

BADANIE WPŁYWU RODZAJU I JAKOŚCI ZWĘGLANEGO SUROWCA W PROCESIE TERMOLIZY NA NIEKTÓRE WŁASNOŚCI WĘGLA DRZEWNEGO

Stanisław Hulisz

Instytut Chemicznej Technologii Drewna Akademii Rolniczej w Poznaniu
i Zakład Suchej Destylacji Drewna w Gryfinie

Synopsis. W pracy przedstawiono wpływ temperatury procesu termolizy i wilgotności drewna sosnowego, brzoźowego, grabowego, bukowego, lignitów, i celulozy na gęstość, temperaturę zapłonu i wytrzymałość węgla drzewnego na ściskanie oraz na jego skład chemiczny. Określono także zależność własności węgla drzewnego od rodzaju i stopnia porażenia drewna zgnilizną. Ponadto dokonano porównania wpływu zawartości celulozy i ligniny w surowcu iglastym i liściastym na temperaturę zapłonu węgla drzewnego.

I. GENEZA I CEL PRACY

Węgiel drzewny otrzymany w procesie rozkładowej destylacji drewna stanowi niezbędny surowiec w wielu dziedzinach gospodarki, a zapotrzebowanie na niego corocznie wzrasta [24]. Deficyt drewna powoduje wzrost prac badawczych nad zwęglaniem leśnych i przemysłowych odpadów drzewnych [5, 8, 21, 23, 31] oraz nad poszukiwaniem surowców zastępczych (lignity, torf i inne) do produkcji węgla o własnościach zbliżonych do własności węgla drzewnego [4, 6, 7, 12, 13, 29, 11].

Dąży się także do podwyższenia wydajności węgla drzewnego kosztem obniżenia uzysku produktów ciekłych i gazowych termolizy drewna oraz do obniżenia strat węgla drzewnego wynikających m.in. z samozapalania się tego produktu.

Szereg autorów informuje o zależności temperatury zapłonu węgla drzewnego od gatunku i jakości zwęglonego surowca [34, 14, 16, 1].

O zróżnicowaniu temperatury zapłonu węgla drzewnego świadczą np. dane, że węgiel sosnowy otrzymany w temperaturze 350°C ma temperaturę zapłonu 157°C, świerkowy 165°C, brzoźowy 156°C, osikowy 196°C. Autorzy [34, 14, 16, 1] nie wyjaśniają jednak przyczyn zróżnicowania temperatury zapłonu węgla.

Najbardziej istotną wadą drewna eliminującą je z wielu zastosowań jest zgnilizna. Są już jednak opracowania dotyczące wykorzystania drewna ze zgnilizną w prze-

myśle celulozowym, do ekstrakcji garbników i in. [27, 38, 36]. Również wydajność produktów rozkładowej destylacji drewna brzozonego, porażonego zgnilizną białą i brunatną, była przedmiotem specjalnych badań [33].

O wpływie stanu zdrowotnego drewna na wydajność produktów termicznego rozkładu drewna wspomina m.in. Prosiński [32]. Obszerne badania termolizy różnych gatunków zagrzybionego drewna przeprowadził Bergström [1]. Autor ten podaje, że węgiel wyprodukowany z drewna ze zgnilizną wykazuje większą zdolność adsorpcji tlenu niż węgiel pochodzący z drewna zdrowego. Zdaniem Bergströma [1] i Sterky [34] wyjątek stanowi węgiel sosnowy, który bez względu na jakość surowca ma zbliżoną utlenialność. Dane przedstawione przez Koróbkina [14] wskazują, że węgiel z drewna ze zgnilizną zaadsorbował około 2,7 raza więcej tlenu niż węgiel ze zdrowego drewna.

Kozłowski [16] podaje, że węgiel z drewna ze zgnilizną trudno się ochładza i jest bardzo kruchy. W związku z tym powstaje z niego duża ilość pyłu, stwarzająca dogodne warunki do samozagrzewania się węgla aż do temperatury zapłonu.

Niektórzy autorzy zwracają także uwagę na wpływ wymiarów surowca na jakość wyprodukowanego węgla [14]. Wielu badaczy zajmowało się także wpływem wilgotności surowca na wydajność produktów termolizy [4, 15, 18, 28, 30], nie zajmowano się jednak szczegółowym określeniem charakterystyki węgla.

Praca niniejsza miała na celu zbadanie, w jakim stopniu wpływa rodzaj i jakość surowca (przy uwzględnieniu stopnia zgnilizny określonego zawartością ligniny i celulozy) na własności węgla drzewnego, a w szczególności na temperaturę zapłonu i wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien.

II. MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Przy doborze gatunków drewna przeznaczonego do termolizy kierowano się względami praktycznymi. Wychodząc z założenia, że w przemyśle rozkładowej destylacji drewna w Polsce jako surowiec stosuje się przede wszystkim drewno brzozone, bukowe i grabowe oraz częściowo drewno sosnowe, zdecydowano się przeprowadzić badania tych gatunków na drewnie zdrowym, na korze i sękach oraz na drewnie rozłożonym w różnym stopniu przez grzyby, powodujące w Polsce największe straty w drzewostanach i na składnicach drewna. Do prób pobierano jedynie drewno ze zgnilizną, na którym występowały wyraźnie wykształcone owocniki. Huby oznaczano na podstawie cech makroskopowych [3, 25]. Poza tym zbadano węgiel pochodzący z lignitów włóknistych i kruchych ze złoża konińskiego. W związku z tym, że lignity — jak podaje Grabowska [9] — są produktami daleko posuniętego biochemicznego procesu lignifikacji drewna iglastego, możliwe jest porównanie własności węgla otrzymanego z lignitów z własnościami węgla wyprodukowanego z sosnowego drewna zdrowego i opanowanego zgnilizną o różnej zawartości ligniny. Natomiast dodatkowo wykonana termoliza celulozy siarczynowej umożliwiła określenie wpływu celulozy zawartej w surowcu na temperaturę zapłonu węgla. Termolizie poddano surowiec całkowicie suchy oraz o wilgotności około 15 i 25%.

Zwęglane drewno i lignity kruche miały wymiary $25 \times 25 \times 100$ mm, kora $25 \times 25 \times 100$ mm (grabowa grubości 5-17 mm, szerokości około 50 mm, długości około 100 mm), sęki $25 \times 25 \times 25$ mm, lignity włókniste — wstęgi $10 \times 3 \times 100$ mm, celuloza techniczna (prasowana) $100 \times 3 \times 100$ mm. Charakterystykę surowca przedstawiono w tabelach 1-4. Oznaczenie własności surowca wykonano według powszechnie stosowanych metod [20, 22, 10, 35].

