

XI.

Prof. K. SMOLEŃSKI i inż. W. REICHER.

Ciekawy przypadek nieuregulowanego biegu pieca wapiennego *)

W jednej z cukrowni, w których prowadziliśmy nasze badania w r. 27/28, zetknęliśmy się z następującym, dziś już zapewne względnie rzadkim, przypadkiem nieuregulowanego biegu pieca wapiennego; przypadek ten opiszemy tu dla zwrócenia uwagi kolegów-chemików na konieczność nieco większej dbałości o kontrolę pieca wapiennego.

Przed przyjazdem naszym w fabryce był przestój jednodniowy. W czasie przestoju piec wapienny, odcięty od unieruchomionej pompy gazowej, nie był, podobno, upuszczany.

Po uruchomieniu pieca w pierwszym dniu naszego pobytu w fabryce doraźne analizy gazu wykazywały:

$$CO_2 = 21 - 23\%$$

Przy „normalnym” biegu, przed naszym przyjazdem, gaz zawierał, podobno, 24—27% CO_2 ; całkowitych analiz gazu nie wykonywano.

Piec miał, podobno, otrzymywać 12—13% koksu, licząc na wypalany wapniak. Niską zawartość CO_2 , znalezioną przez nas, można było tłumaczyć zbyt znacznym nadmiarem powietrza, wchodzącego do pieca, w porównaniu ze stosunkową ilością koksu.

O godz. 15-ej tegoż dnia wykonaliśmy całkowitą analizę gazu. Rezultat był dość niespodziewany:

$$\begin{aligned} CO_2 &= 16,6\% \\ O_2 &= 0,8 \\ CO &= 20,4 \end{aligned}$$

Powtórne analizy, wykonane w jakiś czas później, dały podobny rezultat:

$$\begin{aligned} CO_2 &= 14,6 \\ O_2 &= 1,2 \\ CO &= 19,4 \end{aligned}$$

*) Gaz. Cukr. 61, 1927 r., str. 904.

Analizy wykonywano z całą dokładnością biuretą Bunte'go; odczynniki mieliśmy własne, świeże i uprzednio sprawdzone. Analiza powietrza, wykonana tą samą biuretą i temi samymi odczynnikami, dała normalny wynik. Musieliśmy się pogodzić z faktem, że gaz saturacyjny posiada ok. 20% CO.

Gaz ten posiadał bardzo silny zapach siarkowodoru, barwił momentalnie papierki, zwilżony octanem ołowiu, na czarno. Co zaś najciekawsze, to ten niezwykle fakt, że gaz, wypuszczony wąskim strumieniem na powietrze, palił się od zapalki niebieskawym płomyczkiem (CO).

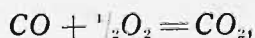
Nie ulegała już teraz wątpliwości zupełna dysproporcja między ilością koksu i ilością powietrza.

Według przeciętnej analizy gazu:

$$\begin{array}{rcl} \text{CO}_2 & - & 15,6 \\ \text{O}_2 & - & 1,0 \\ \text{CO} & - & 19,7 \\ \text{N}_2 & - & 63,7 \end{array}$$

możemy obliczyć: a) niedomiar powietrza oraz b) stosunek dodanego C (koksu) do wapniaka, jak następuje.

a) Na spalanie 1 objętości CO trzeba, według równania



połowę objętości tlenu. Na spalanie 19,7% CO, zawartych w gazie, trzeba $\frac{19,7}{2} = 9,85\%$ O₂; po spaleniu otrzyma się 19,7% CO₂. Po odjęciu O₂, zawartego już w gazie (1,0%) znajdziemy, że do całkowitego spalania brakuje: 9,85 — 1,0 = 8,85% O₂, którym odpowiada w powietrzu: 8,85 × 3,76 = = 33,3% N₂. Zawartość N₂ (z powietrza) w gazie pierwotnym wynosi 63,7% N₂.

Stąd znajdziemy, że ilość powietrza, wchodzącego do pieca, wynosi:

$$\frac{63,7}{63,7 + 33,3} = 0,66$$

ilości teoretycznie potrzebnej. Spółczynnik niedomiaru powietrza $m = 0,66$.

b) Gaz po całkowitem spalaniu z teoretyczną ilością powietrza miałby skład następujący:

$$\begin{array}{rcl} \text{CO}_2 & - & 15,6 + 19,7 = 35,3 \\ \text{O}_2 & - & 0,0 \\ \text{N}_2 & - & 63,7 + 33,3 = 97,0 \\ & & \hline & & 132,3\% \end{array}$$

Daje to następujący %-owy skład gazu:

$$\begin{array}{rcl} \text{CO}_2 & - & 26,7\% \\ \text{O}_2 & - & 0,0 \\ \text{N}_2 & - & 73,3\% \\ & & \hline & & 100,0\% \end{array}$$

73,3% N₂ odpowiada $\frac{73,3}{3,76} = 19,5\%$ O₂, który użyty został na spalanie C

idał tyleż t. j. 19,5% CO_2 . Pozostała ilość CO_2 , t. j. $26,7 - 19,5 = 7,2\%$ CO_2 , otrzymana została z rozkładu CaCO_3 .

