

JANUSZ SURMIŃSKI

Węglarstwo leśne

Znaczenie produktów węglarstwa leśnego dla postępu technicznego w świecie

Forestry charcoaling

Significance of forestry charcoaling products in world technological progress

ABSTRACT

The author briefly provides information on charcoal, wood tar, birch tar, wooden black and potash as well as in other products of wood thermolysis. As early as in the latest period of the Stone Age (i.e. Neolithic) charcoal was used for burning bricks and ceramics, smelting metal ores, thermal processing of metals as well as in goldsmithing. Both charcoal and wood tar had particular importance in the development of military technology, especially flammable materials, black gun powder and therefore, in the origin of fire arms and artillery. Wood tar was also used for sealing watercrafts, roofs and building timber preservation. Birch tar was used medicine and veterinary. Wooden black and potash was also produced by forestry charcoaling.

KEY WORDS

charcoal, pitch, birch bark tar, wooden black, potash, ceramics, bricks, porcelain, glass, black gun powder, flammable materials, metals melting and their processing (metallurgy), cold steel, fire arms, artillery, shipbuilding, wood impregnation, wood protection against moisture and rot, soap production, printing paint production

Wstęp

Rozkładowa destylacja drewna jest „stara jak świat” [Szwarc 1923], toteż węgiel i smoła drzewna jak też sadza drzewna i potaż musiały mieć duże znaczenie dla postępu technicznego w świecie i rozwoju cywilizacji.

Węgiel drzewny jest produktem stałym powstającym w procesie termolizy drewna. Zarówno węgiel jak i smoła drzewna są substancjami tworzącym się w wyniku bardzo dużych przemian struktury składników chemicznych drewna, takich jak celuloza, hemicelulozy i przede wszystkim lignina zawierających największą ilość węgla pierwiastkowego. W drewnie występuje 49,5% węgla, ponadto 6,3% wodoru i 44,2% tlenu [Prosiński 1984].

W węglu drzewnym zawartość węgla pierwiastkowego zwiększa się do około 80% jego masy [Kiełczewski 2001].

Poza tym węgiel drzewny zawiera od 3,5 do 4,0% wodoru, od 14 do 16% tlenu, niewielką ilość azotu oraz od 0,04 do 0,3% składników mineralnych, stanowiących po spaleniu popiół, przy czym niemal połowę stanowi węglan potasu.

JANUSZ SURMIŃSKI

Institut Chemicznej Technologii Drewna
Akademia Rolnicza
ul. Wojska Polskiego 38/42
60-637 Poznań

Węgiel drzewny żarzony do celów hutniczych otrzymuje się w temperaturze od 600° do 650°C. Jego ciepło spalania waha się w granicach od 31,45-32,67 MJ/kg dla węgla otrzymanego w mielerzach do 32,68 MJ/kg otrzymanego w piecach mielerzowych lub retortach.

Temperatura spalania węgla drzewnego w strumieniu powietrza wynosi ponad 1500°C, a więc jest wyższa od temperatury topnienia niektórych metali. Dlatego też od dawna w kuźniach używane są miechy kowalskie.

Gęstość węgla drzewnego wynosi od 1,0 do 1,3 g/cm³, a jego gęstość pozorna od 0,2 do 0,5 g/cm³ [Kieczewski 2001; Zienkiewicz 1959].

Uporządkowanie struktury węgla drzewnego następuje wraz ze wzrostem temperatury jego wyżarzania w granicach od 300 do 700°C (wg Barabasa i Lewina) [Kieczewski 2001].

Najważniejszym produktem ciekłym powstającym podczas termolitycznego rozkładu drewna jest smoła drzewna. Jest to mieszanina, jak się obecnie sądzi, około 2000 związków chemicznych alifatycznych i aromatycznych o charakterze kwasów organicznych, aldehydów, alkoholi, ketonów i innych dotychczas jeszcze bliżej nieznanymi substancjami organicznymi, niekiedy o właściwościach antyseptycznych jak w przypadku smoły czyli dziegciu z cienkiej kory brzozy zwanej dawniej brzością [Kieczewski 2001; Surmiński 2002]¹.

