⁾ Ks. J. Osieński l. c., str. 64/5.

³⁰⁾ J. W. Bandtke: „Jus Polonicum”, str. 311.

³¹⁾ Kontrybucja Generalna. Vol. Legum. 11. Fol. 603 (wyd. XX. Pijarów, Petersburg).

³²⁾ Volumina Legum. 2. Fol. 640. Pisownia zachowana zgodnie z oryginałem.

³³⁾ Por. Ludwik Kubala: „Handel i Przemysł za czasów Stanisława Augusta”. Kraków 1872, oraz Tadeusz Korzon: „Wewnętrzne dzieje Polski za Stanisława Augusta”.

STATYSTYKA

A. HUTNICTWO ŻELAZNE.

w tonach

Wytórczość

Działy	Rok 1945		R o k 1946				Ogółem (styczeń- sierpień)
	I półr.	sierpień	I kw.	II kw.	lipiec	sierpień	
I. Koks	*	50 275	216 829	228 197	78 634	82 379	606 039
II. Surówka							
Surówka martenowska	30 698	26 976	148 105	162 123	53 069	54 658	417 955
" odlewnicza	2 135	2 080	4 480	18 927	7 392	1 519	32 318
" hematytowa	—	—	2 700	4 453	1 652	7 330	16 135
" zwierciadlista	—	—	3 630	1 775	1 635	735	7 775
" fosforowa	—	—	—	—	—	579	579
Ferrostopy	—	—	2 993	3 455	655	1 010	8 113
Razem	32 833	29 056	161 908	190 733	64 403	65 831	482 875
III. Stal							
Wlewki	88 199	60 047	280 139	296 734	102 652	95 878	775 403
Odlewy stalowe	2 171	1 109	3 457	5 154	1 823	1 804	12 238
Razem	90 370	61 156	283 596	301 888	104 475	97 682	787 641
IV. Wyroby walcowane							
Półwytwór 1) w obrocie między- hutniczym	7 174	9 961	52 870	50 077	15 005	(15 859)	135 764
" 2) dla działów przetwórczych						1 203	
" 3) dla obcych (poza hutn.)						750	
Szyny wraz z akcesoriami	11 310	6 563	34 980	33 036	8 208	13 569	89 793
Żelazo kształtowe i szerokostopowe pow. 80 m/m.	3 840	6 509	15 156	25 652	8 932	5 964	55 704
Żelazo prętowe i uniwersalne	26 078	10 512	47 464	49 448	13 559	15 848	126 319
Żelazo na drut (walcówka)	5 011	3 084	18 049	12 451	5 519	7 002	43 021
Taśmy walcowane na gorąco	698	1 519	6 133	6 812	2 279	2 757	17 981
Blachy	8 747	5 927	35 445	37 711	15 262	14 804	103 222
Stal we wszelkich gatunkach	2 227	1 036	8 898	7 636	2 920	3 185	22 639
Rury walcowane bez szwu	2 873	3 300	15 276	12 740	3 770	2 997	34 783
Razem 1)	60 784	38 470	181 401	185 486	60 449	68 079	495 415
V. Rury spawane i ciągnięte							
Rury spawane	34	127	1 693	885	742	371	3 691
Rury spawane (Ferrum)	122	—	581	90	12	63	746
Rury ciągnięte	226	154	2 384	2 514	621	873	6 392
Łączniki do rur	66	8	49	50	33	26	158
Razem	448	289	4 707	3 539	1 408	1 333	10 987
VI. Wyroby kute i prasowane							
Zestawy kołowe i ich części	738	1 213	14 023	12 250	3 914	3 750	33 937
Odkówki	1 754	891	2 470	3 694	1 260	1 246	8 670
Razem	2 492	2 104	16 493	15 944	5 174	4 996	42 607
VII. Wyroby działu przetwórczego							
Wytwory zimno walcowane i ciągnięte	632	850	5 071	6 834	2 550	2 646	17 101
Różne wyroby z blachy i blacha ocynkowana	2 239	1 934	6 157	7 476	2 099	2 541	18 273
Różne wyroby z drutu	338	253	766	740	284	354	2 144
Konstrukcje, maszyny i urządzenia i inne wyroby	2 866	1 682	9 648	9 552	2 710	3 438	25 348
Razem	6 075	4 719	21 642	24 602	7 643	8 979	62 866
VIII. Odlewy żeliwne							
Razem	1 720	1 389	9 291	10 270	3 855	4 074	27 490

1) Wyroby walcowane gotowe (począwszy od sierpnia 1946 r.) łącznie z półwytworem dla dz. przetwórczych i dla obcych (bez półwytw. w obrocie międzyhutniczym).