Tabela 1

Niektóre własności fizykochemiczne surowca brzoźowego stosowanego do termolizy

Surowiec	Gęstość g/cm ³	Zawartość w %				
		celulozy	ligniny	pentoza- nów	grup metoksy- lowych	substancji mineral- nych
Drewno zdrowe	0,57	45,2	18,3	27,6	5,6	0,35
Drewno porażone przez <i>Fomes fomentarius</i>						
w ok. 20%	0,44	41,1	15,2	26,1	5,4	0,53
w ok. 40%	0,34	33,7	11,1	23,0	4,5	0,91
w ok. 60%	0,23	21,7	8,9	17,7	2,9	1,21
Drewno porażone przez <i>Fomes igniarius</i>						
w ok. 20%	0,42	35,8	12,7	21,2	4,9	0,50
w ok. 40%	0,33	30,3	9,3	15,4	3,5	0,72
w ok. 60%	0,25	23,1	6,5	11,1	2,4	0,84
Drewno porażone przez <i>Polyporus betulinus</i>						
w ok. 20%	0,40	37,5	24,4	22,0	5,9	0,42
w ok. 40%	0,31	31,3	32,7	18,3	6,7	0,63
w ok. 60%	0,24	16,2	46,7	10,2	7,5	0,97
Kora	0,21	18,4	11,5	10,7	4,8	2,3
Sęki	0,70	43,8	16,1	24,9	5,2	0,64

Tabela 2

Niektóre własności fizykochemiczne surowca grabowego użytego do termolizy

Surowiec	Gęstość g/cm ³	Zawartość w %				
		celulozy	ligniny	pentoza- nów	grup metoksy- lowych	substancji mineral- nych
Drewno zdrowe	0,67	48,5	22,0	29,0	6,1	0,43
Drewno porażone przez <i>Fomes igniarius</i>						
w ok. 20%	0,54	40,2	17,3	22,4	5,0	0,57
w ok. 40%	0,41	34,1	12,9	17,4	3,8	0,72
w ok. 60%	0,28	25,7	9,4	13,2	2,5	0,94
Kora	0,27	39,4	19,4	17,5	5,7	2,7
Sęki	0,79	47,1	23,6	19,7	6,3	0,79

Tabela 3

Niekóre własności fizykochemiczne surowca bukowego użytego do termolizy

Surowiec	Gęstość g/cm ³	Zawartość w %				
		celulozy	ligniny	pentoza- nów	grup metoksy- lowych	substancji mineral- nych
Drewno zdrowe	0,61	53,5	22,0	24,1	6,3	0,52
Drewno porażone przez <i>Fomes fomentarius</i>						
w ok. 20%	0,47	44,7	17,1	20,7	5,7	0,62
w ok. 40%	0,37	34,8	10,4	17,5	4,5	0,81
w ok. 60%	0,26	22,2	6,3	15,4	2,0	0,94
Drewno porażone przez <i>Polystictus versicolor</i>						
w ok. 20%	0,46	45,2	18,1	19,7	5,9	0,65
w ok. 40%	0,33	37,1	13,7	15,3	4,8	0,85
w ok. 60%	0,25	28,5	9,8	12,1	2,6	1,02
Kora	0,41	42,7	30,2	14,7	7,8	1,89
Sęki	0,77	51,8	23,2	21,4	6,5	0,89

Tabela 4

Niekóre własności fizykochemiczne surowca iglastego użytego do termolizy

Surowiec	Gęstość g/cm ³	Zawartość w %				
		celulozy	ligniny	pentoza- nów	grup metoksy- lowych	substancji mineral- nych
Drewno sosnowe (zdrowe)	0,45	50,45	26,95	10,7	4,8	0,21
Drewno sosnowe porażone przez <i>Trametes pini</i>						
w ok. 20%	0,34	44,1	20,7	9,0	3,9	0,35
w ok. 40%	0,28	35,2	16,1	7,3	3,5	0,40
w ok. 60%	0,19	27,9	11,6	6,1	3,1	0,52
Kora sosnowa	0,27	20,2	42,7	7,2	7,4	1,89
Sęki sosnowe	0,64	46,9	24,0	8,1	5,0	0,51
Celuloza techniczna	nie ozn.	86,2	3,57	nie ozn.	2,17	0,75
Lignity włókniste	„	39,3	51,1	„	5,12	1,58
Lignity kruche	„	14,3	79,1	„	8,2	4,2

Termolizę surowca przeprowadzono w aparaturze, której schemat przedstawiono na rysunku 1. Przebieg wzrostu temperatury ilustruje rysunek 2. Stosowano temperatury końcowe 350, 400 i 500°C.

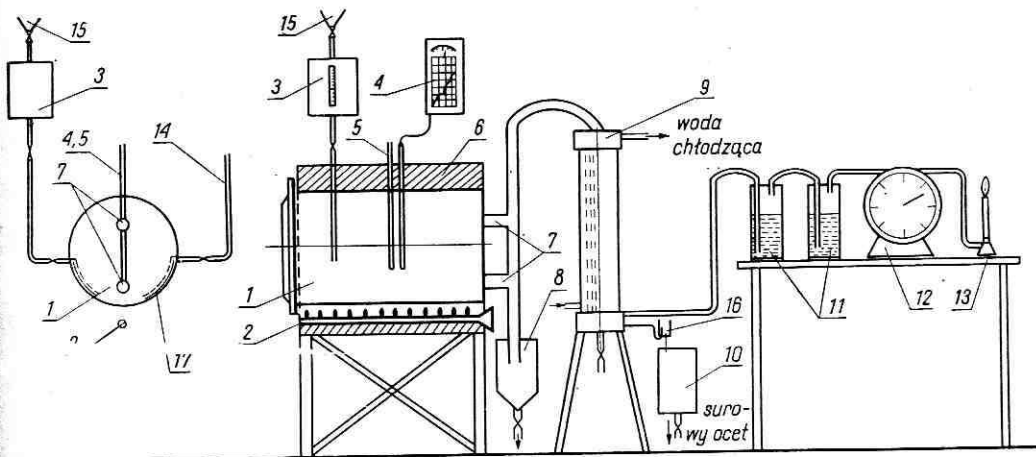
Czas trwania procesu był stały i wynosił 3 godziny. Wsad surowca w stanie suchym wynosił 10 kg. Węgiel wyładowywano z retorty, gdy temperatura w niej obniżyła się do około 30°C. W wyniku procesu termolizy drewna otrzymano węgiel, surowy ocet, smołę i gazy nie kondensujące. W badaniach produktów skoncentro-

wano się jedynie na oznaczeniach własności węgla drzewnego [17]. Wyniki przedstawiono w tabelach 5-16.

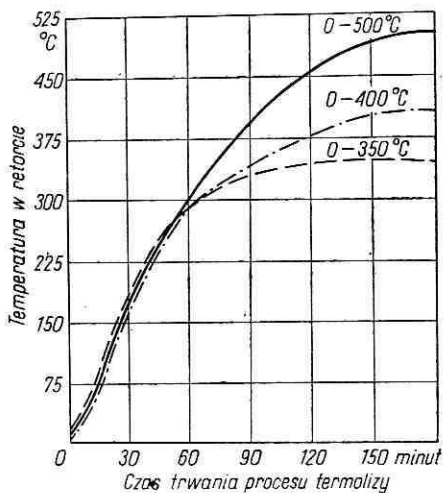
Wpływ zawartości celulozy i ligniny w surowcu na temperaturę zapłonu węgla iglastego ilustruje rysunek 3, a węgla liściastego — rysunek 4-6.

