

## Piroliza paliw stałych

### 1. Wstęp

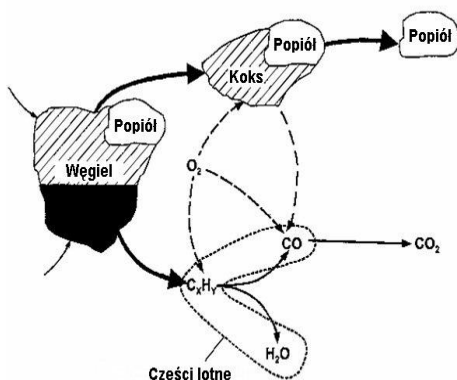
Przemiany energetyczne paliw stałych nie ograniczają się tylko do spalania. Do powszechnie wykorzystywanych procesów termochemicznych zaliczamy również pirolizę i zgazowanie. Przemianom tym można poddawać praktycznie każdy organiczny związek. Zazwyczaj jednak poddaje się im paliwa stałe o dużej zawartości części lotnych, tj. młode węgle (węgiel brunatny) i biomasę.

Piroliza jest procesem zachodzącym w **wysokiej temperaturze bez dostępu utleniacza**. Ze względu na temperaturę procesu pirolizę można podzielić na niskotemperaturową (450 ÷ 700 °C) i wysokotemperaturową (900 ÷ 1100 °C) zwaną też koksowaniem. Warto zaznaczyć, że piroliza jest nieodzownym etapem procesu spalania. W trakcie jej zachodzenia, w wyniku działania wysokiej temperatury, materia organiczna paliwa ulega rozkładowi na trzy podstawowe produkty:

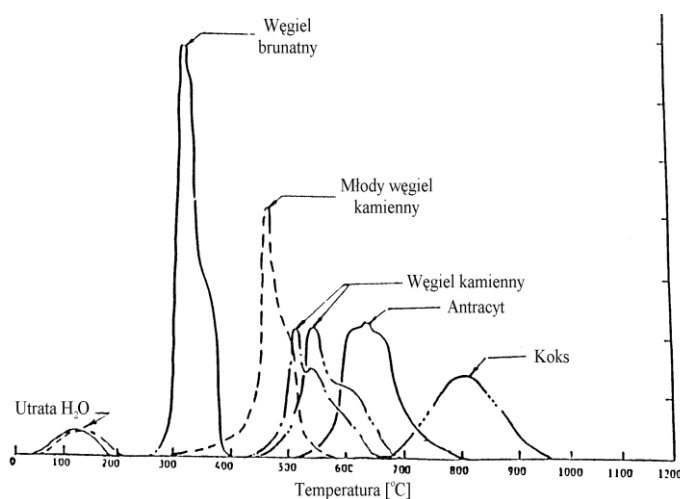
- części lotne (produkty gazowe)
- smoły (produkty ciekłe)
- karbonizat (stała pozostałość)

Rysunek 1 przedstawia schematycznie proces spalania i jego produktów z uwzględnieniem pośredniego procesu pirolizy. Udziały poszczególnych składników zależą od wielu czynników, takich jak **temperatura procesu, prędkość nagrzewania i chłodzenia, czas pirolizy czy właściwości pirolizowanego materiału**. Generalnie, im węgiel jest mniej uwęglony, tzn. im więcej ma części lotnych, tym więcej daje produktów gazowych. Duży udział produktów gazowych charakteryzuje również biomasę. Na Rysunku 2 przedstawiono wpływ typu węgla na przebieg wydzielania się produktów gazowych.

Części lotne składają się z gazów palnych, tj. **wodoru, tlenku węgla oraz lekkich węglowodorów**, jak i w dużej mierze z **ditlenku węgla i pary wodnej**. Smoły stanowią głównie **związki aromatyczne**, w tym wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, uznawane za silnie kancerogenne. Oprócz smoły w produktach ciekłych znajdują się również woda jak i kwasy organiczne. Karbonizat jest wysokouwęgloną pozostałością stałą, wyglądem i właściwościami bardzo zbliżonymi do koksu. Do pozostałości stałych wliczamy również popiół, który pozostaje w karbonizacie po procesie.



Rysunek 1. Znaczenie procesu pirolizy w spalaniu.



Rysunek 1. Dynamika wydzielania się części lotnych w zależności od typu węgla.

