

ZBIGNIEW LAUROW

## Węgiel drzewny generatorowy z retort polowych

Генераторный уголь из полевых реторт

Generator charcoal from field retorts

Z węglanie drewna w naszym kraju przechodzi zmienne koleje losu. Po znacznym rozkwicie tej dziedziny gospodarki leśnej w wiekach ubiegłych, związanym z rozwojem metalurgii, w pierwszej połowie bieżącego stulecia następuje ograniczenie produkcji węgla drzewnego (1, 10, 11, 13). W początkach lat pięćdziesiątych uważano nawet, że używanie węgla drzewnego jest do pewnego stopnia dowodem zaco-fania gospodarczego i powinno być możliwie szybko zaniechane. Na przeszkodzie wprowadzaniu w życie tych sądów stał jednak przemysł chemiczny używający w swoich procesach znacznych ilości węgla generatorowego i aktywowanego.

W drugiej połowie lat pięćdziesiątych zaznacza się wzrost zapotrzebowania na węgiel drzewny w Polsce i w świecie. W związku ze zbyt małą mocą produkcyjną fabryk suchej destylacji zaistniała konieczność powrotu w Bieszczadach do zwęglania drewna w mielerzach ziemnych (2, 6). Na rynkach światowych obserwuje się gwałtowny wzrost cen węgla drzewnego od ok. 50 dol. USA za tonę w 1966 r. do ok. 160 dol. w 1978 r. (4) i ok. 350 dol. w 1980 r.

Produkcja węgla w mielerzach jest bardzo uciążliwa, wydajność surowca niska, a węgiel zawiera często znaczne ilości zanieczyszczeń. Z tego powodu poszukiwano metod zwęglania drewna w warunkach polowych w sposób kontrolowany. Opracowano w różnych krajach szereg projektów retort, z których jedynie czeskosłowackie, częste po znacznych przeróbkach, okazały się przydatne w polskich warunkach leśnych (7, 8). Po analizie krajowych leśnych warunkach zwęglania opracowano projekty czterech retort, z których dotychczas z powodzeniem wypróbowano dwa typy (8). Retorty te mają kształt cylindra zamkniętego od góry; wlot powietrza i wyloty gazów znajdują się w dolnej części. Wewnątrz umieszczono płyty osłonowe zabezpieczające retortę przed szybkim zużyciem (1, 2).

Z analizy zasobów drewna przydatnego do zwęglania, wydajności retort i organizacji zwęglania wynika, że obecnie optymalną lokalizacją polowego zwęglania są Bieszczady, Beskid Niski i lasy OZLP Szczeci-

nek. Duże zasoby drewna do zwęglania mamy również w okolicach Gorzowa Wkp. Wychodząc z zapotrzebowania przemysłu krajowego na węgiel drzewny i możliwości eksportowych, należy uznać za celowe rozwijanie obecnie polowego zwęglania wyłącznie w Bieszczadach i w Beskidzie Niskim (8).

Zwęglanie drewna w retortach polowych jest znacznie korzystniejsze niż w mielerzach ziemnych. Wpływa na to większa wydajność surowca, większa wydajność pracy, jakość węgla i mniejsza uciążliwość pracy.

Przy zwęglaniu drewna w warunkach laboratoryjnych w temperaturze ok. 400°C możliwe jest uzyskanie węgla w ilości ok. 40% wagi drewna absolutnie suchego użytego do zwęglania (3, 9, 12). Faktycznie w zakładach takiej wydajności surowcowej nie uzyskuje się, a wynik rzędu 35% należy uważać za bardzo dobry. Stosunek ten przy zwęglaniu drewna w mielerzach ziemnych kształtuje się na poziomie 20—25%.

Przy zwęglaniu drewna w retortach polowych stwierdzono, że średni ciężar uzyskanego węgla wynosi 31% ciężaru drewna zupełnie suchego. Przy zwęglaniu drewna całkowicie zdrowego stosunek ten rośnie do 43%, a drewna ze zgnilizną twardą i śladami miękkiej spada do ok. 24%.

Doświadczalnie stwierdzono (drogą ważenia zwęglanego drewna i uzyskanego węgla), że na 1 tonę węgla zużywa się średnio ok. 6,8 m<sup>3</sup> drewna grubego i ok. 7,0 m<sup>3</sup> tyczek sosnowych. Z 1 m<sup>3</sup> drewna grubego w trakcie badań uzyskiwano od 118 do 181 kg węgla absolutnie suchego, a z tyczek — od 127 do 169 kg węgla.

