

# PRZEMYSŁ CHEMICZNY

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM POLSKIEGO PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO, WYDAWANY STARANIEM INSTYTUTU BADAŃ NAUKOWYCH I TECHNICZNYCH „METAN” WE LWOWIE, Z ZASIŁKIEM MINISTERSTWA WYZNAŃ RELIG. I OŚWIEC. PUBL.

---

NR. 4.

LWÓW, KWIECIEŃ 1922.

ROCZNIK VI.

---

REDAKTOR: PROF. DR KAZIMIERZ KLING

---

TREŚĆ: Nr. 4: Prof. Ignacy Mościcki: Bezpośrednie wytapianie kujnego żelaza z rudy podług metody Basset'a, str. 73. — Dział sprawozdawczy, str. 81. — Z ruchu wydawniczego, str. 88. — Z towarzystw naukowych i zawodowych, str. 90. — Wiadomości bieżące, str. 92. — Zestawienie produkcji gazu ziemnego w zagłębiu Borysławsko-Tustanowickiem za rok 1921, str. 94.

---

PROF. IGNACY MOŚCICKI.

## BEZPOŚREDNIE WYTAPIANIE KUJNEGO ŻELAZA Z RUDY PODLUG METODY BASSET'A.

Jesteśmy obecnie świadkami bardzo pocieszającego dla nas objawu, który dowodzi, że w sojuszniczej Francji okres powojenny wykazuje coraz bardziej rosnący postęp w zakresie wielkiego przemysłu. Jeszcze nie przebrzmiał tryumf wielkiego fizyka francuskiego Claude'a, który opracował bezpośrednią syntezę amonjaku przy zastosowaniu nadzwyczaj wysokich ciśnień (1000 atmosfer), kiedy dochodzą wieści o nowym tryumfie technologicznej wiedzy francuskiej, z dziedziny jeszcze ważniejszej, bo dotyczącej największej i najdonioślejszej gałęzi przemysłu, mianowicie hutnictwa żelaza.

Celem niniejszego referatu jest omówienie nowej metody bezpośredniego wytapiania kujnego żelaza z rudy, z pominięciem wytwarzania surowca w wielkich piecach. Referat ten opiera się na krótkim artykule E. H. Weiss'a z czasopisma francuskiego, nadesłanego mi przez wybitnego francuskiego technologa p. René Moritz'a. Artykuł wspomniany p. t. „La production directe de l'acier” przedstawia pierwszą instalację wytapiania żelaza kujnego w Dennemont podług metody Basset'a. Jakkolwiek ta publikacja jest

utrzymana w formie popularnej, to jednak dotyczy ona tak prostego rozwiązania tego wielkiego problemu, że już na tej podstawie można z całą pewnością wyrazić zdanie o wielkiej wartości tej nowości.

Metoda Basset'a polega na zastosowaniu wielkiego pieca obrotowego w rodzaju znanych pieców cementowych. I w tym przypadku dla wytworzenia wysokiej temperatury używa się płomienia zasilanego pyłem węglowym, z tą jednak różnicą, że doprowadzane do niego powietrze podgrzewa się poprzednio po usunięciu wilgoci zapomocą wymrożenia do  $1000^{\circ}\text{C}$ , co nie jest zresztą komplikującą nowością albowiem powietrze wprowadzane do wielkich pieców ma równie wysoką temperaturę. Sama nowość w tem miejscu metody polega na tem, że doprowadzane powietrze tak się reguluje, aby gazy spalania, wytwarzane w płomieniu zawierały obok azotu tylko tlenek węgla. Nowość ta zdawałoby się nie może nikomu zaimponować, bo przecież chcąc mieć prawdziwie redukcyjne gazy, łatwo byłoby przyjść do tego rozwiązania; jednak biorąc pod uwagę fakt, że ciepło spalania węgla tylko do  $\text{CO}$  stanowi zaledwie małą część (mniej niż  $\frac{1}{3}$ ) ciepła uzyskiwanego przy całkowitem spalaniu na  $\text{CO}_2$ , pomysł taki nie łatwo mógłby się nasunąć technologowi w wypadku, gdzie chodzi o uzyskanie w płomieniu bardzo wysokiej temperatury. To też nic dziwnego, że w pierwszej chwili nasunęło się niedowierzanie i piszącemu te słowa, czy przy takim ograniczonym spalaniu węgla jest się w stanie otrzymać w płomieniu dostatecznie wysoką temperaturę. Po przeliczeniu okazało się, że w wymienionych warunkach temperatura płomienia może być rzeczywiście utrzymywaną na wysokości około  $2000^{\circ}\text{C}$ , tak, jak to w artykule Weiss'a jest zaznaczone. Mógłby jeszcze mieć ktoś pewne wątpliwości, czy da się w takim płomieniu związać bez reszty cały tlen powietrza. Pytanie takie ma zupełnie słuszne podstawy albowiem w zwyczajnym płomieniu gazowym, przy doprowadzeniu teoretycznie potrzebnej ilości powietrza, nie można tlenu związać całkowicie. Mojem zdaniem, wystarczy w przypadku płomienia pyłu węglowego stosować mały nadmiar samego węgla, żeby z całą pewnością oczekiwać całkowitego związania tlenu, do  $\text{CO}$ , a to dlatego, że ten mały nadmiar pyłu węglowego w płomieniu przedstawia wielką powierzchnię ogrzaną do wysokiej temperatury i na niej musi przebiegać reakcja spalania powierzchniowego do końca. Takiego samego doświadczenia z płomieniem gazowym nie możnaby tak łatwo wykonać.