Liczba czynnych pieców

Wyszczególnienie ¹⁾	1 9 4 5			R o k 1 9 4 6											
	sierpień			maj			czerwiec			lipiec			sierpień ²⁾		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Wielkie piece	7	7	—	14	12	2	14	12	2	13	12	1	13	12	1
Piece martenowskie	23	21	2	38	32	6	41	34	7	40	34	6	41	35	6
Piece elektryczne	7	7	—	15	8	7	14	7	7	16	9	7	17	10	7

¹⁾ Liczby w rubr. a) dla całej Polski, w rubr. b) dla woj. Śląsko-Dąbr., c) dla pozostałych wojew.

²⁾ Pozarym czynny 1 w. piec w Zakł. Starachowickich.

Zatrudnienie

(Stan w końcu miesiąca)

Wyszczególnienie	1 9 4 5			R o k 1 9 4 6					
	sierpień			maj		czerwiec		lipiec	sierpień
Ogółem	49 014			69 838		71 967		73 828	75 827
w tym fizycznych	43 652			62 960		64 817		66 263	67 981
„ umysłowych	5 362			6 878		7 150		7 565	7 846

B. KOPALNICTWO RUD.

w tonach

Wytwórczość

Wyszczególnienie	Rok 1945		R o k 1 9 4 6				
	II kw.	sierpień	I kw.	II kw.	lipiec	sierpień	Ogółem (stycz. - sierpień)
Ogółem wydobyto	7 945	11 752	83 730	99 901	42 362	42 253	268 246
w tym rudy ilastej i utlen.	7 045	4 339	60 577	70 281	29 461	29 363	189 682
„ rudy brunatnej		6 459	8 742	11 282	3 324	3 216	26 564
„ rudy darniowej	—	—	3 470	6 210	5 010	5 120	19 810
„ rudy pirytowej	900	954	6 965	6 824	2 414	2 489	18 692
„ magnetytu	—	—	3 976	5 304	2 153	2 065	13 498

Liczba czynnych zakładów

Rejony	Ogółem kopalń	R o k 1 9 4 6			
		w t y m w r u c h u			
		maj	czerwiec	lipiec	sierpień
Ogółem	25	20	20	20	18
Konopiska (podrejon)	8	5	5	5	5
Borek	8	7	7	7	6
Staropolski	7	7	7	7	6
Dolno-Śląski	2	1	1	1	1

Zatrudnienie

(Stan w końcu miesiąca)

Wyszczególnienie	1 9 4 5			R o k 1 9 4 6					
	sierpień			maj		czerwiec		lipiec	sierpień
Ogółem	2 630			5 582		5 829		5 915	6 090
w tym fizycznych	2 534			5 275		5 499		5 548	5 710
„ umysłowych	96			307		330		367	380