Stwierdzono, że istnieją dość znaczne wahania wydajności surowcowej w zależności od warunków zewnętrznych, do których przede wszystkim należy zaliczyć temperaturę powietrza, wiatry i opady.

Wpływ temperatury powietrza atmosferycznego uwidocznił się przede wszystkim w różnej wydajności surowcowej w różnych miesiącach. I tak uzyskiwano węgiel z 1 m<sup>3</sup> drewna:

— w marcu	od 137 do 160 kg
— w kwietniu	od 126 do 169 kg
— w maju	od 116 do 157 kg
— w czerwcu	od 149 do 162 kg
— w lipcu	od 140 do 202 kg
— w sierpniu	od 142 do 197 kg
— we wrześniu	od 164 do 189 kg

Trzy pierwsze miesiące, w których prowadzono badania, były miesiącami chłodnymi i deszczowymi. Najwyższe temperatury i najmniej opadów było w lipcu, sierpniu i w pierwszej dekadzie września. Stwierdzono również w ośrodku zwęglania w Moczarnem w Bieszczadach, że przy spadku temperatury powietrza poniżej —20°C wydajność surowca jak tak mała, że prowadzenie procesu staje się niecelowe, bywa, że przy silnych mrozach następuje samowygaszanie się retorty przy dużej ilości nie zwęglonego drewna.

Uzyskane wyniki wydają się sugerować, że wiejące wiatry mogą mieć również pewien wpływ na wydajność surowcową. Średnia wydajność z 1 m<sup>3</sup> drewna wynosiła przy pogodzie bezwietrznej 166 kg, a przy wietrznej 150 kg (różnica ok. 10%).

O znacznym wpływie opadów atmosferycznych na przebieg zwęglania świadczą przypadki samowygaszania się retort przy długotrwałych intensywnych opadach.

Wpływ warunków atmosferycznych na wydajność surowcową znacznie wyraźniej był widoczny w retorcie małej (zrębowej) niż dużej (przewoźnej, segmentowej i pierścieniowej).

Ogólnie można ocenić, że jakość węgla wyprodukowanego w retortach polowych jest dobra i całkowicie odpowiada wymaganiom stawianym węglowi generatorowemu, a czasami bywa, że i żarzonemu (12). W warunkach technicznych obowiązującej normy na węgiel drzewny zwykły przewidziano, że jego jakość charakteryzują następujące cechy: wilgotność oraz zawartość części lotnych, czystego składnika C i popiołu.

Wilgotność węgla z retort polowych uzależniona jest całkowicie od sposobu wygaszania retorty i od sposobu składowania drewna. Możliwe jest tu uzyskiwanie praktycznie całkowicie suchego węgla, ponieważ wygasić węgiel można przez zamknięcie wszystkich otworów w retorcie. W tym przypadku cykl zwęglania ulega jednak przedłużeniu z 2,5 dnia do ok. 6 dni. Z tego powodu celowe jest zalanie rozżarzonego węgla w retorcie wodą w ilości ok. 80 l na 1 tonę węgla i ponowne zamknięcie retorty. Ze względu na gwałtowne parowanie wody wilgotność węgla w chwili rozładowywania retorty nie będzie większa niż 4—5%. Zgodnie z wymaganiami normy maksymalna wilgotność węgla może wynosić 8%.

Wilgotność węgla będzie również uzależniona od sposobu jego składowania. Długotrwałe jego przechowywanie, szczególnie na przestrzeni otwartej, spowoduje wzrost jego wilgotności.

Średnia zawartość części lotnych w badanym węglu wynosiła ok. 12% i była znacznie niższa od wymienionej w normie maksymalnej, granicy wynoszącej 20%. Wyjątkowo zdarzają się próbki, w których zawartości części lotnych kształtuje się w pobliżu dopuszczalnego maksimum. Możliwe jest nawet, przy odpowiednim sterowaniu procesem, uzyskanie zawartości części lotnych poniżej 10%, a więc poniżej górnej granicy dla węgla żarzonego.

Średnia zawartość czystego składnika C w uzyskanym węglu wynosiła średnio ok. 81% i była wyższa od dopuszczalnej dolnej granicy wynoszącej 75% (12). W pojedynczych przypadkach uzyskiwano nawet wyniki przekraczające dopuszczalne minimum dla węgla żarzonego. W przypadku zaistnienia potrzeby możliwe jest takie prowadzenie procesu zwęglania, przy którym zarówno zawartość składnika C jak i części lotnych umożliwiłaby zakwalifikowanie uzyskanego produktu do węgla żarzonego.