A. Przekrój poprzeczny retorty

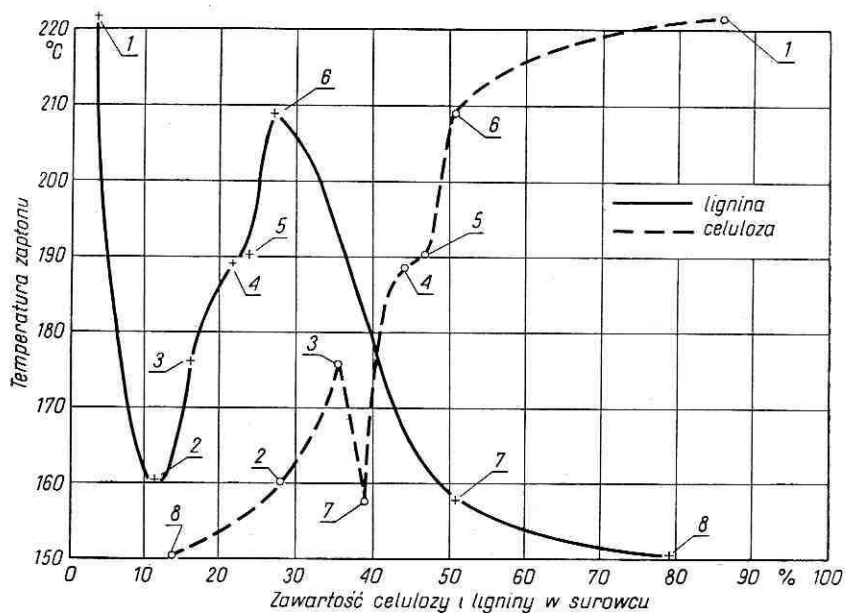
B. Przekrój podłużny



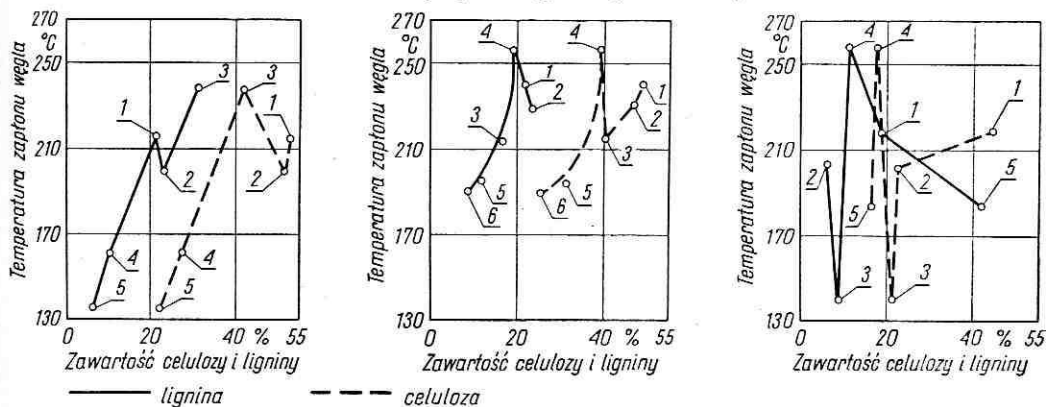
Rys. 1. Schemat aparatury doświadczalnej wraz z retortą o pojemności około 30 l: 1 — retorta, 2 — palnik, 3 — zbiornik, 4 — termometr wskazująco-rejestrujący, 5 — termometr rtęciowy, 6 — izolacja cieplna, 7 — króćce wylotowe, 8 — zamknięcie hydrauliczne, 9 — chłodnica rurkowa, 10 — zbiornik na surowy ocet, 11 — płuczki, 12 — gazomierz, 13 — palnik, 14 — doprowadzenie pary wodnej i gazów, 15 — lejek, 16 — latarnia przepływu surowego octu, 17 — bełkotka



Rys. 2. Przeciętny przebieg wzrostu temperatury w retorcji w czasie procesu termolizy surowca



Rys. 3. Wpływ zawartości celulozy i ligniny w surowcu iglastym na temperaturę zapłonu węgla zawierającego około 15% części lotnych: 1 — węgiel z celulozy technicznej, 2 — węgiel z drewna ze zgnilizną w około 60%, 3 — węgiel z drewna ze zgnilizną w około 40%, 4 — węgiel z drewna ze zgnilizną w około 20%, 5 — węgiel z sęków, 6 — węgiel z drewna zdrowego, 7 — węgiel z lignitów włóknistych, 8 — węgiel z lignitów kruchych



Rys. 4. Wpływ zawartości celulozy i ligniny w surowcu bukowym na temperaturę zapłonu węgla zawierającego około 15% części lotnych: 1 — drewno zdrowe, 2 — sęki, 3 — kora, 4 — drewno ze zgnilizną w około 60% (*Polystictus versicolor*), 5 — drewno ze zgnilizną w około 60% (*Fomes fomentarius*)

Rys. 5. Wpływ zawartości celulozy i ligniny w surowcu grabowym na temperaturę zapłonu węgla zawierającego około 15% części lotnych: 1 — drewno zdrowe, 2 — sęki, 3 — drewno ze zgnilizną w około 20% (*Fomes igniarius*), 4 — kora, 5 — drewno ze zgnilizną w około 40% (*Fomes igniarius*), 6 — drewno ze zgnilizną w około 60% (*Fomes igniarius*)

Rys. 6. Wpływ zawartości celulozy i ligniny w surowcu brzozowym na temperaturę zapłonu węgla zawierającego około 15% części lotnych: 1 — drewno zdrowe, 2 — drewno ze zgnilizną w około 60% (*Fomes igniarius*), 3 — drewno ze zgnilizną w około 60% (*Fomes fomentarius*), 4 — kora, 5 — drewno ze zgnilizną w około 60% (*Polyporus betulinus*)

III. ANALIZA WYNIKÓW DOŚWIADCZEŃ

A. WPLYW WILGOTNOŚCI SUROWCA LIŚCIASTEGO I KOŃCOWEJ TEMPERATURY PROCESU TERMOLIZY NA WŁASNOŚCI WĘGLA

Z tabel 5-13 wynika, że własności fizykochemiczne, mechaniczne i temperatura zapłonu węgla grabowego, bukowego i brzożowego zależą od wilgotności surowca i końcowej temperatury procesu termolizy. Węgiel z sęków w każdym przypadku — bez względu na wilgotność surowca i końcową temperaturę procesu — zawierał największą ilość substancji lotnych.

Dużą zawartość tych substancji stwierdzono też w węglu z kory. Obserwuje się nadto, że bez względu na gatunek i jakość surowca wraz ze wzrostem końcowej temperatury procesu wzrasta również gęstość węgla oraz zawartość w nim części mineralnych i czystego węgla. Stwierdzono z kolei, że gęstość oraz właściwości mechaniczne węgla otrzymanego z surowca o wilgotności 25% są niższe niż w przypadku węgla pochodzącego z surowca suchego. Z tabeli 8 wynika, że w zakresie badanych końcowych temperatur (350, 400, 500°C) węgiel grabowy wyprodukowany w temperaturze 400°C ma prawie o 10 kG/cm² mniejszą wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien od węgla wyprodukowanego w temperaturze 350°C i prawie o 20 kG/cm² mniejszą od węgla otrzymanego w temperaturze 500°C.

Z badanych surowców liściastych węgiel z kory grabowej ma najwyższą temperaturę zapłonu (240-270°C). Temperatura zapłonu węgla z drewna grabowego jest prawie o 20°C, a z sęków — od 20 do 40°C niższa od temperatury zapłonu węgla z kory tego gatunku drewna. Z danych tabeli 8 wynika także, że temperatura zapłonu węgla z suchego drewna grabowego otrzymanego przy 500°C przewyższa o 7°C temperaturę zapłonu węgla wyprodukowanego przy 350°C i o ponad 20°C przy 400°C. Różnice te w przypadku węgla z kory i z sęków grabowych są jeszcze wyraźniejsze. Wzrost wilgotności surowca powoduje bardzo nieznaczne obniżenie temperatury zapłonu węgla. Węgiel otrzymany w temperaturze 400°C z grabowego drewna ze zgnilizną ma najniższą temperaturę zapłonu. Jednocześnie stwierdzono, że im większe jest zaawansowanie rozkładu grabowego drewna przez *Fomes igniarius*, tym niższa jest temperatura zapłonu węgla otrzymanego z takiego surowca.

Węgiel bukowy (tab. 5) w porównaniu z węglem grabowym (tab. 8) ma mniejszą prawie o 20 kG/cm² wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien. Temperatura zapłonu węgla z drewna ze zgnilizną zależy od gatunku grzyba, który spowodował zniszczenie surowca. Jeżeli temperatura zapłonu węgla ze zdrowego drewna bukowego, wyprodukowanego w temperaturze 500°C, wynosi około 230°C, to z drewna rozłożonego mniej więcej w 60% przez *Fomes fomentarius* tylko około 145°C, a z drewna porażonego przez *Polystictus versicolor* około 175°C. Szczególnie więc działanie *Fomes fomentarius* mocno obniża temperaturę zapłonu węgla drzewnego.