Dalszym ważnym czynnikiem w metodzie Basset'a jest sposób doprowadzania mieszaniny rudy, topników i węgla w stanie sproszkowanym do pieca obrotowego na jego przeciwnym końcu w przeciwnym kierunku do gorących gazów wytwarzanych w płomieniu węglowym. W tem miejscu mamy znowu do czynienia z bardzo ważną nowością, którą jest to, że węgla do przeprowadzania bezpośredniej redukcji rudy wprowadza się tylko tyle, ile wymaga jedynie sama reakcja bezpośredniej redukcji tlenku żelaza. Znaczą



to, że dla redukcji domieszek takich, jak krzemionka, kwas fosforowy, a nawet i tlenki manganu nie wprowadza się węgla redukcyjnego, dzięki czemu te składniki nie ulegając redukcji przechodzą całkowicie do żużla, nie zanieczyszczając żelaza krzemem, fosforem, manganem i t. p. Do związania siarki służy w tym systemie, podobnie jak w dotychczasowym obecność odpowiednio dużych ilości zasadowego topnika; wobec znacznie wyższej temperatury, jaka tu panuje, jest to tem bardziej ułatwione, że wyższy punkt topliwości żużla, nie stanowi tutaj przeszkody. Wskutek tego w tym końcu pieca obrotowego, w którym znajduje się palnik, może wylewać się miękkie nienawęglone i wolne od zanieczyszczeń żelazo kujne wraz ze stopionym i łatwo dzięki wyższej temperaturze płynnym żużlem. Mięszanina ta spływa do odpowiedniej komory, gdzie następuje na zasadzie różnic ciężaru gatunkowego oddzielenie metalu od żużla. Zapomocą spustów umieszczonych na różnych wysokościach można perjodycznie odbierać oddzielnie oba produkty. Żelazo odlewa się w odpowiednie formy, a stąd po skrzepnięciu może iść do mechanicznej przeróbki, odkuwania, walcowania i t. p. W razie zaś potrzeby może takie żelazo płynne, celem ulepszenia, iść do pieców Martin'a, czy też elektrycznych dla produkcji stali. Warto nawiasowo nadmienić, że specjalnie tu nadawałaby się taka kombinacja metody Basset'a z ewentualną dalszą przeróbką w piecach elektrycznych, gdyż proces samego świeżenia jest w tym wypadku zbędny. Oczywiście przez stosowne nawęglanie można z żelaza Basset'owskiego produkować oprócz stali wyborowej także surowiec odlewniczy.

W artykule Weiss'a jest powiedziane, że gazy z pieca obrotowego zawierające bardzo wysoki procent tlenu węgla wychodzą z temperaturą  $1000^{\circ}$  do  $1100^{\circ}$  C. Pewna część tych gazów po spaleniu daje zupełnie wystarczającą ilość ciepła do podgrzania na  $1000^{\circ}$  C powietrza zasilającego palnik pieca obrotowego. Druga część gazów wylotowych może być stosowana do innych celów, podobnie jak to zachodzi przy gazach wielkopieczowych.

