

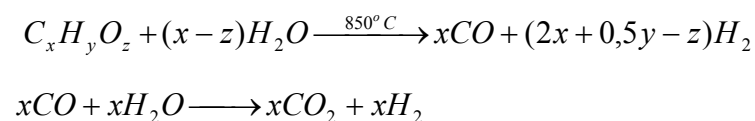
W temperaturze 850 stopni... Zgazowanie zrębków parą wodną

Autor: Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kotowski

(„Energia Gigawat” – luty 2006)

Wobec ograniczonych zasobów nieodnawialnych nośników energii oraz rosnącej świadomości o nasilającym się efekcie cieplarnianym, rozwija się od ponad 15. lat budowanie lokalnych elektrociepłowni z różnorodnymi technologiami przetwarzania biomasy do energii elektrycznej oraz ciepła użytkowego.

Spośród najnowszych, lokalnych elektrociepłowni na szczególną uwagę zasługuje „BIOMASSE KRAFTWERK GÜSSING” (Elektrociepłownia zasilana biomasą w Güssing) w południowo-wschodniej części Austrii, wyróżniająca się tym, że drewno odpadowe w postaci zrębków zostaje zgazowane parą wodną w temperaturze 850 st. C wg reakcji:

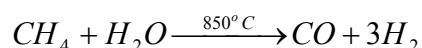


Z 1760 kg drewna godzinowo wytwarza się 2.000 kW energii elektrycznej oraz 4.500 kW ciepła użytkowego.

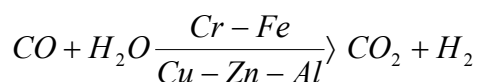
Dla realizacji tego pionierskiego przedsięwzięcia badawczo-wdrożeniowego firma inżynieryjno-konstrukcyjna REPOTEC, wspólnie z Politechniką Wiedeńską, firmą silników i turbin gazowych GE-Jenbacher oraz firmami sieci grzewczych EVN i GÜSSINGER FERNWÄRME utworzyły przedsiębiorstwo o nazwie RENET-AUSTRIA. Budowę elektrociepłowni rozpoczęto w 2000 roku, a rozruch przeprowadzono pod koniec 2001 roku.

*

Sercem prezentowanej elektrociepłowni jest reaktor zgazowania zrębków drewna parą wodną w temperaturze 850 st. C. Zastąpienie powietrza – w standardowych zgazownikach – parą wodną zapewnia wytwarzanie gazu wodorowego, wolnego od azotu o następującym składzie: 59% obj. H₂, 18% CH₄, 19% CO₂ i 4% CO. Gaz wysokokaloryczny o takim składzie można z parą wodną od razu (na gorąco) skierować do katalitycznego reformingu metanu



a potem do dwóch reaktorów konwersji tlenku węgla. Najpierw (w pierwszym stopniu) na katalizatorze chromowo-żelazowym w temperaturze 400-450 st. C, a potem (w drugim stopniu) na miedziowo-cynkowo-glinowym, eksploatowanym w temperaturze 240-260 st. C proces przebiega następująco:



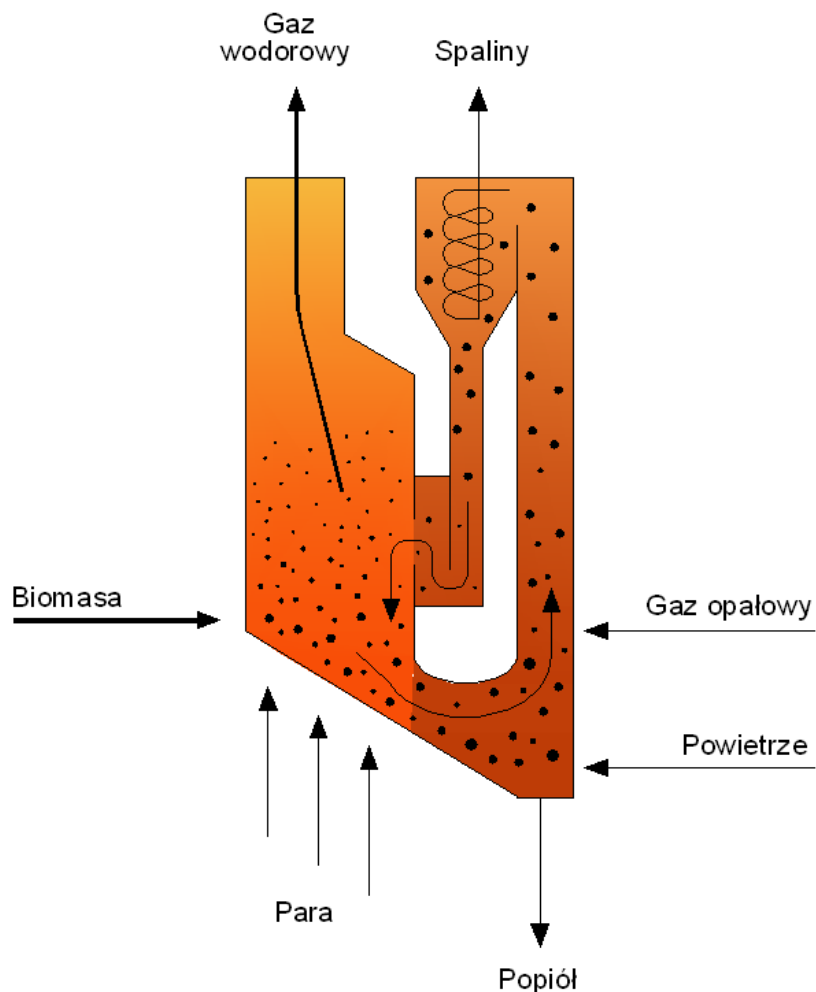
Po przemianie metanu do dwutlenku węgla i wodoru, uzyskany gaz jest idealnym dla zasilania ogniw paliwowych, w których wytwarzanie energii elektrycznej przebiega ze sprawnością aż 60%. Tymczasem wytwarzanie energii elektrycznej poprzez spalanie uzyskanego gazu bezpośrednio po reaktorze zgazowania surowca (tj. z zawartością 18% metanu) tak w silniku Otta, jak i przed turbiną gazową (zastosowaną w elektrociepłowni austriackiej w Güssing) pozwala na osiąganie sprawności w odniesieniu do energii elektrycznej na poziomie tylko 25-28%.

Wymieniony gaz wodorowy, tj. po reformingu metanu oraz konwersji tlenku węgla do $CO_2 + H_2$, może być z wysoką efektywnością stosowany w procesach hydorafinacyjnych. Tego typu procesy hydorafinacyjne prowadzą nie tylko rafinerie przerabiające ropę, ale również liczne małe firmy, które przetwarzają odpadowe tworzywa sztuczne lub przepracowane oleje transformatorowe oraz smarowe poprzez ich termiczny kraking (pirolizę) do paliw płynnych.

Zasadę działania reaktora wodno-parowego zgazowania zrębków drewna w fazie fluidalnej ilustrują rys. 1 i 2. Podczas endotermicznego procesu zgazowania biomasy do wodoru, metanu, tlenku oraz dwutlenku węgla w temperaturze około 850 st. C, przebiega ubocznie piroliza przetwarzanego surowca do węgla drzewnego.

W reaktorze jest pionowa przegroda, a pod nią przesuwają się powstały węgiel drzewny oraz część zrębków drewna do mniejszej, prawej komory paleniskowej. Na jej dnie znajduje się odprowadzanie popiołu (będącego nawozem mineralnym dla plantacji roślin energetycznych i

leśnictwa), a nieco wyżej są dysze dopływu powietrza. Podczas rozruchu – dla rozpałki – stosuje gaz opałowy.