C. HUTNICTWO CYNKOWE.

w tonach

Wytwórczość

Wyszczególnienie	Rok 1945		Rok 1946				Ogółem (stycz.- sierpień)
	I półr.	sierpień	I kw.	II kw.	lipiec	sierpień	
1. Kopalnie:							
Wydobyto rudy blen dowej	50 758	21 403	104 639	125 608	46 842	51 678	328 767
Wydobyto rudy gal- manowej	6 776	4 560	19 317	23 996	9 290	9 186	61 789
2. Zakłady wzbogacania:							
blenda	9 361	4 112	19 454	20 238	7 423	8 644	55 759
galena	743	304	1 802	1 893	764	957	5 416
galman	5 859	3 760	16 571	19 503	7 313	6 918	50 305
3. Huty tlenku cynku:							
tlenek spiekany	3 968	1 557	6 678	7 046	2 436	2 354	18 514
4. Prażalnie:							
blenda prażona i spiekana	11 259	5 087	14 615	16 938	6 017	6 394	43 964
piryt prażony	—	—	6 926	10 393	4 056	3 773	25 148
kwas siarkowy 50° Bé	6 653	8 081	25 799	38 501	14 622	14 340	93 262
siarka	1 406	—	1 395	1 560	549	638	4 142
5. Huty cynku:							
cynk surowy	10 013	3 147	10 978	11 003	3 935	3 941	29 857
cynk elektrolityczny	2 625	641	1 537	1 772	1 188	1 209	5 706
6. Walcownie cynku:							
blacha cynkowa	2 047	1 178	5 633	6 322	2 518	2 709	17 182
7. Huta ołowiu:							
ołów handlowy	2 099	648	2 074	2 119	708	756	5 657
glejta	47	—	—	179	90	115	384
minia	32	—	51	267	95	68	481
blacha ołowiana	71	44	188	107	130	87	512
inne wyroby	16	12	106	101	56	37	300
8. Zakłady kadmu							
kadm	—	1,75	27,5	28,6	9,1	6,7	71,9

Liczba czynnych zakładów

Wyszczególnienie	1945	Rok 1946			
	sierpień	maj	czerwiec	lipiec	sierpień
Kopalnie rud	3	4	4	4	4
Zakłady przeróbki mechanicznej	2	2	2	3	3
Huty tlenku cynku	—	2	2	2	2
Prażalnie	5	6	6	6	6
Huty cynku i ołowiu*)	5	6	6	6	6
ilość pieców w ruchu	22	25	28	28	28
ilość system. elektrolit.	1	1	1	1	2
Walcownie cynku	3	3	3	3	4
Zakłady kadmu	1	2	2	2	1

*) w tym 1 huta ołowiu

Zatrudnienie
(Stan w końcu miesiąca)

Wyszczególnienie	1945	Rok 1946			
	sierpień	maj	czerwiec	lipiec	sierpień
Ogółem	9 559	11 179	11 423	11 858	12 117
w tym fizycznych	8 403	9 813	10 016	10 458	10 687
umysłowych	1 156	1 366	1 407	1 400	1 430

D. MATERIAŁY OGNIOTRWAŁE.

1946

	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień
Wytwórczość (w tonach)								
Kopaliny	7 215	6 300	9 447	11 598	11 437	10 660	13 243	13 284
Szamot	3 827	3 834	4 946	5 144	5 406	5 804	7 535	8 504
Dynas	1 197	1 062	1 502	1 685	1 843	2 014	2 344	2 538
Magnezyt	278	307	575	424	514	508	389	412
Grafit	3	5	5	3	3	4	3	4
Boksyt	220	—	—	—	4	—	—	—
Zaprawy i mieliwo	1 723	1 531	1 690	2 409	2 989	1 471	2 543	2 719
Magnezyt prażony	171	192	225	222	229	226	519	661
Różne	549	709	605	742	660	1 619	1 108	1 330
Liczba czynnych zakładów	16	16	18	18	17	18	18	18
Zatrudnienie (Stan w końcu miesiąca)								
Ogółem	3 426	3 698	3 991	4 333	4 835	4 551	4 870	5 185
w tym fizycznych	3 130	3 366	3 633	3 800	4 247	3 928	4 210	4 479
„ umysłowych	296	332	358	533	588	623	660	706

E. TOPNIKI.

1946

	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień
Wytwórczość (w tonach)								
Dolomit surowy	22 469	15 811	19 277	17 886	10 552	8 695	11 180	10 385
„ palony	481	344	464	469	453	449	524	497
Kamień wapienny	13 105	11 968	13 291	13 443	13 350	9 574	10 458	13 143
Wapno palone	4 724	4 504	5 422	5 750	6 478	7 123	6 228	6 823
Liczba czynnych zakładów	14	14	14	14	15	14	14	14
Zatrudnienie (Stan w końcu miesiąca)								
Ogółem	1 311	1 304	1 267	1 288	1 198	1 240	1 286	1 289
w tym fizycznych	1 227	1 210	1 172	1 185	1 091	1 131	1 160	1 162
„ umysłowych	84	94	95	103	107	109	126	127