

PIOTR PASCHALIS

O węglach do hut i kuźnic*

Об угле для сталелитейных и кузнечных заводов

About charcoal for steel mills and forges

Otrzymywanie węgla drzewnego było najprawdopodobniej pierwszym procesem chemicznym kierowanym przez człowieka. Rozwój destylacji rozkładowej drewna był ściśle związany z przemysłem metalurgicznym, który używał węgla drzewnego do wytapiania metali z rud. Obecnie również produkcja wysokogatunkowych odmian stali wymaga stosowania węgla drzewnego. W dzisiejszych czasach węgiel drzewny przeżywa swój renesans. Rozwój chemii umożliwił wielorakie zastosowanie węgla jako materiału opałowego, węgla generatorowego, węgla aktywowanego (adsorpcja gazów, odbarwianie, oczyszczanie wód, produkcja cjanków, w rolnictwie, medycynie i wielu innych dziedzinach przemysłowych).

Nowoczesne zakłady zwęglają drewno stosując różnego typu retorty lub też systemem fluidyzacyjnym. Wadą retort (leżących i stojących) jest to, że nie pracują systemem ciągłym. System fluidyzacyjny pozwala na pracę systemem ciągłym, wykorzystując ciepło węgla drzewnego wychodzącego z retorty do podgrzania gazów wchodzących od dołu retorty i oddających swe ciepło przesuwającemu się od góry drewnu.

W wiekach średnich na ziemiach polskich był silnie rozwinięty przemysł metalurgiczny, zużywający duże ilości węgla drzewnego. Archeologiczne badania wykazały, że na terenie Gór Świętokrzyskich już w okresie wpływów rzymskich istniał ośrodek hutnictwa żelaznego, którego produkcja była niewątpliwie duża. Świadczy o tym ilość żużla występującego na tym terenie, którą oceniono na około 200 000 ton (6).

Wraz z hutnictwem rozwijało się również wypalanie węgla drzewnego. Umiejętność zwęglania drewna jest więc bardzo stara. Początkowo wypalanie węgla odbywało się w jamach. W wykopie ziemnym układano warstwami polana, a na wierzchu kładziono zielone gałęzie. Stos rozpalano z boku, a gdy już się rozżarzył, okładano z góry mchem i ziemią, aby był mały dopływ powietrza. Wypalanie trwało około 5 dni. Ze względu na mierny gatunek węgla i małą wydajność surowcową sposób wypalania drewna na większą skalę w jamach w późniejszych latach został zaniechany. Wiekowe doświadczenia doprowadziły do tego, że zaczęto zwęglać drewno w miele-

* Tytuł wzorowany na pozycjach ks. K. Kluka.

rzach. Metoda ta przez wieki nie ulegała większym zmianom i mielerze budowane kilkaset lat temu różnią się niewiele od stosowanych przez dzisiejszych węglarzy np. w Bieszczadach. Wypalanie węgla w mielerzach jest bardziej ekonomiczne niż w jamach z uwagi na wyższą wydajność surowcową, a uzyskany produkt jest znacznie lepszy. Na naszych ziemiach stosowano kilka typów mielerzy: niemiecki, słowiański i włoski. Różniły się one między sobą jedynie sposobem zapalenia drewna. Najczęściej spotykany był mielerz typu niemieckiego. Wielkość mielerza zależała od jakości drewna oraz miejscowego zapotrzebowania na węgiel. Przeciętnie jego objętość wynosiła około 10 m³; zdarzało się jednak, szczególnie w późniejszych wiekach średnich, że budowano mielerze większe o objętości przekraczającej 60 m³ zwęglanego drewna. W tym samym okresie na Bałkanach budowano mielerze o objętości przekraczającej 200 m³ drewna (12). Przy drewnie grubym korzystniej było układać mielerze większe, a przy drobnym mniejsze.

W wypalaniu węgla ważną rolę odgrywał wybór miejsca pod mielerz, lub pod węglarkę złożoną z wielu mielerzy. Najodpowiedniejszy był grunt gliniasty, z domieszką żwiru i piasku. Zwęglanie na jednym i tym samym miejscu ułatwiało pracę w późniejszym okresie, gdy mielerze zakładano bez wkopywania się w grunt. Ceniono sobie obrane miejsce mając spód mielerza przygotowany i przesuszony.