Produkty węglarstwa leśnego i ich zastosowanie

Węgiel drzewny używany był już w neolicie do wypalania cegły i wyrobów ceramicznych, przede wszystkim garncarskich, w krajach południowo-wschodniej Azji, a więc w Chinach i na półwyspie Malajskim, w Indiach, Persji, Mezopotamii, szczególnie w Babilonii oraz w Azji Mniejszej. W Egipcie wyroby ceramiczne były znane już co najmniej od tysiąca lat przed Chrystusem. Podobnie w Grecji już wówczas wyrabiano amfory, z których słynął Korynt, a w starożytnym Rzymie wazy etruskie.

Na naszych ziemiach w okresie tym znane były też różnego rodzaju naczynia ceramiczne, znajdujące dziś podczas prac wykopaliskowych, przede wszystkim w Biskupinie.

Sztuka otrzymywania węgla drzewnego i smoły drzewnej znana była w Chinach już przeszło 4000 lat temu. Tam też przed około 2000 lat wynaleziono dymny proch strzelniczy, wykorzystując węgiel drzewny jako substancję wybuchową, a smołę drzewną jako substancję łatwopalną.

Wynalazek ten przyczynił się do wyrobu ogni sztucznych, pochodni, a przede wszystkim pocisków raketowych, których podobno z ówczesnych raketnic można było równocześnie wystrzelić nawet 400. W Chinach też już wówczas wyrabiano miecze obosieczne rozszerzające się ku dołowi, w które uzbrojone były wojska strzegące Wielkiego Muru. Węgla drzewnego używano też do wypalania słynnej chińskiej porcelany.

Jak wspomniano, również w Indiach znany był węgiel drzewny, który stosowano podczas wytopu rud metali i obróbce cieplnej. Dowodem tego może być znajdująca się w Delhi 7-metrowej wysokości kolumna żelazna licząca ponad 1600 lat, która dotychczas nie ma śladów korozji [Auboyer 1975]. Podobnie w Egipcie węgiel drzewny był wykorzystywany już przed 2000 lat przed Chrystusem na co wskazuje rozpoczęta tam najwcześniej epoka brązu [Assmuss 1867; Węzyk 1872].

W Grecji od dawna węgiel drzewny wykorzystywano jako opał pozwalający otrzymać wysoką temperaturę i musiał być stosowany do obróbki metali. Już bowiem znany z mitologii kulawy Hefajstos trudnił się kowalstwem. W III w. przed Chrystusem Teofrast z Lesbos w swej „Historiae plantarum” wspomina o otrzymywaniu smoły drzewnej w Macedonii.

¹ Uwaga: W opracowaniu niniejszym nie omówiono właściwości i zastosowania węgla aktywnego, który po raz pierwszy został otrzymany w roku 1848. Do aktywacji zawsze używano węgla drzewnego wyżarzany w wysokiej temperaturze, jaki już wówczas był produkowany w zakładach rozkładowej destylacji drewna, a nie przez węglarstwo leśne [Prosiński 1957]

Produkcja węgla drzewnego musiała przetrwać w Macedonii przez całe wieki, gdyż jak pisze Szczerbowski [1906] „z Macedońskich borów ciągnęły przez wieki ciężkie wozy czyli maże z węglem drzewnym do Konstantynopola zwanego po zdobyciu w roku 1453 przez Turków Osmańskich Stambułem – a może nawet do Damaszku i na południe ku Grecji, tak i z Podkarpaccich i nadbużańskich borów na wschód ku Morzu Czarnemu”.

Węgiel drzewny był produktem poszukiwanym zarówno na Bliskim jak i Dalekim Wschodzie. W Damaszku właśnie wytwarzano doskonałą stal, z której miejscowi płatnerze wyrabiali słynne szable damasceńskie znane nie tylko we wszystkich krajach arabskich, lecz i w Europie, przede wszystkim w Polsce, zwłaszcza w XVI i XVII wieku. Na Dalekim Wschodzie natomiast otrzymywano podobno za pomocą węgla drzewnego z kasztanowca zwyczajnego (*Aesculus hippocastanum* L.) stal z dodatkiem złota na miecze samurajskie, która jakościowo była lepsza od stali damasceńskiej. Również doskonałej jakości była od dawna dzięki węglowi drzewnemu stal szwedzka.

Pierwsze wzmianki o smole drzewnej spotyka się w dziele Pliniusza Starszego „Historiae naturalis” w I w. po Chrystusie stwierdzające, że ma ona właściwości lecznicze, a zwłaszcza antyseptyczne i od dawna stosowana była w Egipcie w lecznictwie oraz do balsamowania zwłok. Wówczas też, już w Rzymie otrzymywano z dziegciu brzoźowego olejek brzoźowy (*oleum betulinum*), który używano w celach leczniczych [Koss 1923; Wężyk 1872].