Już na podstawie powiedzianego jest oczywistem, że metoda Basset'a ma wyższość nad metodą polegającą na użyciu wielkich pieców, bo pozwala produkować bezpośrednio kujne żelazo, stosunkowo czyste i prawie bez strat samej rudy, gdyż reakcję redukcji można utrzymywać prawie na samej granicy postawionej przez teorię (otrzymuje się 99% żelaza teoretycznej zawartości rudy). Znaczy to, że do żużla w tym przypadku mogą przechodzić dowolnie małe ilości rudy. Takich rezultatów w wielkim piecu osiągnąć nie podobna, albowiem tam surowiec właśnie już wytworzony dostaje się do sfery silnie utleniającej, jaką jest górna część kotliny pieca, do której przez dysze włacza się powietrze. O produkcji kujnego żelaza w piecu wielkim z innych względów, jak n. p. z powodu zasilania pieca oddzielnymi nabojami rudy, topników i koksu w formie nierozdrobionej i to przy wykluczeniu

możności dalszego wymieszania, nie podobna marzyć. Natomiast w piecu Basset'a mianowicie tam, gdzie mamy już zredukowane żelazo, panuje w zupełności atmosfera redukcyjna, wykluczająca powrotne utlenienie żelaza, bo nawet para wodna, która powstawać musi przy spaleniu zawartych w węglu związków wodorowych musi, mojem zdaniem, uleść rozkładowi już na powierzchniach żarzącego się pyłu węglowego w płomieniu, a tem samem nie może stanowić czynnika utleniającego dla żelaza. Wprowadzanie zaś rudy topników i węgla w formie sproszkowanej oraz dalsze mieszanie się tych składników w czasie przesuwania się ich ku niższemu końcowi pieca obrotowego umożliwia takie regulowanie ilości węgla, aby produkt gotowy nie zawierał szkodliwych domieszek, przy jednoczesnem całkowitem wykorzystaniu rudy żelaznej.

Dalszą i może najdonioślejszą korzyścią metody Basset'a jest ekonomja w zużyciu paliwa. Kiedy przy produkcji wielkopiecowej na tonę wyprodukowanego surowca potrzeba 1100 i więcej *kg* doskonałego koksu hutniczego, to tutaj tona wyprodukowanego kujnego żelaza zużywa zaledwie 600 *kg* zwyczajnego węgla chudego, wliczając w to zarówno węgiel spalony w palniku, jak i użyty do redukcji rudy. Jak widzimy jest to ekonomja wprost nadzwyczajna pomimo, że gazy wylotowe w tym przypadku opuszczają piec z temperaturą około 1000° C. Możnaby oczekiwać pytania, czemu należy przypisać tak nadzwyczajne zmniejszenie ilości paliwa. Wiadomo przecież, że hutnictwo wielkopiecowe jest już tak dokładnie teoretycznie i praktycznie opracowane, iż straty ciepła spowodowane promieniowaniem są tam minimalne. Na to pytanie artykuł Weiss'a nie odpowiada, bo jak wspomniano ma on charakter popularnej i nawet niezupełnie fachowej publikacji. Wystarczy jednak przedstawić sobie obraz całego procesu Basset'a, żeby na to pytanie znaleźć odpowiedź. Otóż w tym procesie stwarza się najdoskonalwsze warunki, przy których t. zw. pośrednia redukcja może przebiegać w najszerzych rozmiarach. Powierzchnie zetknięcia sproszkowanej rudy i gazów zawierających duży procent *CO* są tu bardzo duże, dzięki czemu w wyższej części pieca obrotowego, gdzie temperatura materiału redukowanego nie jest wysoka (około 500—800° C) zachodzi bardzo energiczna redukcja za pomocą tlenku węgla, przy jednoczesnem powstawaniu *CO*<sub>2</sub> i to właśnie zjawisko powoduje ową, wielką ekonomję cieplną. W wielkim piecu warunków do tak daleko idącej redukcji pośredniej niema, bo brak tych dużych powierzchni zetknięcia atmosfery redukcyjnej i rudy, którą wprowadza się tam w większych skupieniach. Z powyższych względów należy przypuszczać, że regulowanie dodawania węgla do sproszkowanej rudy i topników musi się odbywać w sposób eksperymentalny, na podstawie analizy gotowego żelaza i żużla. Wypośrodkowanie potrzebnej ilości węgla, może nastąpić bardzo szybko, albowiem ruda wprowadzana do pieca już po kilku godzinach wpływa w drugim końcu w postaci żelaza. Ilość węgla, którą trzeba wprowa-



dzać z rudą musi być zatem znacznie mniejsza, aniżeli wypada z wyliczenia na podstawie równania reakcji redukcji bezpośredniej, gdyż duża część tlenu rudy wiąże się zapomocą tlenku węgla, spalając go na  $CO_2$ .