Sam mielerz budowano w sposób następujący. Na wybranym miejscu zrywano darń i wysypywano piaskiem ośrodek kotliny tak, aby tworzył się łagodny spadek ku obwodowi. U spodu słupa wbitego w środek kotliny umieszczano skośnie trzy żerdzie, które związane u góry po wyjęciu słupa środkowego tworzyły komin. Przy żerdziach na ziemi kładziono dwa grube wyrzynki, pomiędzy które układano tyczkę „duszę” o grubości około 10 cm. Okładano ją smolnymi drzazgami, korą brzoową i suchymi gałązkami w celu ułatwienia zapalenia mielerza. Po wyjęciu „duszy” tworzyła się wolna przestrzeń, służąca do rozniecania ognia. Samo ustawienie mielerza wymagało wprawy i dokładności. Najpierw stawiano polana i proste tak, aby gładko do siebie przylegały i pochylone były w stronę środkowego słupa pod kątem około 70°. Gdy pierwsza warstwa osiągnęła około 2 m średnicy, wyrównywano starannie jej powierzchnię, wypełniając szczeliny wiórami i drobnymi gałęziami. Następne warstwy drewna były krótsze i układane równie możliwie ściśle. Mielerz liczył około 2,5 m wysokości. Układając polana stawiano je zawsze grubszym końcem ku ziemi. Zaokrąglenie kopuły uzyskiwano przez obłożenie mielerza gałęziami. Aby utrudnić dostęp powietrza (nadmiar tlenu uniemożliwia zwęglanie), okładano mielerz „oponą”, tj. darnią, mchem, liśćmi paproci i obsypywano ziemią.

Zapalenie mielerza dokonywano przez włożenie do otworu powstałego po wyjęciu duszy, żerdzi z zapaloną na końcu korą brzoową. Wentylacja odbywała się otworem pozostawionym po wyjęciu słupa środkowego. Kierowano ogniem przebijając w oponie otwory o średnicy około 3 cm. Wypał, czyli czas potrzebny do zwęglania mielerza, zależał głównie od jego wielkości i trwał w małych 6—8, zaś w większych 14—28 dni, przy czym drewno twarde i grube tliło się wolniej. Słoneczna pogoda przyspieszała zwęglanie (1).

Wydajność węgla drzewnego wypalanego w mielerzach zależała od wielu czynników. Drewno suche zwęglalo się szybciej i dawało węgiel lepszy niż mokre, a powolne i staranne zwęglanie przynosiło więcej węgla. Obję-

tościowy wskaźnik wydajności (stosunek objętości węgla drzewnego do objętości użytego do wypalenia drewna) wynosił w praktyce około 0,45, a wskaźnik wagowy — 0,22—0,25 (1, 11). Dobrej jakości węgiel drzewny ma barwę błękitnoczarną, lśniąca, nie daje się łupać, tylko łamać, przy czym odłam powinien być muszlowy; taki węgiel nie smoli, jest twardy, bez woni i smaku, pali się płomieniem krótkim, błękitnym, bez dymu, zapachu, trzeszczenia, a przy uderzeniu „dzwoni”.

Skład chemiczny węgla, przy stałych warunkach spalania drewna nie zależy od gatunku drzewa. Dawni węglarze wyróżniali jednak dwa gatunki węgla — twardy i miękki. „Twardymi węglami są te, które kurzą z drzewa dębowego, bukowego, grabowego i innego, które nie ma w sobie żywicy. Przeciwnie, węgle wypalane z sosny, modrzewia, brzozy, olszy czy osiki są miękkie. Węgłe osikowe są najpodlejsze” (8). Empirycznie zestawiono tabelkę wydajności węgla w zależności od gatunków drzew zwęglanych. Przyjęto wskaźnik „najwyższej zdolności do zwęglania” na 100. W układzie tym 100 — buk i grab, 95 — jesion, 84 — dąb, 80 — sosna, 78 — jodła, 76 — świerk, 40 — wierzba, osika. Ten sam rząd wielkości otrzymamy porównując wyniki uzyskiwane przez węglarzy wypalających drewno na Bałkanach: gatunki bardzo wydajne — buk, grab, dąb, jawor, wiąz 240—260 kg węgla z 1 m³ drewna; średnio wydajne — brzoza, sosna, kasztan 150—240 kg; mało wydajne — lipa, topola — 130—150 kg/m³ (16).