Ważną cechą charakterystyczną węgla drzewnego jest zawartość popiołu. W normie podano, że maksymalna zawartość tego składnika w węglu generatorowym może wynosić 5%, a w żarzonym 2,5%. Średnia zawartość tego składnika w badanym węglu wynosiła 1,52%. W jednej tylko próbce stwierdzono zawartość popiołu większą od 12%. A więc również z punktu widzenia zawartości popiołu produkt uzyskiwany w retortach polowych ma cechy węgla generatorowego, a nawet żarzonego.

Warunki pracy przy zwęglaniu drewna w warunkach polowych są znacznie lepsze niż w mielerzach ziemnych. Okrycie zwęglonego drewna stalowym płaszczem retorty stwarza możliwości sterowania procesem w znacznych granicach. Wyeliminowanie konieczności okrywania drewna „płaszczem” zwiększa wydajność pracy, szczególnie w okresie zimy. Skrócenie czasu przebywania w pobliżu retort w porównaniu z czasem obsługi mielerzy zmniejsza czas, w którym obsługa narażona jest na wpływ trujących gazów i temperatury.

Z analizy czasu obsługi retort wynika, że największą wydajność pracy uzyskuje się w ośrodkach wyposażonych w 8 retort obsługiwanych przez 5 pracowników. Przy takim układzie możliwe jest osiągnięcie współczynnika czasu wykorzystania pojedynczej retorty 1,00, rocznej wydajności pracy 105 t węgla i rocznej wydajności pracy pojedynczego robotnika 168 t węgla. Roczne zapotrzebowanie ośrodka na surowiec wyniesie wówczas 8,4 tys. mp (pojemność retorty 10 mp). Przy pracy takiego ośrodka również w wolne soboty roczna wydajność retorty wyniesie 126 t węgla, roczna wydajność robotnika 201 t, a zapotrzebowanie na surowiec 10 tys. mp.

Z analizy sytuacji w kraju i na świecie wynika, że celowe jest dalsze rozwijanie produkcji węgla w retortach w warunkach polowych. Tą drogą uzyskuje się cenny surowiec dla metalurgii stali i metali kolorowych: jakość węgla drzewnego (tzw. w metalurgii koksu drzewnego) znacznie przekracza jakość koksu z węgla koksującego.

Inną korzyścią jest uzyskanie pewnej ilości surowca energetycznego, który może być wykorzystany na zaopatrzenie ludności, a głównie rzemiosła, gdzie będzie cenniejszym surowcem energetycznym (np. w kuźniach) niż koks z węgla kamiennego.

Zwiększenie produkcji węgla drzewnego w warunkach polowych umożliwi poprawę zaopatrzenia przemysłu chemicznego przy jednoczesnej obniżce kosztów transportu surowca. Obecnie przemysł chemiczny zaopatrywany jest w węgiel głównie przez zakłady suchej destylacji drewna. W zakładach tych, z dostarczonego tu surowca drzewnego, produkuje się w kosztownych urządzeniach przede wszystkim węgiel generatorowy identyczny do uzyskiwanego w retortach polowych. Węgiel ten z kolei podlega dalszemu uszlachetnianiu i dostosowaniu do potrzeb odbiorcy.

Celowe wydaje się zastanowienie, czy przy obecnych dużych trudnościach energetycznych nie będzie celowe maksymalne wykorzystanie retort polowych do produkcji węgla generatorowego. Zwolniona moc produkcyjna zakładów przemysłowych może być wówczas wykorzystana do wytwarzania produktu bardziej uszlachetnionego. Jednocześnie powstaną znaczne oszczędności w transporcie. Przy wydajności surowcowej 7 m<sup>3</sup> drewna na 1 t węgla przewożony węgiel będzie ok. 7-krotnie lżejszy niż surowiec wyjściowy. Zmniejszy się wówczas znacznie potrzebna ilość środków transportowych, paliwa, smarów itp. Wynikiem tego będzie znaczny spadek kosztów transportu. Przy założeniu, że tylko 50% drewna do suchej destylacji jest przewożone na większe odległości zadaniami transportowe przy przewozach węgla a nie surowca zmniejszą się o ok. 60 tys. t rocznie (5).