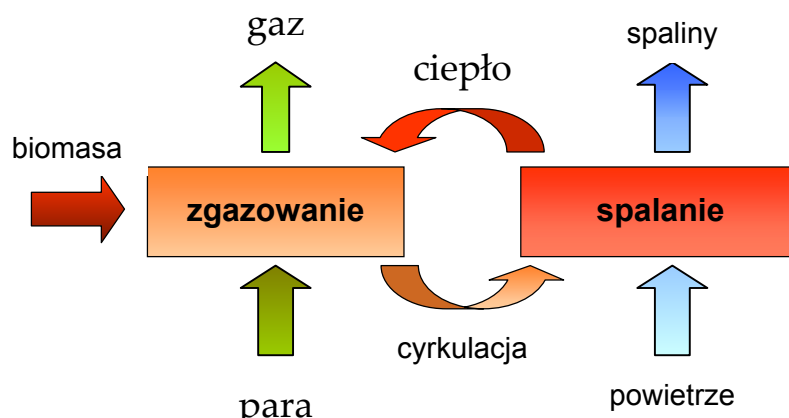
Źródło: Biomasse Kreftwerk Güssing „repotec“

Rys.1. Schemat technologiczny reaktora wodno-parowego zgazowania drewna w systemie fluidalnym wraz z komorą opałową

Cyrkulujące zrębki przez komorę (sekcję) paleniskową są zawracane do strefy zgazowania surowca parą wodną, co jest doskonale uwidocznione na rys. 1.

Zasadę funkcjonowania dwusekcyjnego (dwustrefowego) reaktora zgazowania i częściowego spalania zrębków drewna ilustruje rys. 2. Endotermiczny proces zgazowania surowca uzyskuje ciepło od cyrkulujących zrębków drewna przez komorę ich częściowego spalania i to wspólnie z ubocznie wytworzonym węglem drzewnym.

Komplementarny schemat lokalnej elektrociepłowni przedstawiono na rys. 3: Biomasa jest podawana do dwustrefowego reaktora zgazowania przegrzaną parą wodną. Do jej wytwarzania służą wytwornice oraz przegrzewnice pary wodnej na dwóch rurociągach spalin oraz na rurze wytwarzanego gazu wodorowego, bezpośrednio po reaktorze zgazowania. Resztę ciepła uzyskuje się z reakcji (komory) spalania ubocznie wytwarzanego węgla drzewnego oraz części zrębków drewna (patrz rys. 2).



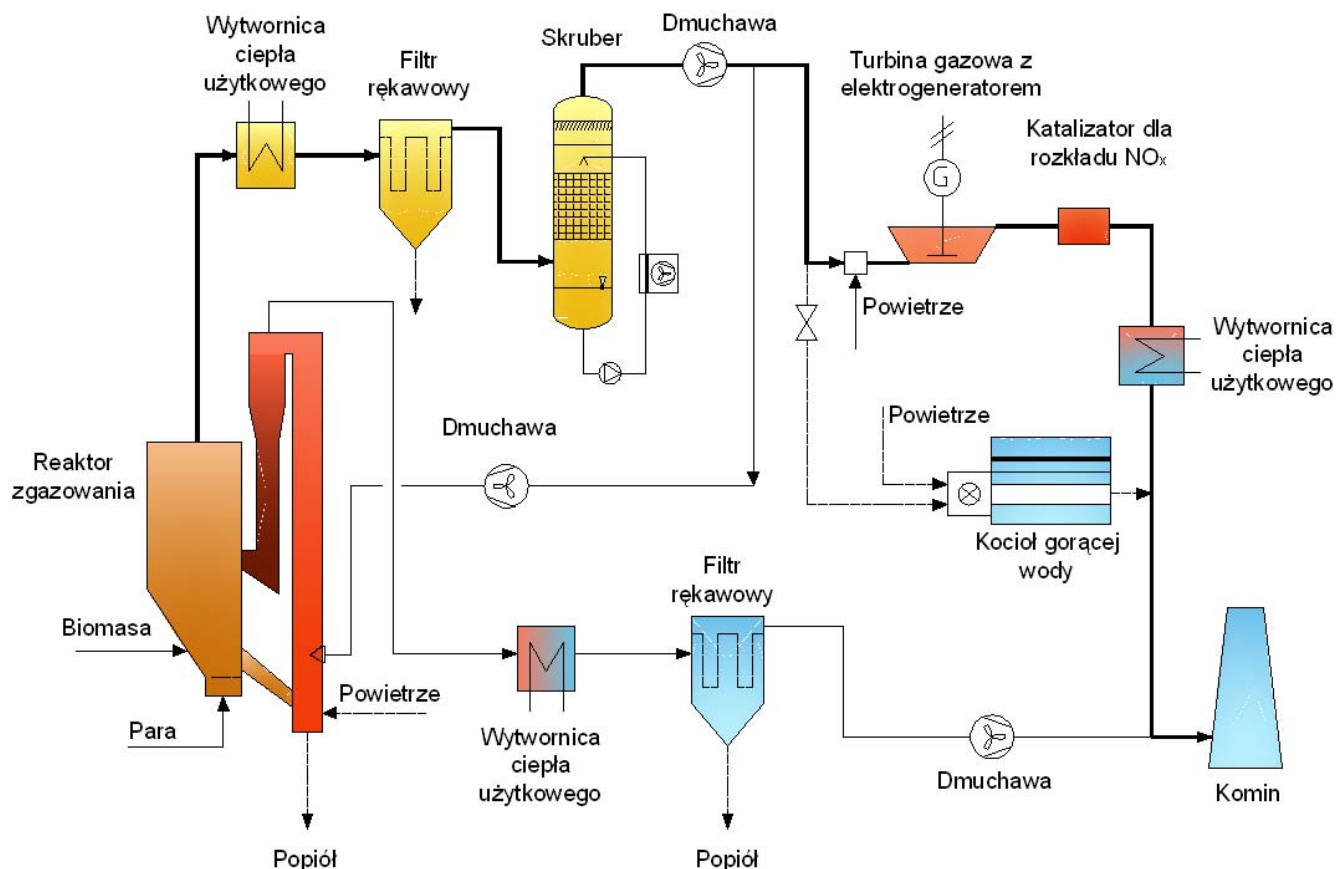
Źródło: Biomasse Kreftwerk Güssing „repotec“

