

wszystkiem w prowadzenie wydatnych premji, zrozumiałych i widocznych dla premjowanego, co zresztą jest rzeczą równie trudną jak ważną, są czynnikami, które znaczny wpływ mieć mogą na gospodarkę ciepłą kotłowni.

Może wejście w życie w 1926 roku ustawy o przymusowych egzaminach na palaczy wpłynie pośrednio, przy rozumnem jej wykonywaniu, na poziom ogólny i wywoła lepszy dobór pracowników tego zawodu.

#### IV. Paliwo jako surowiec chemiczny.

Oprócz zastosowania paliwa do wytwarzania ciepła przez spalanie go w takim czy innem palenisku, można paliwo użyć jako surowiec, który, przy odpowiedniej metodzie postępowania, może być rozłożony na pewne składniki, z których jedne służą jako opał do bezpośredniego spalania, inne stanowią paliwo szlachetniejsze, nadające się do użytkowania wprost w silniku, inne, wreszcie, są niezwykle cennym produktem wyjściowym dla przemysłu chemicznego.

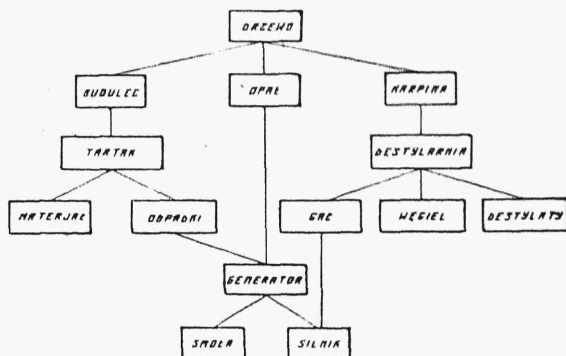
Tu więc wysuwa się pytanie dużej wagi czy materiał korzystniej jest spalić wprost na ruszcie, czy, o ile to technicznie jest możliwe, — wydzielić z niego cenne składniki, a dopiero resztę spalić. Odpowiedź, zdawałoby się, byłaby prosta, że jeżeli wartość otrzymanych produktów i zysk na lepszym wyzyskaniu energii cieplnej nie pokryją kosztów surowego paliwa, jego przeróbki oraz zmniejszenia się wskutek niej wartości opałowej, należy je bezpośrednio spalić. Przy bliższem jednak zetknięciu się z tym zagadnieniem pokaże się, że uzyskanie odpowiedzi nie jest tak proste, w grę tu wchodzi względy o szerszym znaczeniu. Przeróbka np. węgla jako surowca nietylko wytwarza szereg produktów, które służą za podstawę całych gałęzi wielkiego przemysłu organicznego, produkującego barwniki, leki, pachnidła, ciała wybuchowe i nawozy sztuczne, a przeto powiększają niezwykle wartość wytwórczości przy tym samym surowcu — węglu, co nietylko stwarza możność jego eksportu, bez względu na odległość, w postaci cennych półproduktów, ale daje samowystarczalność w dziedzinie podstawowych artykułów, ważną podczas pokoju, lecz jeszcze ważniejszą podczas zakłócenia normalnych stosunków handlowych z zagranicą.

Zestawienie tych wszystkich czynników decydować powinno dopiero o takiej czy innej polityce opałowej, gdyż w grę wchodzi tu interesy indywidualne przemysłowca oraz interesy ogólne, społeczno - państwowe.

Zagadnienia tego rodzaju poza względami ogólnymi posiadają jednak przede wszystkim wyraźne znaczenie ekonomiczne, są sprawą uzyskania z pewnego surowca jaknajwiększej korzyści. Weźmy np. pod uwagę ro-

snące drzewo w lesie, które ma być ścięte i zużytkowane. Można całą masę drzewną zużyć na opał, można część materiałową przetrzeć w tartaku, a wierzchy i pnie spalić pod kotłem, wreszcie można przed spalaniem z drzewa wydzielić cenne<sup>1)</sup> produkty, zaś spalania dokonać pośrednio w motorze po zgazowaniu opału w generatorze.

Najlepiej widać to z wykresu (rys. 4), który ujmuje całość przeróbki drzewa jako surowca, gdyż w ostatecznej formie uzyskuje się tu materiał drzewny tarty (budulec), destylaty, jak octan wapna, alkohol metylowy, terpentyna, dziegieć oraz węgiel drzewny, pozatem przy gazowaniu drzewa powstaje jeszcze smoła i wreszcie energia mechaniczna czy elektryczna, produkowana z gazu w silniku.