W starożytności i początkach średniowiecza smoła drzewna była może nawet bardziej poszukiwanym produktem niż węgiel drzewny. Wiązało się to z używaniem jej do smołowania dachów, uszczelniania łodzi i galer oraz do celów militarnych. Wrzącą smołę drzewną wylewano wraz z różnymi cuchnącymi nieczystościami z murów broniących się zamków i miast na szturmujących zdobywców [Sikorski 1997].

Dopiero z początkiem XIII wieku po wynalezieniu w Europie przez niemieckiego mnicha Bertholda Schwarza dymnego prochu strzelniczego węgiel drzewny stał się produktem bardzo poszukiwanym [Nowak 1965]. Jak ważnym produktem węglarstwa leśnego pozostała jednak nadal smoła drzewna świadczyć o tym może, że pierwszy opis technologiczny jej wytwarzania oraz opis pieca do produkcji smoły drzewnej znajduje się w dziele „De vegetabilibus” – O roślinach Alberta Wielkiego jak nazywano Alberta von Bollstädt (1200-1280) dominikanina, teologa i filozofa określanego jako wszechuczzonego złotego wieku średniowiecza, nauczyciela św. Tomasza z Akwinu [Anzulewicz 1997]. Widać z tego jak doceniano właściwości węgla oraz smoły drzewnej, rzecz można - „Si vis pacem, para bellum”.

Wynalezienie dymnego prochu strzelniczego w Europie oraz wykorzystanie właściwości palnych i wiążących właściwości smoły drzewnej umożliwiło szybki rozwój pirotechniki. Już w XIII wieku pojawiają się w użyciu strzały zapalające nasyczone mieszaniną prochu strzelniczego i smoły, którą to wówczas nazywano ogniem greckim. Niebawem zaczęto używać jej też do nasycania starych szmat i powrozów wyrzucanych przez katapulty oblężnicze [Nowak 1965].

Proch strzelniczy przyczynił się do rozpowszechnienia ręcznej broni palnej, jaką były długolufowe ciężkie hakownice z hakiem u spodu, by można je było opierać o mur czy płot. Była w nie uzbrojona ówczesna piechota [Nowak 1965].

Jednak w krótkim czasie potem następuje szybki rozwój artylerii. Tak więc dymny proch strzelniczy i smoła drzewna jako substancja łatwo zapalna jest używana początkowo do wypełniania worów artyleryjskich do bombard, czyli dział wyrzucających kule kamienne. Niebawem jednak powstają kolubryny, czyli działa spiżowe o dużym kalibrze, strzelające już pociskami. Przy czym mogły być to pociski dymne, smugowe lub burzące (Siemienowicz 1650). Kolubryny używano od XVI do końca XVIII wieku.

Począwszy od XV wieku wyżej opisaną mieszaniną wybuchową wypełniano także garnce bojowe będące prototypami granatów ręcznych, maszyny piekielne jak nazywano wówczas miny oraz rakiety. Omawia to w słynnym traktacie „Consilium rationis bellicae” [1558] hetman koronny Jan Tarnowski, zwycięzca w roku 1551 bitwy z Wołochami pod Obertynem. Jak więc widać węgiel drzewny i smoła drzewna odegrały niemałe znaczenie w rozwoju techniki wojennej. Dodać trzeba, że dymny proch strzelniczy używany był niemal do końca XIX wieku, gdy w 1863 roku Alfred Nobel wynalazł dynamit i gdy zamiast dymnego prochu strzelniczego zaczęto używać tak zwanej bawełny strzelniczej, czyli trójazotanu celulozy o silnych właściwościach wybuchowych [Nowak 1965; Prosiński 1984].

W Europie zapotrzebowanie na węgiel drzewny bardzo szybko wzrastało w związku z powstawaniem coraz liczniejszych hamerni², kuźnic³ oraz hut i manufaktur szkła jak na przykład na wyspie Torcello w Wenecji [Paschalis 1973; Stefańska 1980]. Z węgla drzewnego korzystają również w coraz większej ilości wytwórnie kamionki i fajansu istniejące zwłaszcza we Włoszech, a po opracowaniu przez Fryderyka Böttgera w roku 1709 technologii produkcji porcelany również jej wytwórnie w Miśni w Saksonii i innych krajach. W Polsce porcelanę zaczęto produkować z początkiem XVIII wieku w Korcu (gdzie wytwarzano też słynne kaffe) i Baranówce na Kresach Wschodnich, Tomaszowie Lubelskim i Ćmielowie [Encyklopedia Powszechna 1959]. Wcześniej znana była w Europie tylko porcelana importowana z Chin.