Oprócz tych zalet nowa metoda ma jeszcze i tę dobrą stronę, że w piecach obrotowych jest duża łatwość wymieniania zużytego ogniotrwałego wyłożenia, bo można każdej chwili ruch wstrzymać, piec wystudzić, a zniszczone części wyściółki wymienić, co jest znacznie trudniejsze w wielkich piecach.

Dla uzupełnienia sprawozdania trzeba jeszcze dodać, że chociaż już z wyżej powiedzianego wynika, iż proces Bassett'a bez względu na wykonanie doświadczeń, zapowiada zupełnie pewne praktyczne rozwiązanie, to sprawa ta jeszcze donioślej wyglądać musi, kiedy się uprzytomni, że pierwszy większy model pieca obrotowego zastosowanego przez Bassett'a w Denne-mont produkuje już zupełnie przemysłowo 100 ton żelaza kujnego dziennie.

Proces Bassett'a ma dla naszego kraju nadzwyczaj wielkie znaczenie, a to przede wszystkim z tych względów, że nasze rudy, jako nisko procentowe i nieczyste nie nadają się dobrze do przeróbki w wielkich piecach bez domieszki obcych rud bogatych i więcej wartościowych. Dzięki temu doniosłemu wynalazkowi jesteśmy w stanie przerabiać na najlepsze gatunki żelaza i stali wszystkie rudy jakie posiadamy, a przez to naszą produkcję żelaza możemy nie tylko uniezależnić od rudy importowanej, ale i znacznie zwiększyć krajową wytwórczość żelaza.

Jako paliwo do tego możemy u nas używać zarówno węgiel drzewny, jak półkoks naszego węgla kamiennego, półkoks węgla brunatnego, oraz półkoks z torfu. Wobec tej perspektywy moglibyśmy utworzyć wielki przemysł żelazny nawet w ziemi Kieleckiej i Radomskiej.

W końcu referatu trudno nie wypowiedzieć zdania, że chociaż wielkie piece dosięgły obecnie najwyższego rozwoju dzięki żmudnej pracy wybitnych technologów, to przecież z powodu tej nowej francuskiej zdobyczy technologicznej muszą one wkrótce ustąpić a wraz z nimi także koksownie, stojące w organicznym związku, gdyż dla całego systemu przyszedł nieodwołalny, prawdziwy zmierzch.

\* \* \*

Już powyższy referat był przygotowany do druku, kiedy doszedł do moich rąk zeszyt czasopisma „Stahl und Eisen“ z daty 22 grudnia 1921 r., w którym wybitny fachowiec niemiecki prof. F. Wüst z Düsseldorfu w obszernym artykule poddaje krytyce metodę Bassett'a.

Wobec tego, że konkluzje wywodów Wüst'a są bardzo niekorzystne dla tej nowości francuskiej, a moim zdaniem zupełnie nie słuszne, jestem zmuszony do bliższego ich omówienia.

Wprawdzie sam autor krytyki przyznaje, że gdyby była możliwość spalania pyłu węglowego w płomieniu do samego tylko tlenku węgla i o wysokiej temperaturze, to wynalazek Basset'a miałby wielkie znaczenie dla gospodarki węglowej, gdyż pozwalałby całe ciepło spalania węgla stopniowo wykorzystać. Takiej jednak możliwości, Wüst nie chce uznać, a tem samem uważa metodę Basset'a za zupełnie niewykonalną. Czytamy tam :

„Spalanie węgla do tlenku węgla wymaga wysokiej temperatury i pewnego nadmiaru samego węgla. W generatorach gazowych są te warunki w zupełności dane, i pomimo tego, nie można produkować gazu wolnego od dwutlenku węgla. Przy spalaniu pyłu węglowego powietrze pod ciśnieniem służy nie tylko do spalania węgla, ale posiada jeszcze ważne zadanie rozpylania pyłu węglowego, tak, że pewne minimum powietrza jest dla tego celu konieczne. Z tego powodu warunki przy tworzeniu tlenku węgla w płomieniu pyłu węglowego są znacznie mniej korzystne aniżeli w generatorach gazowych i z tej racji zupełnie wykluczone jest takie prowadzenie spalania, żeby praktycznie mógł tylko powstawać tlenek węgla“.