Rys. 4.

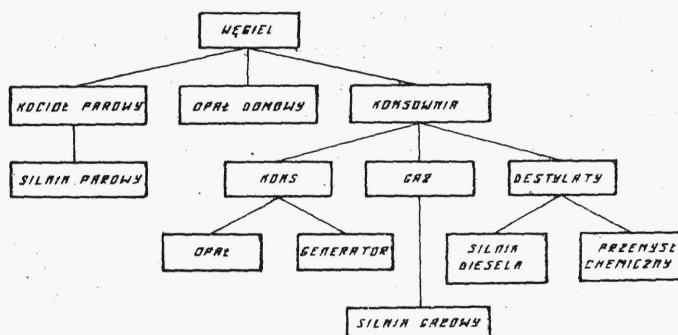
Przy takiej produkcji wszystkie cenne składniki z drzewa zostały wydzielone i mogą być w sposób właściwy spożytkowane. Oczywiście możliwe jest i stale zresztą tak się dzieje, że temi cennymi produktami opalamy nasze mieszkania czy kotły, nie znaczy to jednak, by to miało być zasadą, lecz przeciwnie powinno być dążeniem, przy wyzyskaniu odpowiednich koniunktur handlowych, osiągnąć takie właśnie doskonałe wykorzystanie surowca, w tym wypadku drzewa.

O ile jednak sprawa właściwego wykorzystania drzewa jest zagadnieniem ważnym, to traktowanie węgla, jako surowca dla przemysłu chemicznego ma charakter zagadnienia państwowego, jak to zresztą najlepiej wykazała ostatnia wielka wojna. Następstwem jej było powołanie w szerokiej skali do życia przemysłu przetwórczo-węglowego w krajach, gdzie go dotąd nie było, i niezwykle rozwój w krajach, gdzie przemysł ten już był czynny przed wojną<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Kwiatkowski. Węgiel jako surowiec chemiczny. 1922.

Podobnie więc jak drzewo, można węgiel spalić całkowicie na rusztach paleniska, ale również można przed spalaniem poddać przeróbce w celu wydzielenia z niego szlachetniejszych składników, a resztę albo spalić wprost, albo zamienić na inne, bardziej doskonałe, paliwo.

Schemat takiej przeróbki węgla podaje rys. 5. Widać stąd, że, jeżeli pominiemy bezpośrednie spalanie węgla w kotłach parowych czy w piecach domowych, a przerobimy go w koksowni, otrzymać można bądź uszlachetnione gatunki paliwa, jak destylaty węglowe i gaz, dające, bez pośrednictwa pary wodnej, lepszą zamianę ciepła na energię mechaniczną, bądź surowce chemiczne.



Rys. 5.

Przeróbka ta polega na t. zw. odgazowaniu węgla w gazowniach lub koksowniach, w specjalnych piecach różnych konstrukcji, przy ogrzewaniu go do wysokich, około 1000°C wynoszących, temperatur przy zamkniętym dostępie powietrza. Jako produkt odgazowania pozostaje koks, który może być następnie całkowicie zgazowany w generatorach oraz gaz, który może być użyty do oświetlenia, ogrzewania i napędu silników. Przy czyszczeniu gazu wydziela się szereg cennych składników, jak amoniak, benzol i pokrewne, smoła i t. p.

Dotąd nie każdy gatunek węgla może jeszcze być przy współczesnych metodach w ten sposób przerobiony, lecz, używając do tej przeróbki odpowiedniego węgla, otrzymamy średnio z 1000 kg:

gazu o wartości opałowej	4000—5000 kal/m <sup>3</sup>	300 do 330	m <sup>3</sup>
koksu o wartości opałowej	6000—7000 kal/kg	700 do 750	kg
benzolu i t. p.		10	kg
smoły		35	kg
amoniaku		2,4	kg

Zużytkowanie tych produktów może być następujące: amoniak, który przerobiony z kwasem siarkowym daje siarczan amonu, sztuczny

nawóz azotowy lub z kwasem azotowym — saletrę amonową, ciała wybuchowe; benzol surowy i homologi, przerabia się na benzol czysty, używany jako materiał na paliwo do silników, jako surowiec do wyrobu barwników anilinowych lub rozpuszczalnik do kauczuku i żywicy, toluol, używany na preparaty medyczne, barwniki, sacharynę, pachnidła i ciała wybuchowe, ksylol, używany również na barwniki i pachnidła, solwent, mający zastosowanie jako rozpuszczalnik, smołę pogazową przerabia się na olej smołowy i antracenyowy, z których otrzymuje się fenol, jako surowiec do wyrobu materiałów wybuchowych, dezynfekcyjnych, leczniczych i barwiących, kreozol — do dezynfekcji, pozatem cyjan, pirydyna, naftalina, kreozol, karbolineum i wreszcie smołowiec, używany do dachów, brykietów i izolacji.