Badania archeologiczne wykazały, że gatunkiem, który w przeważającej mierze zwęglano w rejonie Gór Świętokrzyskich, była sosna. Przeprowadzone analizy określają udział sosny w zwęglonym drewnie na około 65% (2). Próbkę do analizy pobierano z terenu wsi Stara Słupia w powiecie Opatów.

Wartość opałowa węgla drzewnego zależała jedynie od temperatury wypału (tab. 1).

Tabela 1

Wartość opałowa węgla drzewnego w zależności od temperatury zwęglania według R a d w a n a

Temperatura zwęglania °C	100	200	300	400	500	1000
Wartość opał. kcal/kg	4512	4613	6351	6937	7700	8009

Najlepszy węgiel wypalano w mielerzach w temperaturze 500—600°C. W końcowym etapie procesu wypalania, im wyższa jest temperatura w mielerzu, tym wyższa jest zawartość pierwiastka C w węglu drzewnym. Wilgotność drewna użytego do zwęglania powinna wynosić 20—25% (5).

Węgiel drzewny używany był prawie wyłącznie w tym okresie do wytopu żelaza. Rudę przeznaczoną do wytopu tłuczono na drobne kawałki i układano z węglem drzewnym warstwami w płytkich kotlinkach, które nazywano dymarkami. Ciąg powietrza w rozpalonej dymarce mógł się przebić tylko przez warstwę węgla i rudy. Po zakończeniu procesu wytopu wyciągano z dymarki bryłę wielkości bochenka chleba zwaną „bochnem” lub „wilkiem”. Przekuwając ją wielokrotnie wykruszano żużel i otrzymywano czystsze żelazo. Dawało się ono kuć i łączyć na gorąco, czyli było to żelazo zgrzewne. Wraz z rozwojem techniki wytopu i produkcją żelaza o wyższym stopniu węglenia podniosło się zużycie węgla drzewnego z 5—7 do 8—10 ton na jedną tonę żelaza (8). Pociągało to za sobą zwiększone zapotrzebowanie na drewno do tego celu. „Istniały lasy, w których wszystko drzewo przy-

padające z cięć rocznych bywało zwęglone i w różnych zakładach hutniczych zużytkowane” (15).

Problem coraz szybszego zużycia drewna pogłębiał jeszcze fakt, że wraz z rozwojem transportu, szczególnie wodnego, otworzyły się nowe, zagraniczne rynki zbytu na drewno budulcowe, potaż, dziegieć, smołę itp. Wywóz drewna przybrał duże rozmiary, lasy położone nad brzegami rzek eksploatowane były najbardziej. Jednak najczęściej drewna zużytkowano do wypalania węgla drzewnego. Już w XVI wieku na terenie Polski było około 400 kuźnic z dymarkami, a produkcja każdej z nich wynosiła około 12—15 ton żelaza rocznie. Do wypalania tej ilości żelaza potrzeba było około 150 ton węgla drzewnego. Tę ilość węgla można uzyskać spalając około 1800 m³ drewna. Trudno obecnie określić powierzchnię leśną zaspokajającą roczną produkcję jednej dymarki, ale przypuszczalnie wynosiła ona około 6—7 ha. Nie należy przy tym zapominać, że zwęglano proste i gładkie odziomkowe i środkowe części strzały odrzucając wierzchołek i gałęzie. Po wypaleniu części lasu hutnik przenosił swoją dymarkę dalej nie interesując się nawet uporządkowaniem terenu.