Wytrzymałość na ściskanie węgla bukowego, zniszczonego mniej więcej w 60% przez *Fomes igniarius*, wynosi zaledwie około 10% wytrzymałości węgla z drewna zdrowego.

Węgiel brzożowy spośród badanych gatunków węgla (tab. 10-13) wykazuje największą wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien, tj. 160-190 kG/cm². Tem-

Tabela 5

Niektóre własności fizykochemiczne węgla otrzymanego podczas termolizy surowca bukowego w zależności od jego wilgotności i końcowej temperatury procesu
(wymiaru drewna i kory $25 \times 25 \times 100$ mm, sęków $25 \times 25 \times 25$ mm)

Surowiec	Rodzaj oznaczenia	Jedn. miary	Surowiec											
			suchy		temperatura w °C								25%	
			350	400	500	350	400	500	350	400	500	400	500	
Drewno	gęstość	g/cm ³	0,427	0,431	0,440	0,430	0,430	0,435	0,425	0,429	0,434			
	zawartość części mineralnych	%	1,27	1,31	1,37	1,30	1,34	1,39	1,30	1,32	1,41			
	zawartość części lotnych	%	17,80	12,10	8,30	19,20	13,70	9,70	21,40	15,60	10,40			
	zawartość czystego węgla	%	80,93	86,59	90,33	79,50	84,96	88,91	77,30	83,08	88,19			
temperatura zapłonu		°C	227	230	232	203	225	230	190	217	230			
wytrzymałość na ściskanie														
wzdłuż włókien		kG/cm ²	131	125	142	130	127	139	126	129	135			
Kora	gęstość	g/cm ³	0,317	0,323	0,320	0,320	0,325	0,325	0,319	0,320	0,323			
	zawartość części mineralnych	%	1,07	1,12	1,15	1,10	1,14	1,21	1,06	1,13	1,2			
	zawartość części lotnych	%	19,40	14,30	10,70	21,40	17,40	13,40	23,20	18,90	15,20			
	zawartość czystego węgla	%	79,53	84,58	88,15	77,50	81,46	85,39	75,74	79,97	83,60			
temperatura zapłonu		°C	241	236	257	240	237	254	212	240				
wytrzymałość na ściskanie														
wzdłuż włókien		kG/cm ²	24	21	27	25	25	27	23	26	28			
Sęki	gęstość	g/cm ³	0,495	0,504	0,510	0,500	0,503	0,509	0,500	0,498	0,505			
	zawartość części mineralnych	%	1,36	1,42	1,51	1,35	1,40	1,53	1,32	1,39	1,47			
	zawartość części lotnych	%	22,30	16,30	13,90	23,80	19,30	14,70	26,40	20,80	16,50			
	zawartość czystego węgla	%	76,34	82,28	84,59	74,85	79,30	83,77	72,28	77,81	82,03			
temperatura zapłonu		°C	197	183	207	190	179	201	190	180	186			
wytrzymałość na ściskanie														
wzdłuż włókien		kG/cm ²	55	46	52	53	42	48	50	43	47			

Tabela 9

Niektóre własności fizykochemiczne węgla otrzymanego podczas termolizy drewna grabowego porażonego przez *Fomes igniarius* w zależności od wilgotności surowca i końcowej temperatury procesu (wymiały drewna 25×25×100 mm)

Surowiec	Rodzaj oznaczenia	Jedn. miary	Surowiec									
			suchy		temperatura w °C						2,5%	
			350	400	500	350	400	500	350	400	500	
Drewno rozłożone w ok. 20%	gęstość	g/cm ³	0,384	0,395	0,403	0,381	0,390	0,400	0,380	0,388	0,395	
	zawartość części mineralnych	%	1,60	1,73	1,86	1,54	1,65	1,83	1,62	1,78	1,90	
	zawartość części lotnych	%	19,60	14,70	10,10	20,40	16,20	11,30	21,20	17,20	13,70	
	zawartość czystego węgla	%	78,80	83,57	88,04	78,06	82,15	86,87	77,18	81,02	84,40	
	temperatura zapłonu	°C	217	205	237	220	214	248	207	200	231	
		wytrzymałość na ściskanie										
		wzdłuż włókien	117	108	121	110	103	114	106	100	112	
Drewno rozłożone w ok. 40%	gęstość	g/cm ³	0,292	0,301	0,314	0,290	0,297	0,310	0,285	0,295	0,307	
	zawartość części mineralnych	%	2,23	2,41	2,54	2,20	2,37	2,47	2,14	2,31	2,39	
	zawartość części lotnych	%	18,40	13,90	9,40	20,70	15,90	10,80	21,80	16,40	12,90	
	zawartość czystego węgla	%	79,37	83,69	88,06	77,10	81,73	86,73	76,06	81,29	84,71	
	temperatura zapłonu	°C	220	203	224	212	197	223	198	203	220	
		wytrzymałość na ściskanie										
		wzdłuż włókien	50	52	60	47	50	56	45	45	53	
Drewno rozłożone w ok. 60%	gęstość	g/cm ³	0,204	0,213	0,223	0,200	0,209	0,215	0,197	0,205	0,212	
	zawartość części mineralnych	%	2,45	2,60	2,72	2,40	2,52	2,63	2,28	2,56	2,64	
	zawartość części lotnych	%	19,30	13,50	9,90	19,90	14,70	11,00	22,00	16,80	13,80	
	zawartość czystego węgla	%	78,25	83,90	87,38	77,70	82,78	86,37	75,72	80,64	83,56	
	temperatura zapłonu	°C	207	195	219	200	189	212	204	195	210	
		wytrzymałość na ściskanie										
		wzdłuż włókien	16	17	22	20	15	20	16	17	19	

Tabela 10

Niektóre własności fizykochemiczne węgla otrzymanego podczas termolizy surowca brzozonego w zależności od jego wilgotności i końcowej temperatury procesu (wymiary drewna i kory $25 \times 25 \times 100$ mm, seków $25 \times 25 \times 25$ mm)

Surowiec	Rodzaj oznaczenia	Jedn. miary	Surowiec											
			suchy			15%			25%					
			temperatura w °C											
Drewno	gęstość	g/cm ³	350	400	500	350	400	500	350	400	500	350	400	500
	zawartość części mineralnych	%	0,362	0,371	0,374	0,359	0,366	0,373	0,356	0,360	0,364	0,360	0,364	0,364
	zawartość części lotnych	%	0,74	0,77	0,80	0,75	0,80	0,83	0,79	0,84	0,89	0,84	0,89	0,89
	zawartość czystego węgla	%	18,7	10,1	7,2	21,3	14,2	9,4	23,2	17,4	11,7	23,2	17,4	11,7
	temperatura zapłonu	°C	80,46	89,13	92,0	77,95	85,0	89,77	76,01	81,76	87,41	76,01	81,76	87,41
Kora	wytrzymałość na ściskanie	kG/cm ²	182	164	190	170	159	181	164	149	176	164	149	176
	gęstość	g/cm ³	0,375	0,381	0,392	0,367	0,375	0,387	0,370	0,375	0,390	0,370	0,375	0,390
	zawartość części mineralnych	%	4,50	4,62	4,74	4,71	4,77	4,84	4,75	4,89	4,91	4,75	4,89	4,91
	zawartość części lotnych	%	20,1	16,3	13,5	21,9	19,2	14,9	23,8	20,4	16,6	23,8	20,4	16,6
	temperatura zapłonu	°C	75,40	79,08	81,86	73,39	76,03	80,26	71,45	74,71	78,49	71,45	74,71	78,49
Sęki	wytrzymałość na ściskanie	kG/cm ²	20	18	27	18	14	24	20	17	23	20	17	23
	gęstość	g/cm ³	0,390	0,393	0,407	0,385	0,396	0,403	0,380	0,395	0,410	0,380	0,395	0,410
	zawartość części mineralnych	%	1,10	1,15	1,19	1,06	1,17	1,25	1,15	1,26	1,29	1,15	1,26	1,29
	zawartość czystego węgla	%	23,7	17,8	14,1	25,8	20,3	15,7	28,3	24,8	17,2	28,3	24,8	17,2
	temperatura zapłonu	°C	75,83	81,05	84,71	73,14	78,53	83,05	70,55	73,94	81,51	70,55	73,94	81,51
	wytrzymałość na ściskanie	kG/cm ²	82	75	87	78	73	84	75	73	81	75	73	81
	wzdłuż włókien													