Widać stąd, jak licznymi i cennymi materiałami pali się w zwykłym palenisku, choćby w sposób najbardziej ekonomiczny, ilu surowców, o podstawowym znaczeniu dla państwa, zostaje pozbawiony przemysł, ile wartości nowych może być tą drogą wytworzonych, ile rąk ludzkich i mózgów znaleźć może zajęcie przy dalszej przeróbce tych produktów ubocznych.

Te czynniki razem wzięte wywołały w krajach węglowych w ostatnich paru dziesiątkach lat niezwykle rozrost odgazowywania węgla i przemysłu na tem opartego.

Do tego jednak rozwoju przyczynił się i inny jeszcze czynnik, mianowicie następstwa wojny ostatniej. Niemcy i Anglja, kraje o wybitnej produkcji węgla, były ograniczone w korzystaniu z posiadanych na miejscu węglowodorów naftowych, potrzebnych jako smary, benzyna i t. p. Sięgnięto więc pod wpływem potrzeb chwili do znanych poprzednio już prób laboratoryjnych i przystosowano je do potrzeb przemysłu przez stworzenie nowych metod, polegających na uzyskiwaniu z węgla także węglowodorów parafinowych

Mianowicie, przy normalnem gazowaniu węgla, pierwotne, wydzielane z niego, produkty, stykając się z wysoką temperaturą około  $1000^{\circ}\text{C}$ , doznają zmian, następstwem czego jest ich rozkład na składniki wyżej wyliczone, o charakterze pierścieniowych węglowodorów aromatycznych. Pokazało się jednak, że, o ile przy tym samym węglu temperatura gazowania jest niska, t. z.  $400^{\circ}$  —  $500^{\circ}\text{C}$ , charakter destylatów jest inny, będą to węglowodory łańcuchowe, parafinowe, podobne do destylatów naftowych. Stąd wynikałby wniosek, że przy normalnem gazowaniu wydzielane produkty pod działaniem wysokich temperatur doznają zmian istotnych, wskutek czego ostatecznie otrzymane produkty są już tylko pochodniami poprzednich. Tak gaz, jak i smoła, otrzymane przy niskich temperaturach, mają zupełnie inne własności, własności jakby produktów wyjściowych, pierwotnych, stąd i stosowana niekiedy nazwa do koksu tego

jest prakoks lub półkoks, a do smoły—prasmoły lub smoły pierwszorzędowej.

Otrzymane produkty przy destylacji węgla w niskiej temperaturze są następujące:

a) gaz, składający się w znacznej części z lekkich węglowodorów, o wartości opałowej 7000—9000  $\text{kal/m}^3$ , zależnie od temperatury, przy której został wydzielony;

b) półkoks lub prakoks, będący produktem o znacznej jeszcze zawartości ciał lotnych, dzięki czemu spala się bardzo łatwo, niewydzielając jednak sadzy, jest więc czemś pośrednim między koksem właściwym a węglem;

c) prasmoła, różniąca się barwą, gęstością i składem swych frakcji od smoły koksownianej; przez destylację można z niej wydzielić podobnie jak z ropy naftowej, gazolinę, benzynę, oleje smarowe, parafinę, wreszcie produkty żywiczne i t. d.; smoła ta nie zawiera natomiast benzolu, naftaliny i innych charakterystycznych składników smoły, otrzymywanej w koksowni lub gazowni zwykłej.

Jakie ten fakt ma znacznie staje się jasnym przy zestawieniu rosnącego zapotrzebowania na produkty naftowe w związku z rozwojem współczesnej komunikacji, z ograniczoną produkcją ropy naftowej oraz z niepomiernymi bogactwami kopalnego węgla, w dodatku w krajach pozbawionych terenów naftonośnych, a mogących się tą drogą uniezależnić od nich. Zapotrzebowanie benzyny w krajach beznaftowych prowadzi do wprowadzania nawet paliw zastępczych, jak we Francji „paliwa narodowe”, opierających się bądź na produktach destylacji węgla, bądź na przemyśle rolnym (spirytus, benzol, olej kokosowy i t. p.).