Zwęglanie drewna na terenie lasów może dać i inne korzyści. Zwiększenie zapotrzebowania na papierówkę w naszym kraju może doprowadzić do wystąpienia trudności w wyprodukowaniu odpowiedniej ilości drewna do suchej destylacji. W celu zaspokojenia zapotrzebowania na węgiel drzewny zaistnieje konieczność sięgnięcia po odpady zrębowe, które są bardzo mało podatne transportowo. Retorty polowe umożliwią przerób odpadów na miejscu w lesie, a przewozić się będzie bardzo łatwo w transporcie węgiel. Do obsługi retort wykorzystać będzie można niepełnosprawnych robotników leśnych, którym będzie można zapewnić godziwy zarobek.

Z przeprowadzonej krótkiej analizy wynika, że obecnie u nas w kraju produkcja węgla drzewnego generatorowego w retortach polowych jest możliwa i celowa. Rozwój tej dziedziny produkcji leśnej poprawi wykorzystanie bazy surowcowej, umożliwi racjonalne zatrudnienie części pracowników leśnictwa i dostarczy krajowi cennego produktu.

#### LITERATURA

1. Alexandrowicz B.: O drzewie i jego użytkach. Warszawa: Drukarnia gazety codziennej 1855.
2. Bańka S.: Próby zwiększenia drzewnego węgla bukowego pozyskiwanego sposobem mielerzowym w Bieszczadach. Maszynopis. Warszawa 1971.
3. Czechowski Z.: Badania na dtermicznym rozkładem drewna gatunków tropikalnych i fizykochemicznymi właściwościami otrzymanych produktów. Poznań: PTHN 1969.
4. FAO: Yearbook of forest products statistics 1978. Roma: FAO 1979.
5. Rocznik Statystyczny leśnictwa i gospodarki drewnem. Warszawa: GUS 1979.
6. Kobak K., Półzieć A.: Opis techniczny technologii wypału, suszenia i przechowywania węgla drzewnego mielerzowego w warunkach Bieszczadzkiego PPL „Las”. Maszynopis. Rzeszów 1977.
7. Kostroń L.: Studijni zapráva o výrobě dřevěného uhlí. „Lesnictvi” 1978 nr 24.
8. Laurów Z. i inni: Dokumentacja konstrukcyjna, technologiczna i ekonomiczna wypalania węgla drzewnego w retortach polowych. Maszynopis. Warszawa 1980.
9. Nikitin N.J.: Chimia drevesiny. Moskva-Leningrad: Izd. AN SSSR 1951.
10. Nowicki A.: Użytkowanie lasów. Kraków: G. Gebethner i Ska 1913.
11. Paschalis P.: O węglach dla hutnictwa i kuźni. Sylwan 1973 R. 117 nr 1.
12. PN-75/C-97553: Węgiel drzewny zwykły. Warszawa: PKN 1975.
13. Połujański A.: Użytkowanie lasów. Warszawa: Nakł. A. Lewińskiego 1862.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 10 lutego 1982 r.

#### Краткое содержание

Древесный уголь является очень важным продуктом для народного хозяйства. В связи со слишком небольшим его промышленной продукцией, было введено сжигание древесины в земляных углежёгах. В целях улучшения качества угля и условий труда разработано на основании заграничных образцов, четыре типа стальных реторт пригодных для продукции древесного угля в полевых условиях; эти реторты легко

разбираются и переносятся на другое место. Экспериментально констатировано, что в этих ретортах можно получить 1 тонну угля из около 6,8 м<sup>3</sup> лиственных и хвойных чурок или из около 7 м<sup>3</sup> сосновых жердей. Самая высокая производительность сырья была получена в теплые летние месяцы. Химический состав угля отвечал требованиям, которые остаются хорошему генераторному углю. Сжигание древесины предлагаемым методом дает возможность использовать отходы древесины в лесу и снижать стоимость производства угля. Возможность сжигания внутри насаждения дает полное трудоустройство и хорошие заработки лесным рабочим с профессиональными болезнями.

### S u m m a r y

The charcoal is a product very important for the national economy. Because of its too little industrial production, the charring of wood in earth charcoal pits was started in Poland. With the aim of improving the quality of the charcoal and the work conditions, basing on foreign standards, four types of steel retorts usable for charcoal production in field conditions were developed; the retorts can be easily disassembled and transported in another place. It was experimentally stated that in these retorts 1 ton charcoal was obtained from about 6.8 cu.m. of deciduous and coniferous rolls or from about 7 cu.m. of pine poles. The highest output from the raw material was in warm summer months. The chemical composition of the charcoal was meeting the requirements of good generator charcoal. The burning of wood after proposed method will render possible to utilize the residuary wood in the forest and to reduce the cost of charcoal production. The charring of wood inside the stands gives the possibility of full employment and good wages for forest workers with occupational diseases.