Niektóre własności fizykochemiczne węgla otrzymanego podczas termolizy drewna brzoźowego porażonego przez *Fomes fomentarius* w zależności od wilgotności surowca i końcowej temperatury procesu
(wymiary drewna 25×25×100 mm)

Surowiec	Rodzaj oznaczenia	Jedn. miary	Surowiec														
			suchy					15%					25%				
			temperatura w °C														
			350	400	500	500	350	400	500	500	350	400	500	500	350	400	500
Drewno rozłożone w ok. 20%	gęstość	g/cm ³	0,317	0,324	0,332	0,332	0,320	0,326	0,330	0,330	0,315	0,321	0,344				
	zawartość części mineralnych	%	1,12	1,19	1,26	1,26	1,10	1,12	1,19	1,19	1,2	1,26	1,31				
	zawartość części lotnych	%	17,4	13,7	11,7	11,7	18,9	15,6	12,2	12,2	20,0	16,8	13,7				
	zawartość czystego węgla	%	81,48	85,11	87,14	87,14	80,0	83,28	86,61	86,61	78,80	81,94	84,99				
	temperatura zapłonu	°C	167	173	180	180	165	162	173	173	160	157	170				
Drewno rozłożone w ok. 40%	wytrzymałość na ściskanie	kG/cm ²	131	120	136	136	123	114	127	120	115	124					
	wzdłuż włókien																
	gęstość	g/cm ³	0,265	0,270	0,274	0,274	0,257	0,263	0,265	0,265	0,260	0,264	0,267				
	zawartość części mineralnych	%	1,60	1,65	1,76	1,76	1,57	1,63	1,70	1,70	1,61	1,70	1,78				
	zawartość części lotnych	%	16,3	14,4	12,0	12,0	17,3	14,7	12,4	12,4	10,6	15,3	13,7				
Drewno rozłożone w ok. 60%	zawartość czystego węgla	%	82,10	83,95	86,24	86,24	81,13	83,67	85,9	78,79	83,00	84,52					
	temperatura zapłonu	°C	165	160	167	167	164	156	168	160	157	164					
	wytrzymałość na ściskanie	kG/cm ²	34	30	37	37	31	26	34	34	27	30	33				
	wzdłuż włókien																
	gęstość	g/cm ³	0,183	0,180	0,185	0,185	0,175	0,181	0,183	0,183	0,176	0,179	0,184				
Drewno rozłożone w ok. 60%	zawartość części mineralnych	%	2,17	2,25	2,37	2,37	2,15	2,23	2,30	2,21	2,30	2,37					
	zawartość części lotnych	%	17,0	12,6	9,4	9,4	18,1	13,4	10,6	10,6	20,9	14,2	12,4				
	zawartość czystego węgla	%	80,83	85,15	88,23	88,23	79,75	84,37	87,10	87,10	76,89	83,50	85,23				
	temperatura zapłonu	°C	149	142	157	157	145	137	154	154	143	140	148				
	wytrzymałość na ściskanie	kG/cm ²	13	10	8	8	11	9	13	13	10	9	12				
wzdłuż włókien																	

Tabela 13

Niektóre własności fizykochemiczne węgla otrzymanego podczas termolizy drewna brzoźowego porażonego przez *Polyporus betulinus* w zależności od wilgotności surowca i końcowej temperatury procesu (wymiary drewna 25 × 25 × 100 mm)

Surowiec	Rodzaj oznaczenia	Jedn. miary	Surowiec								
			suchy		temperatura w °C						
			15%	25%	350	400	500	350	400	500	350
Drewno rozłożone w ok. 30%	gęstość	g/cm ³	0,288	0,293	0,297	0,279	0,273	0,280	0,281	0,286	0,291
	zawartość części mineralnych	%	0,77	0,83	0,95	0,81	0,86	0,92	0,84	0,88	0,97
	zawartość części lotnych	%	22,3	17,4	13,7	23,8	18,4	14,3	25,6	19,4	15,5
	zawartość czystego węgla	%	76,93	81,77	85,35	75,39	80,74	84,78	73,56	79,72	83,53
	temperatura zapłonu	°C	207	200	227	210	197	224	214	200	231
wytrzymałość na ściskanie											
wzdłuż włókien		kG/cm ²	135	130	138	131	126	134	130	129	136
Drewno rozłożone w ok. 45%	gęstość	g/cm ³	0,231	0,227	0,238	0,225	0,229	0,234	0,230	0,226	0,233
	zawartość części mineralnych	%	1,09	1,16	1,20	1,14	1,19	1,26	1,10	1,19	1,24
	zawartość części lotnych	%	21,4	16,7	12,9	23,5	17,5	13,6	24,4	18,4	15,0
	zawartość czystego węgla	%	77,51	82,14	85,9	75,36	81,31	85,14	74,5	80,41	83,76
	temperatura zapłonu	°C	219	207	232	206	199	228	210	188	224
wytrzymałość na ściskanie											
wzdłuż włókien		kG/cm ²	41	38	43	40	40	42	37	35	41
Drewno rozłożone w ok. 60%	gęstość	g/cm ³	0,159	0,161	0,165	0,156	0,159	0,163	0,154	0,156	0,162
	zawartość części mineralnych	%	1,52	1,67	1,74	1,60	1,69	1,81	1,56	1,73	1,80
	zawartość części lotnych	%	21,9	15,4	12,7	24,0	17,6	13,9	25,9	19,3	14,6
	zawartość czystego węgla	%	76,58	82,93	85,56	74,4	80,71	84,29	72,54	78,97	83,6
	temperatura zapłonu	°C	192	168	187	207	189	206	198	174	186
wytrzymałość na ściskanie											
wzdłuż włókien		kG/cm ²	16	13	19	15	14	17	17	14	16

peratura zapłonu węgla ze zdrowego drewna brzozonego przewyższa prawie o 40°C temperaturę zapłonu węgla z drewna rozłożonego w 60% przez *Polyporus betulinus* i prawie o 60°C temperaturę zapłonu drewna zniszczonego w tym samym stopniu przez *Fomes fomentarius*. Natomiast temperatura zapłonu węgla otrzymanego z drewna brzozonego ze zgnilizną spowodowaną przez *Fomes igniarius* jest zbliżona do temperatury zapłonu węgla pochodzącego z drewna zdrowego. Węgiel brzozowy wyprodukowany z drewna porażonego przez wymienione grzyby wykazuje bardzo małą wytrzymałość na ściskanie. Wytrzymałość węgla otrzymanego z drewna rozłożonego w 60% przez *Fomes fomentarius* wynosiła tylko 5%, przez *Polyporus betulinus* 10%, a przez *Fomes igniarius* 15% wytrzymałości węgla z drewna zdrowego.