W Polsce począwszy od XIV wieku wzrasta zapotrzebowanie na węgiel drzewny w związku z coraz większą produkcją cegły używanej do budowy kościołów i zamków. Już król Kazimierz Wielki „zastał Polskę drewnianą a zostawił murowaną”. Począwszy od XVI wieku zapotrzebowanie to wzrasta jeszcze bardziej w związku z częstszą budową domów z cegły w miastach oraz murów miejskich. W tym też czasie rozpoczyna się budowa różnego rodzaju manufaktur oraz powstaje Staropolskie Zagłębie Przemysłowe u podnóża Gór Świętokrzyskich, gdzie w Samsonowie zbudowany został w roku 1598 pierwszy w kraju wielki piec hutniczy do wytopu żelaza i do dzisiaj znajdują się ruiny hut wzniesionych tam w latach 1818 do 1823 [Przewodnik po Polsce 1963]. Tam też począwszy od połowy XVIII wieku znajdowała się fabryka broni [Nowak 1965] dostarczająca broń Wojsku Polskiemu podczas Powstania Listopadowego w 1830 r.

Można się więc domyślać jak duże ilości węgla drzewnego pochłaniały zakłady w samym tylko Samsonowie. Dowożono go z mielerzy i pieców mielerzowych z Gór Świętokrzyskich jak również leżącej po prawej stronie Wisły Puszczy Sandomierskiej [Zaręba 1978].

Wzrasta coraz bardziej zapotrzebowanie na smołę drzewną spowodowane rozwojem budownictwa w miastach. Wiąże się to nie tylko ze smołowaniem dachów, lecz również zabezpieczaniem przez powierzchniowe smołowanie drewna, szczególnie belek przyciesi⁴ stykających się bezpośrednio z gruntem [Matejak, Pachelska 2000; Wężyk 1872].

W tym czasie wzrasta też produkcja mazi czyli smoły drzewnej otrzymywanej w dołach wyłożonych kamieniami i następnie mieszanej z terpentyną smolejową. Maź służyła jako smar do ciężkich wozów zwanych mażami [Głowacki 2001].

Od dawna węgiel drzewny otrzymywano w krajach Afryki Zachodniej, gdzie używany był do wytapiania złota. Karawele kupców portugalskich od czasów Henryka Żeglarza (XV w.) prowadzących handel korzenny z Indiami i Dalekim Wschodem wracając przywoziły też złoto z krajów nad Zatoką Gwinejską, które to kraje nazywano Złotym Wybrzeżem. Wyprawy te stały się inspiracją dla Krzysztofa Kolumba do poszukiwania krótszej drogi do Indii Zachodnich, a w rezultacie odkrycia Ameryki w roku 1493 [Guláš, Pevný 1985].

² hamernia – huta, w której wyłącznie otrzymywano żelazo

³ kuźnica – zakład mający ognisko dymarskie i młot przekuwający

⁴ przyciesie – belki stykające się bezpośrednio z gruntem w konstrukcji ściany domu

Węgiel drzewny znany musiał być od bardzo dawna w Nowym Świecie, gdzie wykorzystywano go przede wszystkim do wytopienia złota i srebra oraz obróbki tych metali. Świadczy o tym chociażby mogą skarby, które zrabowali konkwistadorzy hiszpańscy – Cortez skarby Azteków w Meksyku i Pizarro skarby Inków w Peru.

Ponadto, jakie ilości węgla drzewnego musiano zużyć, aby otrzymać miliony złotych dublonów hiszpańskich, sztab złota oraz przedmiotów srebrnych znajdujących się we wrakach galeonów uległych zatopieniu podczas sztormów w okresie od 1554 do 1808 roku na Morzu Karaibskim, które określa się dziś mianem „Skarba Florydzkiego”.

Innym przykładem może być zatopiona przez zespół okrętów angielsko-holenderskich u wybrzeży hiszpańskich w pobliżu portu Vigo w roku 1702 „Druga Srebrna Flota”, w tym 13 galeonów wiozących sztaby złota i przedmioty srebrne o wartości jak obliczono około 140 milionów dolarów [Grobicki 1974]⁵.