### Piroliza paliw stałych

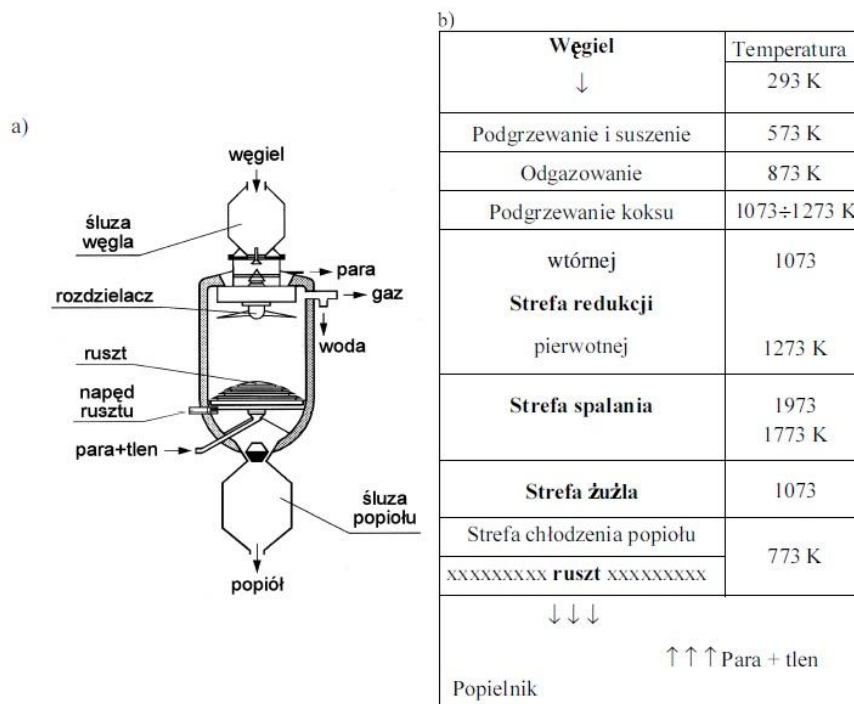
opracował: P. Kobel, M. Wnukowski; zaktualizowano: 2014-09-22

# LABORATORIUM SPALANIA I PALIW

Zgazowanie jest procesem niejako pośrednim pomiędzy spalaniem a pirolizą. Wynika to z tego, iż proces ten zachodzi w obecności utleniacza, którego ilość jednak nie jest wystarczająca do całkowitego spalania paliwa. Zgazowaniu poddaje się materiały organiczne, takie jak węgiel, biomasę i odpady. Można wyróżnić dwa rodzaje zgazowania:

- proces autotermiczny, gdzie reakcje egzotermiczne (np. spalania) dostarczają odpowiednią ilość energii by mogły zajść procesy endotermiczne, czyli procesy rozkładu, konwersji i redukcji,
- proces alotermiczny, gdzie energia niezbędna na przeprowadzenie procesów endotermicznych dostarczana jest z zewnątrz, np. przez grzałkę.

W wyniku zgazowania otrzymujemy głównie produkt gazowy oraz niewielki udział smół i pozostałości stałej. Te ostatnie często niesione są w strumieniu gazu, co wymaga obecności dodatkowych urządzeń oczyszczających – jest to powszechny problem związany ze zgazowaniem biomasy. Ważnym czynnikiem mający wpływ na otrzymywany gaz (jego skład i kaloryczność) jest gaz, który wykorzystuje się do zgazowania, tak zwany **czynnik zgazowujący**. Czynnik ten generalnie musi być nośnikiem tlenu. W związku z tym, powszechnie stosuje się **powietrze, tlen, parę wodną** czy **dwutlenek węgla**. Wartość opałowa otrzymywanego gazu jest dość niska ( $2\div 6 \text{ MJ/m}^3$ ) w przypadku zastosowania powietrza i znacznie wyższa ( $9\div 13 \text{ MJ/m}^3$ ) przy zastosowaniu mieszanki tlen-para wodna. Innymi czynnikami mającymi wpływ na zgazowanie są: **właściwości zgazowywanego materiału, konstrukcja zgazowarki** oraz **temperatura** i **ciśnienie** procesu. Rysunek 3 przedstawia schemat reaktora w komercyjnym procesie zgazowania zwanym Lurgi oraz etapy zachodzące podczas zgazowania.



Rysunek 23. Schemat reaktora Lurgi (a) i etapów zgazowania (b).