Jak widzimy z tego ustępu dosłownie przetłumaczonego autor krytyki nie stara się zupełnie o ścisłość swego dowodzenia. Rozpylanie pyłu węglowego nie wymaga nadmiaru powietrza, albowiem wystarczy dyszę wylotową dla pyłu węglowego odpowiednio zwęzić, żeby mniejszą ilością wciskanego powietrza rozpylić większą ilość pyłu węglowego. Sam fakt, że powietrze prowadzone do dyszy jest podgrzane na  $1000^{\circ}\text{C}$ , a temsamem posiada kilkakrotnie zwiększoną objętość, jest czynnikiem bardzo sprzyjającym dla takiego zadania. Wysoka temperatura płomienia zapewnia w zupełności równowagę\*) reakcji na korzyść samego tlenku węgla. Mały zaś nadmiar pyłu węglowego, dzięki swemu rozdrobnieniu, jest w stanie wytworzyć wielką powierzchnię, wystarczającą do związania resztek tlenu. Natomiast odwrotnie, przy wytwarzaniu gazu w generatorach znajdujemy właśnie warunki znacznie mniej korzystne dla spalania węgla wyłącznie do tlenku węgla. Posiadamy tu rozżarzoną warstwę koksu, która w swej górnej części posiada niższą temperaturę, powodującą przesunięcie się równowagi na korzyść tworzenia się w pewnej mierze dwutlenku węgla ( $2\text{CO} + \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{C}$ ).

W dalszym ciągu przytacza Wüst teoretycznie osiągalne temperatury spalania węgla chudego o składzie: 86.22% C, 3.62% H, 2.48% O, 1.07% N, 4.71% popiołu, 1.10%  $\text{H}_2\text{O}$  i przy podgrzaniu powietrza do  $1000^{\circ}\text{C}$  są one według niego następujące :

\*) Krzywa równowagi dla układu  $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$  wykazuje, że przy ciśnieniu 1 atm. dla CO wystarcza  $1000^{\circ}\text{C}$  dla uzyskania prawie 100%-wej koncentracji CO. Przy zmniejszonym ciśnieniu, jak to zachodzi przy użyciu powietrza do spalania węgla, stan ten równowagi da się już osiągnąć przy jeszcze niższej temperaturze.

Węgiel do tlenku węgla bez spalania wodoru	1895° C
Węgiel do tlenku węgla ze spalaniem wodoru	2195° C
Węgiel do dwutlenku węgla bez spalania wodoru	2860° C
Węgiel do dwutlenku węgla ze spalaniem wodoru	2930° C,

a dalej dosłownie:

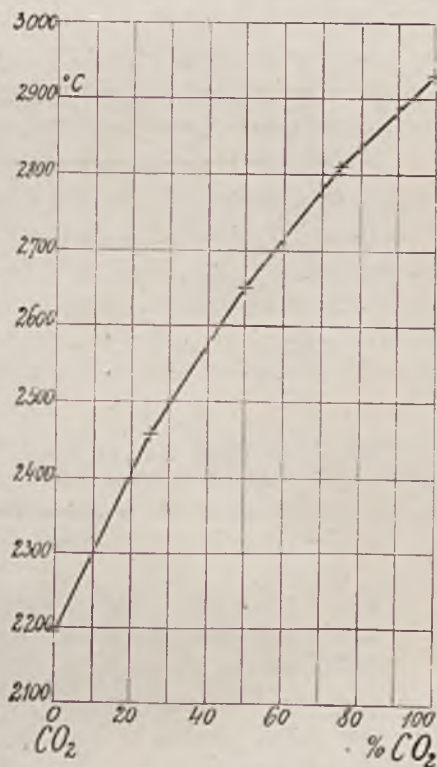
„Na podstawie przytoczonych obliczeń możemy zatem przyjąć, że Basset przy użyciu dobrego węgla chudego, przyjmując spalania do tlenku węgla i wodoru do wody, otrzymuje teoretyczną temperaturę spalania 2195° C.