Z węglarstwem leśnym, a przede wszystkim z ludźmi zajmującymi się zwłaszcza wyrobem węgla i smoły drzewnej wiążą się również początki osadnictwa polskiego w Ameryce Północnej. Wśród pierwszych Polaków przybyłych w roku 1607 na brytyjskim galeonie „Mayflower” znajdowali się przede wszystkim „smolarze”, przy czym zwracano również uwagę, by nie obcy był im również wyrób dziegiu i potażu, jak i znajomość bednarstwa. W grupie tej znajdowali się też liczni rzemieślnicy pracujący w hutach szkła. Zapotrzebowanie na pracowników tych zawodów wiązało się więc ściśle z coraz większym rozwojem osadnictwa na tym kontynencie i miast oraz wzrastającą liczbą budowanych statków i okrętów przez tamtejsze stocznie. Pierwsi osadnicy polscy założyli też pierwszą osadę polską Jamestown w Wirginii [Pertek 1957].

Smoła drzewna od zamierzchłych czasów służyła również do zabezpieczania drewna i uszczelniania różnego rodzaju jednostek pływających. Już podobno nawet Arka Noego miała „wnętrze smołą wylane”!

Zarówno więc stocznie morskie jak i śródlądowe potrzebowały coraz większych ilości abietynowej smoły drzewnej, czyli smoły z gatunków drzew iglastych, przede wszystkim sosny zasobnej w żywicę. Smoła ta charakteryzuje się mniejszą kwasowością, wskutek czego nie powoduje tak szybkiej korozji elementów metalowych statku jak też w mniejszym stopniu niszczy liny okrętowe, takielunek i brezenty służące do przykrywania ładunku znajdującego na pokładach statków czy barek.

Jak stwierdzono statki pływające po Dunaju oraz Łabie miały takielunek oraz brezenty przykrywające ładunek na pokładzie, najczęściej soli, już od około roku 1794 do początku XX wieku zabezpieczone abietynową smołą drzewną [Pohland 1997].

Smołą drzewną zmieszaną z krowią sierścią były natomiast zabezpieczane drewniane kadłuby statków przed świdrakiem okrętowcem (*Teredo navalis*). W taki sposób zabezpieczone były szwedzkie szkunery Ericksona z Wysp Alandzkich na Bałtyku, odbywające jeszcze w latach dwudziestych ubiegłego wieku rejsy do krajów Dalekiego Wschodu po herbatę, owoce południowe i tkaniny jedwabne [Karlsson 1974].

Smołą drzewną zabezpieczano niegdyś również liny kopalniane [Wężyk 1872]. Trzeba też wspomnieć dziegieć, czyli smołę otrzymywaną podczas rozkładowej destylacji cienkiej kory brzozonej nazywanej niegdyś brzozą. Dzięki występowaniu w niej politerpenu zwanego betulinolem i innych pokrewnych związków oraz suberyny dziegieć ma właściwości antyseptyczne, dzięki którym od wieków był stosowany w leczeniu ludowym i weterynarii, lecz również w garbarstwie, a nawet dla celów kultowych. Największe ilości dziegiu produkowano niegdyś w Rosji, Finlandii i Polsce, a światowym ośrodkiem handlu dziegiem w XIX wieku i począt-

⁵ Wartość skarbów wywiezionych z Ameryki przez Hiszpanów w okresie od roku 1500 do roku 1820 ocenia się na ponad 10 bilionów dolarów! [Grobicki 1974]

kach XX wieku był Sankt Petersburg [Jääskeleinen 1981; Surmiński 2003; First International Symposium of Wood Tar and Pitch 1997].

Produktami ubocznymi podczas otrzymywania węgla drzewnego była terpentyna smolejowa nazywana również piecową oraz kwas octowy i metanol. Terpentynę smolejową otrzymywano podczas rozkładowej destylacji drewna żywicznego lub karpiny sosnowej jedynie w płaszczowych piecach mielerzowych czyli majdanach, które miały ogrzewanie przeponowe.

W pierwszej fazie pracy pieca, gdy temperatura wewnątrz nie przekraczała 160°C wraz z parą wodną oddestylowuje się terpentyna, której główne składniki α - i β -pinen wraz ze wzrostem temperatury ulegają izomeryzacji termicznej tworząc pironeny nadające zapach spalenizny, a zabarwienie ich stawało się coraz ciemniejsze [Surmiński 1994, 2003].