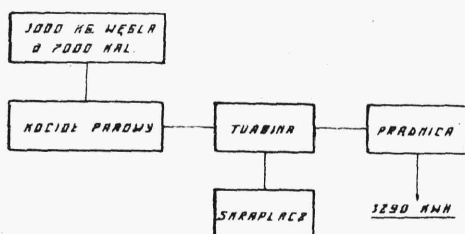
Zagadnienie to, o światowym znaczeniu, jest tematem pracy szeregu specjalistów, a wielkie instytuty naukowo-przemysłowe jak Fuel Research Station w Greenwich oraz Kohlenforschungs-Institut w Mühlheim, prowadzą badania w tej dziedzinie na dużą skalę.

Jednocześnie prowadzone są badania także w kierunku odwrotnym, a rozpoczęte prace dały obiecujące wyniki. Mianowicie przez t. zw. pyrogenezę czyli przez działanie wysokich temperatur na ropę naftową można z niej otrzymać połączenia aromatyczne, podobne do tych, jakie otrzymujemy przy koksowaniu węgla. Zagadnienie to wzbudziło duże zainteresowanie w Ameryce (Bureau of Mines), a także i u nas w kraju prowadzi się w tej dziedzinie prace (prof. K. Smoleński).

Podczas wojny sprawa gazowania przy niskich temperaturach miała jednak, poza stroną naukową, nieco inny charakter, jak dzisiaj; wówczas koszt produkcji i wydajność metody nie stanowiły o powodzeniu tej czy innej gałęzi przemysłu, decydującymi były potrzeby wojny. Dziś o widokach rozwoju pewnej produkcji decyduje tylko rentowność jej, a wo-

bec zmiennych bardzo cen na produkty destylacji, wskutek nieustalenia się dotąd jeszcze równowagi pomiędzy zapotrzebowaniem a podażą wobec zupełnie zmienionej sytuacji po wojnie, sprawa rentowności gazowania przy niskich temperaturach nie może być dziś w sposób prosty rozstrzygnięta. W każdym razie zakładów tego rodzaju przybywa, a wielkie firmy węglowe prowadzą na własną rękę badania w tej dziedzinie.

Na podstawie doświadczeń przeprowadzonych w zakładach przemysłowych firmy Thyssen w Westfalji, gdzie do gazowania przy niskich temperaturach użyto pieca obrotowego specjalnej konstrukcji, zestawiony został porównawczy rachunek rentowności przy spalaniu bezpośrednim węgla i wykorzystaniu energii cieplnej w silnikach parowych oraz przy metodzie gazowania przy niskich temperaturach z zużytkowaniem energii albo w silnikach parowych albo wyłącznie w silnikach spalinowych.



Rys. 6.

Jako punkt wyjścia niech służy ilość ciepła zawarta w 1000 kg węgla o wartości opałowej 7000 kal/kg czyli 7 milionów kalorii.

Przy spalaniu bezpośrednim (rys. 6), przyjmując sprawność ogólną urządzenia parowego na 0,18, zaś elektrycznego na 0,88, otrzymamy rozchód ciepła na wytworzenie 1 kWh:

$$\frac{632}{0,88 \cdot 0,18 \cdot 0,736} = 5430 \text{ kal/kWh},$$

stąd w tym układzie zostanie wywiązanych, przy spalaniu 1 tonny węgla:

$$\frac{1000 \cdot 7000}{5430} = 1290 \text{ kWh}.$$

Stosując teraz inny układ (rys. 7), gazowanie tej samej ilości i tegoż węgla przy niskiej temperaturze w generatorze obrotowym i spalanie otrzymanego gazu i półkoku pod kotłami, otrzymamy: z generatora ujdzie 150 m<sup>3</sup> gazu o wartości opałowej 7000 kal, 650 kg półkoku o wartości 5 100 kal oraz pary wodnej, która, przetworzona na energię mechaniczną, dać może 35 kWh. Pozatem wydzieli się 36 kg benzyny, dającej w silniku szybkobieżnym (samochodowym) 75 kWh i 30 kg ciężkich olejów dających w silniku Diesela 67 kWh.