„Teoretyczna temperatura spalania nie dochodzi w żadnym razie do temperatury praktycznie osiągalnej. Żeby było można zdać sobie jasno z tego sprawę, zmierzono w jednym piecu Siemens'a i Martina, zasilanego gazem o znanym składzie, temperatury gazu i powietrza, które wynosiły 1215° dla gazu i 1227° dla powietrza. Wyliczona z tego teoretyczna temperatura spalania wynosiła 2560° C. Zmierzona zaś temperatura płomienia pyrometrem Wanner'a okazała się równa 1710° C.

„Rysunek 1 przedstawia wyrachowane daty temperatur płomienia, przyczem na osi rzędnych są oznaczone temperatury, a na osi odciętych zawartość procentowa utworzonego dwutlenku węgla.

„Widzimy, że temperatura teoretyczna osiągnięta przez Basset'a jest o 375° niższą od wymaganej teoretycznej temperatury 2560°. Jeżeli wymaganą temperaturę, przy której żelazo jest w stanie się stopić zaokrąglimy do 2500°, to gazy spalania muszą zawierać przynajmniej 30% dwutlenku węgla. Tylko wtedy jest zapewniony ciągły ruch, tylko wtedy można zredukowane żelazo stapać.

„Wyliczenie wykazuje, że założenie Basset'a w sprawie przebiegu spalania nie odpowiada rzeczywistości, bowiem nie miałby możliwości wytworzone żelazo stapać w swoim piecu obrotowym i zapewnić ciągłość jego ruchu.

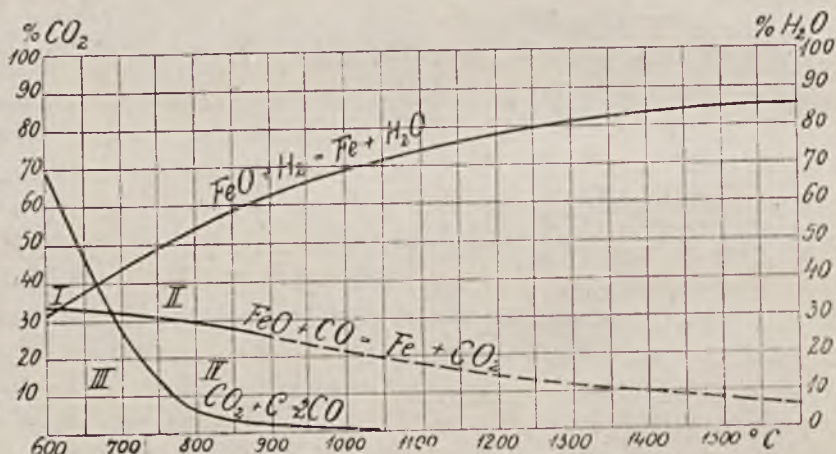


Rys. 1.



„Mieszanina gazowa, składająca się z trzech części dwutlenku węgla i siedmiu części tlenku węgla, posiada decydujący wpływ na przebieg reakcji w piecu obrotowym, tak że cel Basset'a, polegający na niedopuszczaniu ponownego utleniania zredukowanego żelaza, staje się nieosiągalnym.

„Ruda żelaza jest zredukowaną zapomocą stałego węgla, a odtlenione żelazo pod wpływem obracania się pieca zbija się do większych skupień, tworząc „lupy“ stykające się z przestrzenią gazową. Z przedstawionego na rysunku 2-gim dajagramu równowag pomiędzy tlenkiem wę-



Rys. 2.

Równowaga Boudouard'a dla reakcji:  $CO_2 + C = 2CO$  przy sumie ciśnień obu gazów 0,4 atm. — Pośrednia redukcja:  $FeO + CO = Fe + CO_2$  (do 900° według obserwacji Levin'a i Terres'a; ponad 900° według obliczeń Mc. Cance'a). — Redukcje zapomocą wodoru:  $FeO + H_2 = Fe + H_2O$  (z stałych dysocjacji obliczonych według wzoru Nernst'a).

gła, dwutlenkiem węgla i tlenkiem żelazawym jest widoczne, że przy 1000° zawartość dwutlenku węgla nie powinna przekraczać 23%. Przy 1600° obniża się ta liczba do 6%. W naszej mieszaninie gazowej przypada na dwutlenek węgla 30% gazu zawierającego związki węglowe, jest zatem jasne, że musi się tu odbywać powrotne utlenianie już raz zredukowanego żelaza i powodować znaczne jego straty“.