Terpentynę smolejową mieszano z etanolem otrzymując tak zwaną kamfinę służącą do oświetlenia. Dopiero rozdestylowanie ropy naftowej i wynalezienie przez Łukasiewicza lampy naftowej, która po raz pierwszy rozbłysła w roku 1851 w szpitalu miejskim we Lwowie, spowodowało, że terpentyny smolejowej używano już jedynie jako rozpuszczalnika do farb olejnych, a także past do obuwia i podłóg [Surmiński 1994, 2003].

Kwas octowy otrzymywano już w starożytności w mielerzach, w których opona składała się z ziemi z dodatkiem 20% rozdrobnionej węglanowej skały wapiennej. Powstający kwas octowy w wyniku reakcji tworzył octan wapniowy, który z kolei mieszano z siarką i wodą otrzymując w wysokiej temperaturze kwas siarkowy. Ten reagując z kationem wapnia powodował powstanie siarczanu wapnia i uwalniał kwas octowy. Dopiero w XIX wieku surówkę metanolowo-octową powstającą podczas termolitycznego rozkładu drewna zaczęto poddawać rozdestylowaniu otrzymując kwas octowy i metanol, zwany wówczas wyskokiem drzewnym [Alexandrowicz 1855; Wężyk 1872]. Kwas octowy używano powszechnie do konserwowania żywności utrwalania preparatów anatomicznych, a w starożytnym Egipcie do mumifikacji [Thieriot 1856].

Trzeba też wspomnieć, że węglarstwo leśne do połowy XIX wieku nie wykorzystywało produktów gazowych, które jak surówka octowo-metanolowa, a nawet często i smoła zatruwały środowisko naturalne, podobnie jak obecnie ma to miejsce w przypadku przenośnych metalowych pieców mielerzowych nazywanych błędnie retortami (np. w Bieszczadach).

W nowoczesnych zakładach rozkładowej destylacji drewna wszystkie te produkty są spalane [Kielczewski 1997].

Węglarstwo leśne produkowało też sadzę drzewną i potaż. Sadza od dawna służyła do wyrobu farb artystycznych, a od czasu wynalazku ruchomej czcionki przez Gutenberga do produkcji farby drukarskiej. W XIX wieku była też używana jako wypełniacz w początkach przemysłu gumowego [Rozowski 1951; Sobczak 1947].

Niedocenianym lub wprost zapomnianym produktem wyrabianym w dużych ilościach z popiołu drzewnego od XVI do połowy XIX wieku był potaż. Znajdował on zastosowanie w hutach szkła, mydlarniach i farbiarniach, a w początkach XIX w. w różnych gałęziach powstającego przemysłu chemicznego [Anonim 1827; Stieber 1923].

Reasumując, gdyby nie produkty dostarczane przez węglarstwo leśne rozwój cywilizacyjny jak również kulturalny byłby chyba niemożliwy, a świat współczesny wyglądałby inaczej.

Podziękowanie

Autor wyraża podziękowanie Panu dr. inż. Markowi Kielczewskiemu za udostępnienie dotychczas niepublikowanych materiałów.

Literatura

Alexandrowicz B. 1855. O drzewie i jego użytkach. W: Drukarnia Gazety Codziennej, Warszawa.