Gaz i koks dostarczone do kotła wywiązują: 650 · 5 100 = 3 300 000 kal oraz 150 · 7000 = 1 050 000 kal, razem 4 350 000 kal. Przyjmując tę samą

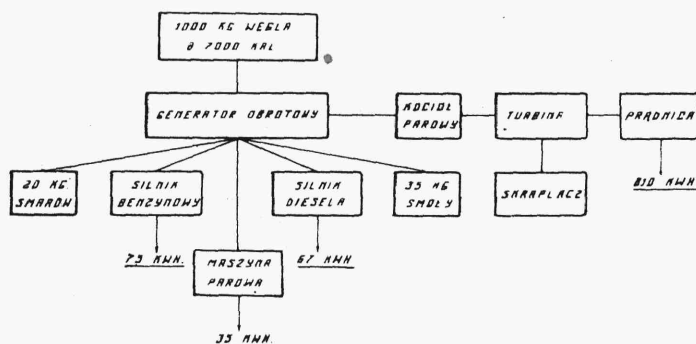
sprawność zespołu parowo-elektrycznego, co poprzednio, otrzymamy z turbiny parowej:

$$\frac{4350000}{5430} = 810 \text{ kWh}$$

zatem razem zostanie wywiązane energii:

w turbinie parowej	810 kWh
w silniku samochodowym	75 kWh
w silniku Diesela	67 kWh
w maszynie parowej	35 kWh
razem	987 kWh

prócz tego proces da smarów 20 kg i smoły 35 kg.



Rys. 7.

W tym więc wypadku, choć proces dał nam jeszcze produkty uboczne w postaci smarów i smoły, pod względem energetycznym rozwiązanie jest mniej korzystne od bezpośredniego spalania węgla pod kotłami.

Zamiast jednak stosowania układu parowego, można energję zawartą w produktach destylacji wywiązać całkowicie w silnikach spalinowych w ten sposób, że prakoks zgazować można w generatorze, a gaz, wywiązany wraz z gazem pochodzącym z destylacji węgla w generatorze obrotowym, spalić w wielkich silnikach spalinowych, pozostawiając pozatem te same warunki pracy (rys. 8).

Zapotrzebowanie ciepła w silniku gazowym z prądnicą do wytworzenia 1 kWh wyrazi się jako

$$\frac{632}{0,736 \cdot 0,27 \cdot 0,9} = 3530 \text{ kcal/kWh.}$$

Przy sprawności generatoru gazu 0,85 otrzymamy z prakoksu w silniku gazowym:

$$\frac{650 \cdot 6000 \cdot 0,85}{3530} = 940 \text{ kWh}$$

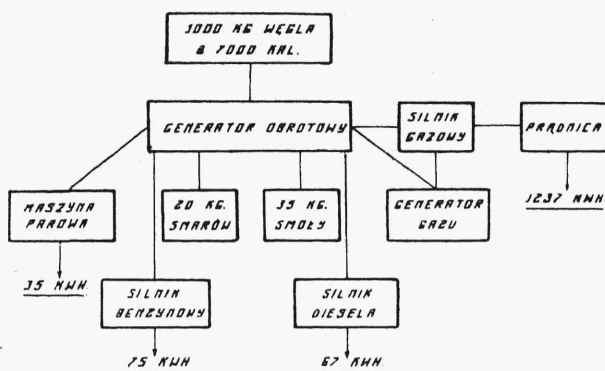
150 m<sup>3</sup> gazu z destylacji o wartości opałowej 7000 kcal/m<sup>3</sup> przerobionych w tym samym silniku dadzą

$$\frac{150 \cdot 7000}{3530} = 297 \text{ kWh.}$$

łącznie więc z gazu	297 kWh
z koksu	940 kWh
z pary z generatora obrot.	35 kWh
z olejów lekkich	75 kWh
z olejów ciężkich	67 kWh

razem 1414 kWh

doliczając zaś do tego, tak samo jak poprzednio, 20 kg smarów i 35 kg



Rys 8.

smoły, widzimy korzyść zupełną pod względem energetycznym i pod względem wyzyskania cennych surowców.

Przy dzisiejszym stanie sprawy gazowania węgla przy niskich temperaturach cyfry te mogą tylko ogólnie przedstawić możliwości przemian przy przetwarzaniu energii węgla w sposób doskonały, natomiast opieranie rachunku rentowności przedsiębiorstwa na tych liczbach byłoby przedwczesne wobec tego, że te metody przerabiania węgla torują dopiero sobie drogę w zdrowej, niewojennej atmosferze, walcząc z trudnościami technicznymi i gospodarczymi.

W każdym razie ta dziedzina otwiera sferę dalekich możliwości pod względem energetycznym, a także pod względem samowystarczalności państw w dziedzinie płynnych materiałów pędnych.