Podobnie jak w regionie Gór Świętokrzyskich poszukiwania miedzi i srebra, a później rud żelaza również w Tatrach Polskich doprowadziło do znacznego zniszczenia lasów. Wiek XVIII przynosi nasilenie rozwoju osad górniczych (dzisiejsze Kuźnice, Jaworzynka, Kościelisko) i eksploatacji drewna: „ilość drewna użytkowana w latach 1807—1812 dla samych hut nie licząc potrzeb górnictwa wynosiła około 16 tys. m³ rocznie, oprócz tego walcownikom dostarczano około 3,5 tys. m³ drewna opałowego rocznie” (17). „W roku 1860 wyrąbano w lasach dworskich w gminie Bukowina i Brzegi położonych wszystko drzewo mające nad 20 cali grubości, a w latach od 1869—1871 wyrąbano resztę grubszego drzewa tak, iż pozostało jedynie gdzieś niedzie drzewo 8 calowe” (9). Górnictwo i hutnictwo przyczyniło się szczególnie w wiekach XVIII i XIX do wycięcia w regionie Tatr głównie lasów mieszanych bukowo-jodłowych regła dolnego i przez to do zniekształcenia drzewostanów, w których przewagę ma obecnie świerk, wprowadzany sztucznie w miejsce jodły i buka.

Duży popyt na węgiel drzewny spowodował konieczność prowadzenia ewidencji ilości wypalanego węgla. Budowano magazyny, które były jednocześnie kantorami kupna i sprzedaży węgla drzewnego. Magazynier prowadził „dziennik węglarski” zapisując ilości kupionego i sprzedanego węgla. Wzór takiego „dziennika węglarskiego” przedstawia tabela 2 (14).

Korzec równał się 32 garncom a 1 garniec — 4 kwartom. Sprzedawano również węgiel na funty (funt staropolski dzielił się na 32 łuty, co wynosiło około 0,41 kg) (15).

„Gałęzie tej grubości drzewa, że ich ręką obiać nie można, a najczęściej 6 cali gruba, na węgle są najzdolniejsze. Pospolicie stos dREW 4 łokcie szeroki, 2 wysoki, a półtora długi, przez umiejętne palenie powinien wydać węgla około 4 worów, a każdym worze rachując około 125 funtów” (3).

Niska wydajność mielerzy (potrzeba spalania średnio około 10—12 m³ drewna na 1 tonę węgla drzewnego) zmusiła właścicieli lasów do szukania nowych, lepszych rozwiązań. Jednym z nich, opatentowanym przez p. Brunna w 1802 r., było zwęglanie drewna na żelaznej blasze. Wykopany dół przykrywano płytą żelazną o średnicy odpowiadającej podstawie ustawionego na niej stosu drewna. Ułożone szczapy i wałki w kształcie stożka ściętego

Przywieziono do magazynu węgla

od	do	grubych		małych		drobnych		w ogóle		pogoda podczas przewozu	zdanie o dobroci węgla
		kor- cy	garn- cy	kor- cy	garn- cy	kor- cy	garn- cy	kor- cy	garn- cy		
18 maja	20 maja	100	—	208	—	60	20	368	20	Deszcz	Węgłe są średniej dobroci

okrywano szczelnie popiołem i ziemią, a pod płytą rozpalono ogień. „Dwa doświadczenia uczynione w obecności osób urzędownie zesłanych na miejsce dały za średni wypadek z 230 stóp sześciennych drzewa — 178 stóp sześciennych węgla, waga drzewa użytego była równa 7652 funtów zaś waga węgla użytego była równa 2403 funtom” (13).

Uzyskano więc 1 tonę węgla drzewnego z około 5,5 m³ drewna. Wynik wydajności godny podkreślenia, tym bardziej, że równy obecnie osiąganym przez zakłady suchej destylacji drewna.

Rozwój techniki w końcu XIX wieku i produkcja wielkoprzemysłowa zwiększyła zapotrzebowanie nie tylko na węgiel drzewny, ale także na gaz drzewny i destylaty ciekłe. Fabryka octu i węgla drzewnego w Wygodzie (w dawnej tzw. Galicji) dostarczała rocznie około 3 tys. ton węgla drzewnego, zużywając do tego celu około 30 000 m³ drewna opałowego; Fabryka w Węgierskiej Górze — około 2 tys. ton węgla przy przerobieniu około 22 tys. m³ drewna. Wysokie zużycie drewna w przeliczeniu na ciężar otrzymanego węgla wytłumaczyć można dużym udziałem marszu w spalonym drewnie (10).