Węgiel pochodzący z drewna ze zgnilizną daje większą ilość popiołu niż węgiel z drewna zdrowego.

B. WPLYW ZAWARTOŚCI CELULOZY I LIGNINY W SUROWCU LIŚCIASTYM NA TEMPERATURĘ ZAPŁONU WĘGLA

Wykresy przedstawione na rysunkach 4-6 wskazują, że poza węglem z kory buka i grabu wzrost zawartości celulozy w pozostałym surowcu tych gatunków wiąże się ze wzrostem temperatury zapłonu węgla. Węgiel z drewna bukowego, zawierającego około 55% celulozy, ma temperaturę zapłonu około 215°C, z sęków (50% celulozy) — 200°C, a z drewna porażonego zgnilizną (20% celulozy) — 135°C. Węgiel z drewna grabowego (50% celulozy) ma temperaturę zapłonu 240°C, a z drewna ze zgnilizną (25% celulozy) — 190°C.

Natomiast temperatura zapłonu węgla brzozonego nie wykazuje prawidłowej zależności od zawartości celulozy w surowcu. Dla węgla ze zdrowego drewna brzozonego (45% celulozy) wynosi ona 220°C, gdy węgiel z drewna ze zgnilizną (25% celulozy), wywołaną przez *Fomes igniarius*, ma temperaturę zapłonu 200°C, przez *Polyporus betulinus* — 185°C, a przez *Fomes fomentarius* — 140°C. Uwidacznia się więc tu wpływ przede wszystkim rodzaju zgnilizny.

Analogiczną nieprawidłowość — jak w przypadku celulozy — wykazuje wpływ zawartości ligniny w surowcu na temperaturę zapłonu węgla. Z rysunków 4-6 widać jednak, że w miarę obniżania się udziału ligniny w surowcu na skutek działalności *Fomes fomentarius*, *Fomes igniarius* i *Polystictus versicolor* obniża się także temperatura zapłonu węgla. Natomiast temperatura zapłonu węgla otrzymanego z drewna brzozonego porażonego przez *Polyporus betulinus* obniża się pomimo wzrostu zawartości ligniny w surowcu.

C. WPLYW WILGOTNOŚCI SUROWCA IGLASTEGO I KOŃCOWEJ TEMPERATURY PROCESU NA WŁASNOŚCI WĘGLA

Z tabel 14-16 wynika, że gęstość węgla i wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien maleją proporcjonalnie do wzrostu wilgotności surowca poddanego rozkładowej destylacji. Zauważa się także postępujący wzrost gęstości węgla oraz zmniejszanie ilości części lotnych wraz z podwyższaniem końcowej temperatury procesu. Węgiel sosnowy wyprodukowany w temperaturze 400°C wykazuje mniejszą wytrzymałość od węgla otrzymanego w temperaturze 350 i 500°C. Wyniki te są zgodne

Tabela 16

Niektóre własności fizykochemiczne węgla
otrzymanego podczas termolizy celulozy technicznej i lignitów w zależności od wilgotności
surowca i końcowej temperatury procesu

Surowiec	Rodzaj oznaczenia	Jedn. miary	Surowiec													
			suchy			temperatura w °C									25%	
			350	400	500	350	400	500	350	400	500	350	400	500		
Celuloza techniczna	zawartość części mineralnych	%	1,80	1,78	1,90	1,75	1,81	1,89	1,67	1,73	1,87					
	zawartość części lotnych	%	35,74	32,45	24,17	37,15	33,27	25,14	38,30	34,18	27,92					
	zawartość czystego węgla temperatura zapłonu	°C	62,46	65,77	73,93	61,10	64,92	72,97	60,03	64,09	70,20					
			181	156	214	180	162	218	176	159	210					
Lignity włókniste	zawartość części mineralnych	%	3,89	4,26	4,84	3,75	4,15	4,50	3,60	4,10	4,32					
	zawartość części lotnych	%	20,14	16,20	8,12	21,75	17,00	9,40	23,40	18,50	10,30					
	zawartość czystego węgla temperatura zapłonu	°C	75,97	79,54	87,04	74,50	78,85	86,10	73,00	77,40	85,38					
			164	156	187	160	148	190	157	141	185					
Lignity kruche	zawartość części mineralnych	%	9,32	9,59	11,30	9,30	9,47	10,65	8,95	9,50	10,35					
	zawartość części lotnych	%	22,74	17,10	9,40	23,47	18,30	10,40	24,70	18,60	11,70					
	zawartość czystego węgla temperatura zapłonu	°C	67,94	73,31	79,30	67,23	72,23	78,95	66,35	71,90	77,95					
			157	141	178	160	139	175	154	140	17					

z twierdzeniem K o z ł o w a [16], że węgiel pozyskany w temperaturze około 400°C ma najmniejszą wytrzymałość.

Największą ilość substancji lotnych zawiera węgiel otrzymany z celulozy technicznej i z kory sosnowej. Wynika z tego, że procesy cieplne zwęglania kory są inne niż drewna. O podobnych spostrzeżeniach wspomina także B e r g s t r ö m [1]. Węgiel z kory sosnowej zawiera prawie 10-krotnie więcej części mineralnych niż węgiel z drewna. Charakterystyczną cechą tego węgla jest także bardzo mała wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien, tj. 13-18 kG/cm², co jest przyczyną łatwego rozkruszania się tego produktu.

Węgiel z kory sosnowej ma o 20-30°C niższą temperaturę zapłonu niż węgiel z drewna sosnowego, przy czym — podobnie jak w przypadku pozostałych badanych gatunków węgla iglastego — węgiel otrzymany w temperaturze 400°C wykazuje najniższą temperaturę zapłonu.

Węgiel z sęków sosnowych ma większą o 0,04-0,06 g/cm³ gęstość, większą zawartość części lotnych, mniejszą prawie o 100 kG/cm² wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien oraz o 15-30°C niższą temperaturę zapłonu niż węgiel z drewna sosnowego. Struktura sęków jest bardziej zbita niż drewna, dlatego też ulegają one trudniej rozkładowi termicznemu. Węgiel z sęków miał liczne spękania, co było przyczyną jego niskiej wytrzymałości.

Z tabeli 15 widać, że własności węgla otrzymanego z drewna rozłożonego przez *Trametes pini*, a szczególnie wytrzymałość i gęstość, poważnie odbiegają od własności węgla ze zdrowego drewna sosnowego. Zmniejszenie gęstości węgla postępuje w miarę zaawansowania zgnilizny surowca i prawie proporcjonalnie do gęstości surowca poddanego termolizie. Natomiast właściwości mechaniczne zmniejszają się w szybszym tempie. Temperatura zapłonu węgla z drewna sosnowego ze zgnilizną maleje wraz ze wzrostem zaawansowania biologicznego rozkładu drewna. Uzyskane rezultaty różnią się więc od wyników badań B e r g s t r ö m a [1], które wykazały, że nie ma istotnej różnicy między temperaturą zapłonu węgla ze zdrowego i porażonego zgnilizną drewna sosnowego.

Spośród badanych węgli z surowca iglastego (tab. 16) najwyższą temperaturą zapłonu charakteryzował się węgiel z celulozy technicznej (220°C), a najniższą — węgiel z lignitów kruchych (150°C). Przyczyną stosunkowo niskiej temperatury zapłonu węgla z lignitów są prawdopodobnie zmiany struktury surowca, które wystąpiły w procesach uwęglania w ziemi.