- Anonim 1827. O wyrobie potażu. Sylwan.
- Anzulewicz H. 1997. Albertus Magnus (ok. 1200-1280) über Holzteergewinnung, First International Symposium on Wood Tar and Pitch, Biskupin 1993. State Archeological Museum Warszawa.
- Assmuss E. 1867. Die Trockene Destillation des Holzes.
- Auboyer J. 1975. Sztuka Indii. Wyd. Artystyczno-Filmowe, Warszawa.
- Discovery Aud. TV, 15.07.2003, (31.01.2004).
- Encyklopedia powszechna PWN, Warszawa 1959.
- First International Symposium on Wood Tar and Pitch, Biskupin 1993. State Archeological Museum, Warszawa 1997.
- Głowacki S. 2001. Chemiczny przerób drewna w dawnych lasach. IV Konferencja WTD. SGGW, Warszawa.
- Grobicki A. 1974. Skarby na dnie mórz. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk.
- Guláš Š., Pevný P. 1985. Žaglowce. Wyd Sport i Turystyka, Warszawa.
- Jääskeläinen P. 1981. Betulinol and its utilisation. Paperi ja Puu, Paper och Tra 10.
- Karlsson E. 1974. Ostatnie żaglowce. Wyd. Morskie, Gdańsk.
- Kielczewski M. 1997. Rozwój technologii otrzymywania węgla drzewnego w Polsce. Kat. Obr. i Urz. Przem. AR Poznań.
- Kielczewski M. 2001. Technologia chemiczna odnawialnych surowców lignocelulozowych, cz. B. Instytut Chemicznej Technologii Drewna AR Poznań. Materiały na prawach rękopisu autorskiego.
- Koss A. S. 1923. Sucha destylacja drzewa. Mechanik, Zeszyty Drzewne.
- Nowak T. 1965. Z dziejów techniki wojennej w Polsce. Wyd. MON, Warszawa.
- Matejak M., Pachelska H. 2000. O niektórych sposobach przedłużania trwałości drewna. XX Sympozjum „Ochrona drewna”, Rogów. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Paschalis P. 1973. O węglach do hut i kuźnic. Sylwan 1.
- Pertek J. 1957. Polacy na szlakach morskich świata. Gdańskie Tow. Naukowe, Zakład Narodowy im. Ossolińskich we Wrocławiu.
- Pohlad G. 1997. Die Verwendung von Teer im Binnenschiffbau, First International Symposium on Wood Tar and Pitch, State Archeological Museum, Warszawa.
- Prosiński S. 1957. Technologia chemiczna organiczna. Chemiczny przerób drewna. PWN, Warszawa.
- Prosiński S. 1984. Chemia drewna. PWRiL, Warszawa.
- Przewodnik po Polsce. 1963. Wyd. Sport i Turystyka, Warszawa.
- Rozowski J. 1951. Sadza. Wyd. Czytelnik, Warszawa.
- Sobczak J. 1947. Kauczuk. Wyd. Czytelnik, Warszawa.
- Siemienowicz K. 1963. Wielkiej sztuki artylerii część pierwsza. 1650 wznow. przez Nowaka T. Wyd. MON Warszawa.
- Sikorski C. 1997. Wood Pitch as Combat Chemical in the Light of Jan Długosz's Annals and Some of the Old Polish Military Treasures. International Symposium on Wood Tar and Pitch, Biskupin 1993.
- Surmiński J. 1994. Żyvice naturalne. Wyd. AR, Poznań.
- Surmiński J. 2002-2003. Węglarstwo leśne Cz. I-III. Zeszyty Nauk Leśnych PTPN, Poznań. 93; 94.
- Stefańska D. 1980. Wenecja. KAW Warszawa.
- Stieber K. L. 1922. Technologia drewna. Księgarnia Polska B. Połanieckiego, Lwów, Warszawa.
- Szczerbowski J. 1906. Fabryka octu i węgla drzewnego a przemysł ten w Galicji. Sylwan 1.
- Szwarc A. 1923. Chemiczna przeróbka drewna. Wyd. Księgarni Rolniczej, Warszawa.
- Tarnowski J. 1558. Consilium rationis bellicae, wznowienie – przez H. Nowaka, Wyd. MON Warszawa 1965.
- Thieriot A. 1856. Technologia leśna, Nakładem Księgarni D. E. Friedlanda, Kraków, Warszawa.
- Wężyk E. 1872. O suchej destylacji drzewa. Druk A. Pajewskiego, Warszawa.
- Zaręba R. 1978. Puszcze, bory i lasy Polski. PWRiL, Warszawa.
- Zienkiewicz J. 1959. Węgiel drzewny. Słownik Towaroznawczy. Wydawnictwa Gospodarcze, Warszawa. VIII.

SUMMARY

Forestry charcoaling Significance of forestry charcoaling products in world technological progress

The author describes the application of charcoal and products of wood thermolysis such as pitch, wood tar, wooden black and potash in Asia, Europe, Africa and America as an important factor of technological progress from the prehistoric times. The application concerns ceramic

products, glass, explosives and primary black gun powder in China, metals melting in India and the Middle East countries and metal goods production primary armor. In Europe charcoal and the products of wood thermolysis contributed not only to the development of fire arms and artillery but also to the application in production printing paints which influenced the quick development of culture and civilization. Potash had played extremely important role in the development of such areas as soap production, dyeing and finally in the 19th century development of chemical industry. In America, especially in Mexico and Peru, charcoal was primary used in melting and processing gold and silver. The similar situation was in Africa, especially at the Gold Coast.