Stosunek CO_2 , wytworzonego z CaCO_3 i z C (z koksu) wyniesie:

$$\begin{aligned}\text{CO}_2 \text{ z } \text{CaCO}_3 &= 37,0\% \\ \text{CO}_2 \text{ z koksu} &= 63,0\%\end{aligned}$$

(Normalnie stosunek ten wynosi : ok. 50% do 50%, czyli 1 : 1).

W 100 Lt. (0°/760 mm) gazu o składzie, dopiero co podanym, znajduje się 7,2 Lt. CO_2 , pochodzącego z rozkładu CaCO_3 , i 19,5 Lt. CO_2 , pochodzącego ze spalania koksu.

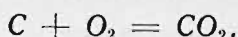
Ponieważ 1 mol CO_2 (w 0°/760 mm) zajmuje objętość 22,4 Lt., więc w 100 Lt. gazu mamy:

$$\begin{aligned}\text{CO}_2 \text{ z rozkładu } \text{CaCO}_3 &- \frac{7,2}{22,4} = 0,32 \text{ mola} \\ \text{„ ze spalania C} &- \frac{19,5}{22,4} = 0,87 \text{ mola.}\end{aligned}$$

Według równania:



1 mol CO_2 z CaCO_3 powstaje przez rozkład 1 mola CaCO_3 , czyli 100 gr CaCO_3 . 1 mol CO_2 ze spalania C powstaje, według równania



ze spalania 1 atomu C czyli 12 gr C.

0,32 mola CO_2 z rozkładu CaCO_3 odpowiada $100 \times 0,32 = 32,3$ gr CaCO_3 .

0,87 mola CO_2 ze spalania C odpowiada $12 \times 0,87 = 10,44$ gr C. Stąd znajdujemy, że na 100 części rozłożonego CaCO_3 (wapniaka) spaliło się:

$$\frac{10,44 \times 100}{32,3} = 32,5\% \text{ C (koksu).}$$

Obliczenia te ¹⁾ wyraźnie wskazały, gdzie należy szukać przyczyny wysokiej zawartości CO w gazie. Zbadanie sprawy na miejscu wykazało, że ilość potrzebnego koksu normowano liczbą łopatek koksu, dorzucanych na 1 wózek wapniaka. Po sprawdzeniu wagi dodawanych wówczas 12 łopat i wagi wózka wapniaka, okazało się, że używano w tym momencie zgórą 20% koksu na wapniak. Zarządziliśmy wymierzanie koksu skrzynką, jaka znalazła się pod ręką i ustaliliśmy ilość koksu na 12%. Miało to miejsce pod wieczór pierwszego dnia. Następnego (II-go dnia) mieliśmy następujące analizy gazu:

w różnych porach dnia		
1) CO_2 — 20,0	2) 24,8	3) 24,5
O_2 — 4,6	1,0	1,5
CO — 13,4	12,2	7,4

Jak widzimy, przeciąg czasu 24 godz. po zmianie ilości koksu nie wystarczył jeszcze do unormowania biegu pieca, w czym niema nic dziwnego.

¹⁾ Na obliczenie to chcielibyśmy zwrócić tu uwagę kolegów chemików. Mając dokładną, przeciętną, całkowitą analizę gazu możemy obliczyć: 1) współczynnik nadmiaru powietrza, 2) ilość spalanego C przypadającą na 100 cz. rozłożonego CaCO_3 . Porównaj w „Pracach” niniejszych art. X.

gdyż przy tej ilości wapniaka, jaką przepuszczano przez piec, czas przebywania w piecu wynosił ok. 48 godz.

III-go dnia mieliśmy analizy:

1) CO_2 — 31,0	2) 30,0	3) 32,0	4) 32,0
O_2 — 3,0	3,6	2,8	3,0
CO — 2,5	2,4	1,0	0,9

A więc po 36—40 godz. od momentu zmniejszenia ilości koksu rozpoczęł się normalny bieg pieca.

IV-go dnia gaz posiadał skład:

1) CO_2 — 27,6	2) CO_2 — 27,4
O_2 — 4,8	O_2 — 5,4
CO — 0,6	CO — 0,2

Piec pracuje z nieco większym, niż poprzedniego dnia, nadmiarem powietrza.