Mimo, że procesy pirolizy i zgazowania są duże młodsze od procesu spalania i znacznie gorzej poznane oraz zrozumiane, to udaje się je wykorzystywać na skalę przemysłową od wielu lat. Otrzymane produkty mogą służyć nie tylko jako paliwa (często czystsze i łatwiejsze w transporcie niż paliwa pierwotnie użyte w procesie) ale również jako cenne surowce do dalszych syntez i

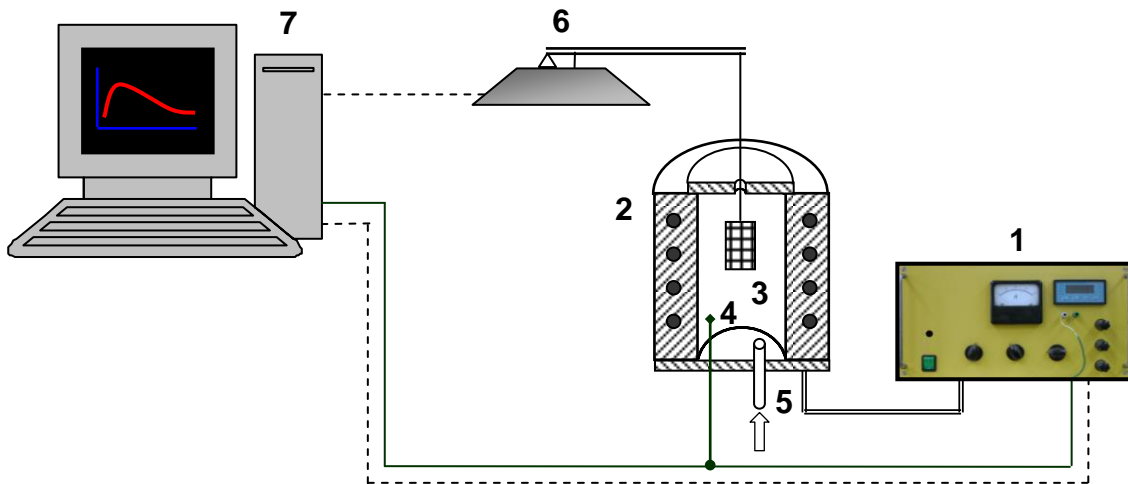
# LABORATORIUM SPALANIA I PALIW

procesów chemicznych. W związku z proekologiczną polityką dzisiejszych czasów skupiającą się na czystych technologiach oraz wykorzystywaniu paliw alternatywnych, procesy zgazowania i pirolizy, a szczególnie biomasy, przeżywają swój renesans i skupiają na sobie uwagę wielu badaczy jak i przedsiębiorstw.

## 2. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest obserwacja procesu pirolizy dla wybranego paliwa stałego oraz otrzymanie charakterystyk tego procesu (przebieg temperatury i utrata masy w czasie). Dość powszechnym i znanym zastosowaniem zgazowania jest proces koksowania.

## 3. Schemat stanowiska



1. Zasilacz pieca z regulatorem temperatury
2. Piec do wygrzewania próbki
3. Koszyczek z badaną próbką
4. Czujnik temperatury
5. Wlot gazu tworzącego atmosferę w piecu
6. Waga mierząca masę próbki
7. Komputer z kartą pomiarową i oprogramowaniem analizującym

## 4. Opracowanie wyników

4.1. Wyznaczenie szybkości utraty masy (pochodna po czasie z utraty masy).

4.2. Wykonanie wykresów przedstawiających zmianę niżej wymienionych wielkości w czasie (dla każdej wielkości dobrać odpowiednią skalę wartości).

- temperatura procesu
- względna utrata masy
- masa próbki
- szybkość utraty masy

4.3. Określenie zawartości części lotnych w paliwie i szybkości ich uwalniania

## 5. Zestawienie mierzonych wartości

Lp.	Czas	Temperatura	Masa	Utrata masy
-	s	°C	g	%
1				
2				
...				

# LABORATORIUM SPALANIA I PALIW

## 6. Wiadomości uzupełniające

Literatura: „Spalanie i paliwa” *	
wyd. V, W-w (2008)	wyd. IV, W-w (2005)
145-153, 188-197, 339-345, 363-366	141-148, 177-183, 326-332, 350-353

\* - Podręcznik Politechniki Wrocławskiej „Spalanie i paliwa”, pod redakcją Włodzimierza Kordylewskiego