D. WPLYW ZAWARTOŚCI CELULOZY I LIGNINY W SUROWCU IGLASTYM NA TEMPERATURĘ ZAPŁONU WĘGLA

Z rysunku 3 widać — z wyjątkiem węgla z lignitów włóknistych — pewną zależność temperatury zapłonu węgla zawierającego 15% substancji lotnych od zawartości celulozy w surowcu. W miarę zmniejszenia ilości celulozy w surowcu wyjściowym obniża się temperatura zapłonu węgla. Jest to zgodne z badaniami B e r g s t r ö m a [1], który podaje, że węgiel z celulozy charakteryzuje się wyższą temperaturą zapłonu niż węgiel z drewna. Rysunek 3 nie wykazuje zależności temperatury zapłonu węgla od zawartości ligniny w surowcu. Jedynie zmniejszanie się zawartości

ligniny na skutek działania *Trametes pini* powoduje spadek temperatury zapłonu węgla otrzymanego z tego drewna.

E. PORÓWNANIE NIEKTÓRYCH WŁASNOŚCI WĘGLA OTRZYMANEGO Z DREWNA LIŚCIASTEGO I IGLASTEGO

Zasadnicza różnica występuje między temperaturą zapłonu węgla z kory sosnowej a węgla z kory drzew liściastych, przy czym węgiel z kory sosnowej ma prawie o 20°C niższą temperaturę zapłonu od temperatury zapłonu węgla z drewna sosnowego. Natomiast temperatura zapłonu węgla z kory brzozowej, bukowej i grabowej przewyższa o 15-40°C temperaturę zapłonu węgla z drewna tych gatunków. Węgiel pochodzący z sęków wykazuje niższą temperaturę zapłonu niż węgiel z drewna. Węgiel z drewna iglastego ma nieco niższą temperaturę zapłonu niż węgiel z drewna liściastego (buka, grabu, brzozy). Zniszczenie surowca przez grzyby powoduje w obu rodzajach węgla bardzo znaczne obniżenie temperatury zapłonu.

WYNIKI

1. Własności węgla z drewna liściastego i iglastego, a w szczególności gęstość, właściwości mechaniczne, zawartość części lotnych, popiołu, czystego węgla oraz temperatura zapłonu zależą od wilgotności zwęglanego surowca i temperatury procesu termolizy.

2. Węgiel otrzymany z kory i sęków, a szczególnie z celulozy technicznej, zawiera więcej części lotnych niż węgiel wyprodukowany z drewna w tych samych warunkach.

3. Węgiel wyprodukowany w temperaturze 400°C wykazuje mniejszą wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien niż węgiel otrzymany w temperaturze 350 i 500°C, przy czym największą wytrzymałością charakteryzuje się węgiel otrzymany przy temperaturze 500°C.

4. Wraz ze wzrostem stopnia rozkładu grzybowego maleje gęstość węgla otrzymywanego z porażonego drewna. Zmiany te są prawie proporcjonalne do zmian gęstości surowca poddanego termolizie. Wytrzymałość otrzymanego węgla zmniejsza się natomiast szybciej niż gęstość surowca.

5. Węgiel o mniejszej zawartości części lotnych wykazuje w zasadzie wyższą temperaturę zapłonu. Węgiel otrzymany w temperaturze 500°C ma wyższą temperaturę zapłonu niż węgiel wyprodukowany w temperaturze 350 i 400°C.

6. Istotny wpływ na temperaturę zapłonu węgla ma jakość surowca oraz rodzaj zgnilizny. Temperatura zapłonu węgla obniża się w miarę wzrostu stopnia biologicznego rozkładu drewna przez grzyby. Najniższą temperaturę zapłonu ma węgiel wyprodukowany z drewna porażonego przez *Fomes fomentarius*.

7. Nie stwierdzono prawidłowej zależności między stopniem lignifikacji surowca iglastego a temperaturą zapłonu węgla. Natomiast w miarę zmniejszania się zawartości ligniny w surowcu liściastym na skutek rozkładowej działalności *Fomes fomentarius*, *Fomes ignarius* i *Polystictus versicolor* obniża się także temperatura zapłonu

węglu. Nie stwierdzono tego na węglu z drewna brzoźowego porażonego przez *Polyporus betulinus*.

8. Temperatura zapłonu węgla z drewna iglastego — poza węglem z lignitów włóknistych — obniża się w miarę zmniejszania się udziału celulozy w surowcu. Z badanych węgli najwyższą temperaturę zapłonu ma węgiel z celulozy technicznej (ok. 220°C), a najniższą z lignitów kruchych (ok. 150°C). Podobnie wzrost zawartości celulozy w surowcu bukowym i grabowym — bez uwzględnienia węgla z kory tych gatunków — wiąże się ze wzrostem temperatury zapłonu węgla. Nie stwierdzono tego jednak na węglu brzoźowym.

9. Temperatura zapłonu węgla z kory sosnowej jest niższa o 20-30°C, a węgla z kory bukowej, grabowej i brzoźowej przewyższa o 15-40°C temperaturę zapłonu węgla z odpowiednich gatunków drewna.

LITERATURA

1. Bergström H.: „Swensk Papperstidn”. 1957, 60, 4, 115—123.
2. Bergström H.: Kolning i ugn. 1949.
3. Cartwright K., Findlay W.: Rozkład i konserwacja drewna. PWRiL, Warszawa 1951.
4. Czechowski Z.: Wpływ zawartości ligniny na wydajność i jakość produktów termolizy substancji lignino-celulozowej ze szczególnym uwzględnieniem smół (praca doktorska). WSR, Poznań 1963 (maszynopis).
5. Fiefiłow W.W.: „Gidrolizn. i lesochim. prom.” 1955; 5.
6. Fusch W.: „Brennstoff-Chemie”, 1938; 11, 11,205.
7. Giećewicz P., Giećewicz T.: „Studia i Materiały”. ITD, Poznań 1962; 15.
8. Giećewicz P. i inni: Dokum. ITD nr 106, TCh 4.
9. Grabowska J.: „Prace Inst. Geolog.” 1957; XV, 252.
10. Häglund E.: Holzchemie. Lipsk 1939.
11. Hulisz S.: „Węgiel Brunatny” 1967; 4, 267-268.
12. Jastrzębski J.: „Węgiel Brunatny” 1961; 3/4, 121.
13. Jastrzębski J.: „Koks-Smoła-Gaz” 1960; 4, 146.
14. Korobkin W.A.: Ugleżżenije. Swierdłowski-Moskwa 1948.
15. Korjakin W.N., Akodus W.J.: „Sb. Trud. CNILCHI” Goslesbumizdat, 1959; Wyp. 13.
16. Kozłow W.N.: Piroliz driewiesiny, Moskwa 1952.
17. Kozłow W.N., Bronziew O.W.: „Lesnoj żurn.” 1961; 4, 136
18. Kozłow W.N., Waseczkin W.S.: „Tr. CNILCHI”, Moskwa—Leningrad 1933; Wyp. 1.
19. Kozłow W.N., Nimwickij: Technol. pirogeneticzeskoj pierierabotki driewiesiny. Goslesbumizdat, Moskwa—Leningrad 1954.
20. Krzysik F.: Nauka o drewnie. PWRiL, Warszawa 1957.
21. Kuszner N. W.: „Lesnoj żurn.” 1961; 4, 151.
22. Kürschner K., Hoffer A., „Chem. Zeit.” 1931; 55, 161.
23. Ljamin W. A. i inni: „Gidrolizn. i lesochim. prom.” 1958; 3, 8.
24. Majewa B. D.: „Gidrolizn. i lesochim. prom.” 1960; 4, 23—24.
25. Mańka K.: Fitopatologia leśna. Poznań 1956.
26. Modern wood distillation, „Chem. Industry”, 1465—1468, 1958; 45.
27. Nikitin N. I. i inni: „Trudy po lesn. opytn. dielam” 1930; 2, 1.
28. Palmer R.: „Ind. Eng. Chem.” 1914; 6, 890.
29. Preu E.: Freiberger Forschungshefte”, 1959; R. A. 148, 50.