Warto zauważyć, że w czasie nienormalnego biegu pieca, z nadmierną stosunkową ilością koksu, znaczna część wapna była mocno przepalona i lasowała się dopiero po długotrwałem działaniu gorącej wody. Przepał można było odróżnić po ciemnoszarej barwie kawałka.

Z tej krótkiej, a prawdziwej historii zalecamy wyciągnięcie następujących morałów:

1) Pożyteczną dla cukrowni rzeczą jest wykonywanie, nawet przy normalnym biegu pieca, całkowitej analizy gazu saturacyjnego (CO_2 , O_2 , CO); w razie jakichkolwiek uchybień od normalnego biegu wykonanie całkowitej analizy staje się *obowiązkowe* i winno poprzedzać jakiekolwiek zarządzenia dotyczące zmiany w prowadzeniu pieca.

2) Według dokładnie wykonanej całkowitej analizy gazu można obliczyć, ważne dla zrozumienia biegu pieca, następujące dane: a) spółczynnik nadmiaru (ewent. niedomiaru) powietrza i b) ilość C (koksu) spalonego na 100 cz. rozłożonego CaCO_3 (wapniaka).

3) Dozowanie ilości koksu użytego na wypalanie wapniaka winno być dostatecznie ściśle i podlegać od czasu do czasu kontroli.

Centralne Laboratorium Cukrownicze.

Warszawa, Listopad 1927 r.

STRESZCZENIE.

Opisano ciekawy przypadek nieuregulowanego biegu pieca wapienne-go. W pewnym okresie biegu pieca skład gazów, według analizy, był następujący: CO_2 —15,6%; O_2 —1,0%; CO —19,7%. Na zasadzie analizy tej wykonano obliczenie ilości koksu, jaka spalała się na 100 części rozłożonego CaCO_3 w tym czasie — okazało się, że ta ilość koksu wynosiła 32,5%, obliczony zaś spółczynnik niedomiaru powietrza wynosił 0,66%. Przez zmniej-

szenie ilości koksu do 12% po pewnym czasie piec uregulowano. Z racji wyżej opisanego przypadku, autorzy przypominają o tem, że:

1. Pożyteczną dla cukrowni rzeczą jest wykonywanie, nawet przy normalnym biegu pieca, całkowitej analizy gazu saturacyjnego (CO_2 , O_2 , CO); w razie jakichkolwiek uchybień od normalnego biegu wykonanie całkowitej analizy staje się obowiązkowe i winno poprzedzać jakiekolwiek zarządzenia, dotyczące zmiany w prowadzeniu pieca.

2. Według dokładnie wykonanej całkowitej analizy gazu można obliczyć, ważne dla zrozumienia biegu pieca, następujące dane: a) współczynnik nadmiaru (ewent. niedomiaru) powietrza i b) ilość C (koksu) spalonego na 100 części rozłożonego CaCO_3 (wapniaka).

3. Dozowanie ilości koksu, użytego na wypalanie wapniaka, winno być dostatecznie ściśle i podlegać od czasu do czasu kontroli.

Prof. K. SMOLENSKI et Ing. W. REICHER.

Un cas intéressant de la marche irrégulière d'un four à chaux.

Résumé.

Les auteurs décrivent un cas intéressant de la marche irrégulière d'un four à chaux. Pendant une certaine période du travail du four l'analyse du gaz carbonique était: CO_2 —15,6%, O_2 —1,0%, CO —19,7%. En se fondant sur cette analyse les auteurs calculèrent la quantité de coke qui avait été brûlée pendant ce temps par 100 kgr. de CaCO_3 décomposé; il se montra que cette quantité montait à 32,5 kgr. Le coefficient de l'insuffisance d'air d'après le calcul était 0,66. En réduisant la quantité de coke jusqu'à 12 pour cent on parvint dans quelque temps à régler la marche du four. A propos de ce cas particulier, les auteurs soulignent ce qui suit:

1. L'exécution de l'analyse complète du gaz carbonique (CO_2 , O_2 , CO) peut rendre de grands services à la sucrerie même lorsque la marche du four à chaux est normale; dans le cas d'une anomalie quelconque dans la marche du four — l'exécution de l'analyse complète devient indispensable. Cette analyse doit précéder tout changement dans le travail du four.

2. D'après l'analyse complète et précise du gaz carbonique, on peut calculer les données suivantes, qui permettent de comprendre la marche du four: a) le coefficient de l'excès (évent. de l'insuffisance) d'air, et b) la quantité de C (coke) consommée par 100 kgr. de CaCO_3 (calcaire) décomposé.

3. La dose de coke, employée pour la calcination de la chaux, doit être déterminée exactement et contrôlée de temps en temps.