Cały ten ustęp wywodów Wüst'a starający się udowodnić, że w piecu obrotowym Basset'a nie można spalać pyłu węglowego jedynie do tlenku węgla bez jednoczesnego wytwarzania znacznej ilości dwutlenku węgla, gdyż w przeciwnym razie temperatura płomienia nie wystarczałaby do topienia żelaza, nie wytrzymałaby najmniejszej krytyki. Jego teoretyczne wyliczenia temperatur płomienia przy spalaniu do dwutlenku węgla są z racji nieuwzględnienia dysocjacji dwutlenku węgla znacznie za wysokie. Nic więc też dziw-



nego, że w jego przykładzie z płomieniem w piecu Martynowskim temperatura wyliczona ( $2560^{\circ}$ ) tak się znacznie różni od temperatury zmierzonej pyrometrem Wanner'a ( $1710^{\circ}$ ). Przy obliczaniu temperatury spalania węgla do tlenku węgla tego błędu Wüst nie popełnia, gdyż nie zachodzi tu zjawisko analogiczne do dysocjacji dwutlenku węgla. Z tych racji obliczona temperatura dla płomienia Basset'a musiałaby znacznie mniej się różnić od temperatury, którąby wykazał pyrometr Wanner'a. W przykładzie podanym przez Wüst'a z płomieniem w piecu Martynowskim temperatura wyliczona przy uwzględnieniu dysocjacji dwutlenku węgla\*) powinna wynosić zamiast  $2560^{\circ}$  najwyżej  $2220^{\circ}$ . Ta zaś temperatura już bardzo mało różni się od wyliczonej przez Wüst'a w płomieniu Basset'a ( $2195^{\circ}$ ), bo już tylko o  $25^{\circ}$ . Biorąc jeszcze pod uwagę, że w piecu obrotowym, wobec bardzo korzystnych warunków ogrzewania, temperatura płomienia może być znacznie niższą od temperatury płomienia w piecu Martynowskim, można stanowczo twierdzić, że temperatura płomienia Basset'a, dającego gazy spalania bez dwutlenku węgla, zupełnie wystarcza do stapienia żelaza kujnego.

Rysunek drugi, przedstawiający djaagramy równowag pomiędzy tlenkiem węgla, dwutlenkiem węgla i tlenkiem żelazawym, przemawia tylko na korzyść metody Basset'a. Wykazuje bowiem, że gazy spalania pyłu węglowego, zachowując swe pełne własności redukcyjne, mogą zawierać jeszcze do 6% spalonego węgla w postaci dwutlenku węgla i znaczną część spalonego wodoru. Te fakty pozwalają na utrzymywanie mniejszej precyzji w procesie Basset'a.

W końcu muszę zaznaczyć, że krytyka Wüst'a jest tak widocznie nieślusna, iż pod jej wpływem ani jednego słowa nie cofam z powiedzianego w pierwszej części swego referatu i pozostaję w pełni z całym entuzjazmem dla tej tak wysoce doniosłej nowości francuskiej.

---

## DZIAŁ SPRAWOZDAWCZY.

**Oznaczenie fosforu w żelazie, stali, rudach i żużlach. H. Kinder.** [Z. f. analyt. Chem. 60. (1921) 241]. Referat z prac wydziału chemicznego związku niemieckich hutników. — Wydział wyłonił komisję, która zajęła się krytycznym studjum metod dla oznaczenia kwasu fosforowego. Z metod wagowych wybrano tylko metody molibdenowe Finkenera [Ber. Deutsch. chem. Ges. II. 1638

\*) Gaz wylotowy z pieca wielkiego spalany w piecu Martynowskim w nadmiarze powietrza zawiera dwutlenku węgla i tlenku węgla 20% całkowitej objętości, a zatem jego ciśnienie cząstkowe wynosi tu  $0,2$  atm. Przy tem ciśnieniu cząstkowym i temperaturze  $2220^{\circ}$  około 25% dwutlenku węgla jest w stanie zdysocjowanym (podług Nernst'a). Fakt ten obniża wyliczoną przez Wüst'a temperaturę, nie uwzględniającą dysocjacji dwutlenku węgla o  $340^{\circ}$ .