30. Prosiński S., Giecwicz T.; „Prace ITD” 1954; 3—69.
31. Prosiński S. i inni: „Sylwan”, 1957; 11, 99.
32. Prosiński S. i inni: Chemiczna technologia drewna. PWN, Poznań 1954; cz. II, 3—69.
33. Ryczkova A. G.: „Žurn. prikl. chim.” 1958; 2, 265—273.
34. Sterky Gösta: „Särtryck är Värmländska Bergsmanna-föreningens Annaler” 1945; 1—31.
35. Vieböck F., Schwappach A.: „Žurn. analit. chem.” 1933; 1, 360.
36. Wojuckij S. S.: „Trudy centr. nauczno-issled. lesochim. inst.” 1932; 1, 98.
37. Winnacker, Weingaertner: Chemische Technologie, Organische Technologie I. 1952;
38. Żebrow L. P., Komarowski W. N.: „Trudy centr. nauczno-issled. lesochim. inst.” 1933; 2, 39.

Streszczenie

W pracy przedstawiono wpływ rodzaju i jakości surowca liściastego i iglastego z uwzględnieniem drewna porażonego zgnilizną oraz wpływ zawartości celulozy i ligniny w surowcu na własności węgla drzewnego, a w szczególności na temperaturę zapłonu.

Badania wykazały, że charakterystyka węgla drzewnego zależy od wilgotności surowca i temperatury procesu termolizy. Stwierdzono, że węgiel z kory i sęków zawiera więcej części lotnych niż węgiel z drewna wyprodukowany w tych samych warunkach. Spośród badanych maksymalnych temperatur procesu (350, 400, 500°C) węgiel wyprodukowany w temp. 500°C wykazuje najlepsze, a wyprodukowany w temp. 400°C najgorsze własności mechaniczne. Zmniejszenie gęstości węgla z drewna porażonego zgnilizną postępuje w miarę zaawansowania zgnilizny drewna i prawie proporcjonalnie do gęstości surowca poddanego termolizie. Natomiast własności mechaniczne węgla pogarszają się w szybszym tempie.

Węgiel otrzymany w temp. 500°C ma wyższą temperaturę zapłonu niż węgiel wyprodukowany w temp. 350 i 400°C.

Stwierdzono istotny wpływ jakości i rodzaju zgnilizny na temperaturę zapłonu węgla, która obniża się w miarę wzrostu stopnia biologicznego rozkładu surowca przez grzyby. Najniższą temperaturę zapłonu ma węgiel otrzymany z drewna porażonego przez *Vomes tomentarius*.

W zasadzie nie stwierdzono prawidłowej zależności między stopniem lignifikacji surowca iglastego a temperaturą zapłonu węgla. Zmniejszenie jednak zawartości ligniny w surowcu liściastym na skutek działania *Fomes fomentarius*, *Fomes igniarius* i *Polytictus versicolor* obniża temperaturę zapłonu węgla. Natomiast zwiększenie udziału celulozy w surowcu iglastym i liściastym powoduje w zasadzie wzrost temperatury zapłonu węgla.

Станислав Хулиш

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ РОДА И КАЧЕСТВА СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ УГЛЕЖЖЕНИЯ НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ

Краткое содержание

В работе представлено влияние рода и качества лиственного и хвойного сырья с учетом древесины пораженной гнилью, а также влияние содержания целлюлозы и лигнина в сырье на свойства древесного угля, а в особенности на температуру загорания.

Исследования доказали, что характеристика древесного угля зависит от влажности сырья и температуры процесса углежжения. Установлено, что уголь из коры и сучьев

содержит больше летучих веществ, чем уголь из древесины произведенный в таких же условиях. Среди исследованных максимальных температур процесса (350, 400, 500°C) уголь полученный в температуре 500°C обладает самыми лучшими, а полученный в температуре 400°C — самыми низкими механическими свойствами. Уменьшение плотности угля из древесины пораженной гнилью происходит в меру повышения гнили древесины и почти пропорционально к густоте сырья подверженного процессу углежжения. Зато механические свойства угля ухудшаются более быстро.

Уголь полученный в температуре 500°C имеет высшую температуру загорания, чем уголь полученный в температуре 350 и 400°C.

Констатируется существенное влияние степени и рода гнили на температуру загорания угля, которая снижается в меру роста биологического разложения сырья грибами. Самую низкую температуру загорания имеет уголь полученный из древесины пораженной *Fomes fomentarius*.

В принципе не установлено закономерной зависимости между степенью лигнификации хвойного сырья и температурой загорания угля. Уменьшение, однако, содержания лигнина в листовном сырье вследствие действия *Fomes fomentarius*, *Fomes ignarius* и *Polystictus versicolor* снижает температуру загорания угля. Зато увеличение участия целлюлозы в хвойном и листовном сырье вызывает, в основном, рост температуры загорания угля.

Stanislaw Hulisz

FORSCHUNG DES EINFLUSSES, DER ART UND DER QUALITÄT DES VERKOHLTEN ROHMATERIALS IM VERLAUF DER THERMOLYSE AUF EINIGE BESCHAFFENHEITEN DER HOLZKOHLE

Zusammenfassung

In der Arbeit ist der Einfluss der Art und der Qualität des Laub- und des Nadelrohstoffes, mit Berücksichtigung des durch Fäulnis angegriffenen Holzes, sowie der Einfluss des Gehalts von Zellulose und Lignin auf die Beschaffenheit der Holzkohle und besonders auf die Temperatur des Zündpunktes vorgestellt.

Forschungen haben es nachgewiesen, dass die Charakteristik der Holzkohle von der Feuchtigkeit des Rohmaterials und der Temperatur des Thermolyseprozesses abhängig ist. Man hat festgestellt, dass Kohle aus Rinde und Knorren mehr flüchtige Teile enthält, als Kohle aus Holz, welche unter gleichen Umständen produziert wurde. Untersuchungen der maximalen Temperaturprozesse (350, 400, 500°C) haben nachgewiesen, dass Kohle in Temp. von 500°C produziert die besten und Kohle in Temp. von 400°C produziert die schlechtesten mechanischen Beschaffenheiten besitzt. Die verminderte Dichtigkeit der Holzkohle, welche durch Fäulnis angegriffen war, entwickelt sich gleichmässig mit dem Fortschritt der Fäulnis des Holzes und ist fast proportional zu der Dichtigkeit des Rohmaterials, welcher der Thermolyse unterliegt. Chemische Beschaffenheiten der Kohle sinken dagegen geschwindig.

Kohle gewonnen in Temp. von 500° C hat eine höhere Temperatur des Zündpunktes als Kohle gewonnen in Temp. von 350° und 400°C.

Ein wesentlicher Einfluss des Grades und der Art der Fäulnis auf die Temperatur des Zündpunktes der Kohle wurde festgestellt, der beim Fortschritt der biologischen Zersetzung des Rohmaterials durch den Pilz sinkt. Die niedrigste Temperatur des Zündpunktes hat Kohle aus Holz welches durch *Fomes tomentarius* angegriffen war.

Grundsätzlich hat man eine regelmässige Abhängigkeit zwischen dem Grad der Lignifikation des Nadel rohstoffs und der Temperatur des Zündpunktes der Kohle nicht nachgewiesen. Die Herabsetzung des Gehalts von Lignin im Lambrohstoff durch die Wirkung von *Fomes fomentarius*, *Fomes ignarius* und *Polystictus versicolor* setzt die Temperatur des Zündpunktes der Kohle herab. Der höhere Bestand von Lignin im Nadel- und Laubrohstoff hat dagegen eine höhere Temperatur des Zündpunktes zufolge.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 17 II 1972