Obecnie produkujemy rocznie około 26 tys. ton węgla drzewnego, z czego z zakładów suchej destylacji drewna otrzymuje się około 22 tys. ton; 4 tys. ton wypala się w mielerzach (głównie w Bieszczadach). Zakłady suchej destylacji zużywają ponad 175 tys. mp drewna, a więc około 8 mp na 1 tonę węgla, gdy natomiast w mielerzach potrzeba jest około 13 mp drewna na 1 tonę węgla drzewnego (18). W obu przypadkach zużywa się na ten cel drewno stosowe niższej jakości, a tylko w niewielkim procencie odpady drzewne.

Wypalanie i stosowanie węgla drzewnego trwa już parę tysięcy lat, a nic nie straciło ze swej aktualności.

*Z Instytutu Użytkowania Lasu
i Inżynierii Leśnej SGGW*

LITERATURA

- Alexandrowicz B. — O drzewie i jego użytkach. Warszawa 1955.
- Bielenin K. — Starożytne mielerze Świętokrzyskiego hutnictwa żelaza. Historia kultury materialnej. PAN, 1959, 3.
- Kluk K. — O drzewach i ziołach dzikich. Tom II w Drukarni J. Mci Rzeczyplitey u XX, Schol, Piar. Warszawa 1788 r.
- Nowicki A. — Użytkowanie Lasów. Kraków 1913 r.

5. Połujański A. — Użytkowanie Lasów. Warszawa 1862 r.
6. Piaskowski J., Różycka T. — Badania technologiczne wyrobów żelaznych na ziemiach Polskich w okresie halsztackim i wczesnolateńskim. Historia Kultury Materialnej PAN, 1959, 3.
7. Prosiński S. — Chemia drewna. PiWRiL, Warszawa 1969.
8. Radwan M. — Rudy, kuźnice i huty żelaza w Polsce. WNT, Warszawa 1963.
9. Sokołowski S. — Las Tatrzański. PNPT, Zakopane 1936.
10. Szczerbiński J. — Fabrykacja octu i węgla drzewnego a przemysł ten w Galicji. „Sylwan” 1906.
11. Szwarc A. — Użytkowanie lasu. Warszawa 1922.
12. Ugrenowić A. — Eksploatacija Šuma. Polioprivredni Nakladni Zavod. Zagreb 1957.
13. Wypalanie węgla — „Sylwan” 1823, 3.
14. Wypalanie węgla — „Sylwan” 1828, 5.
15. Encyklopedia Rolnicza. Tom VI. Muzeum Przemysłu i Rolnictwa. Warszawa 1896 r.
16. Šumarska Enciklopedija. Zagreb 1963 r.
17. Tatrzański Park Narodowy. Praca zbiorowa pod redakcją W. Szafera. Kraków 1962.
18. Komunikat Technologiczny 36/1970. Przemysł chemiczny przerobu drewna.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 29 marca 1972 r.

Краткое содержание

Автор описывает способы выжигания древесного угля применяемые на польских землях и связи его использования с развитием металлургической промышленности. Первоначально применяемое выжигание угля в ямах впоследствии было заброшено из-за низкой производительности и неуспевания за бурным ростом переработки металлов. Большое использование древесины (10—12 м³ на 1 тонну древесного угля) вызывало вырубку лесов на значительных площадях, а особенно в районах где сильно развивается сталелитейная промышленность.

Несмотря на существенные изменения в технологии сталелитейной промышленности, а также и при углежжении древесины, древесный уголь не потерял своего значения, главным образом, из-за возможности применения во многих отраслях промышленности.

Настоящее производство древесного угля в Польше достигает около 26 тыс. тонн, получаемого, главным образом в ретортах или же системой флюидизации, а только около 4 тыс. тонн производится в кучах.

Summary

Author presents manners of charcoal burning used on Polish territories and the relation of its consumption with the development of metallurgical industry. The initial burning of charcoal in pits was later abandoned due to a low productivity of the final product and a lag behind the rapid increase in the metal treatment. High consumption of wood (10—12 cu.m. per 1 ton of charcoal) caused felling of forests on considerable areas, particularly in districts with a high development of metallurgical industry.

Despite significant changes of technology in metallurgical industry, as well as in carbonization of wood, the charcoal lost nothing of its importance, mainly owing to the possibility of its use in numerous branches of industry.

The receipt production of charcoal in Poland amounts to some 26 thousands of tons, producend mainly in retors or with aid of fluidization method, and only ca 4 thous. of tons is manufactured in charcoal kilns.