Rys. 2. Schemat operacji procesowych w generatorze z sekcjami wodno-parowego zgazowania biomasy oraz częściowego spalania surowca dla uzyskania ciepła technologicznego

Porywany przez gaz wodorowy pył popiołowy wylapuje się na filtrze rękawowym. Nadmiar ciepła z wymienników ciepła, przy trzech wytwornicach pary, jak i kotła gorącej wody zapewniają ogrzewanie budynków mieszkalnych oraz użyteczności publicznej w Güssing. Smółki oraz zanieczyszczenia kwaśne i zasadowe (amoniak) są wymywane z gazu wodorowego w skruberze z obiegiem wodnym, a następnie zawracane do reaktora zgazowania. Przy tak zaprojektowanym procesie oczyszczania gazu wodorowego nie ma odpadów i ścieków szkodzących środowisku.

Oczyszczony gaz wodorowy, o wysokim cieple spalania, sięgającym $12,750 \text{ kJ/Nm}^3$, przepływa następnie do komory spalania turbiny gazowej, sprzężonej z elektrogeneratorem.

Temperatura spalania gazu wodorowego w tym miejscu sięga 1050 st. C, a po turbinie wynosi 480 st. C. Ciepło to jest wykorzystywane w części do katalitycznego rozkładu tlenków azotu, a potem do przegrzewania pary procesowo-technologicznej oraz dla ogrzewania zabudowań w mieście Güssing. Z tego węzła procesowego spaliny przepływają do komina.



Źródło: Biomasse Kreftwerk Güssing „repotec”

Rys. 3. Schemat technologiczny lokalnej elektrociepłowni na bazie wodno-parowego zgazowania zrębków drewna.

Istnieje możliwość kierowania części gazu wodorowego do strefy paleniskowej przy reaktorze zgazowania surowca i wówczas spala się mniej zrębków drewna. Ten wariant ma jednak doraźne zastosowanie tylko wówczas, gdy występuje nagłe ograniczenie w odbiorze wytwarzanej energii elektrycznej.

Spaliny z komory paleniskowej (przy generatorze parowego zgazowania drewna) przepływają przez wytwornicę ciepła użytkowego (przegrzew pary procesowej) oraz przez filtr rękawowy do dmuchawy, a z niej - do komina.

Prezentowana elektrociepłownia charakteryzuje się wysokim stopniem niezawodności ruchu oraz konkurencyjnymi kosztami budowy i eksploatacji. Jej koszt budowy nie przewyższa 8 mln euro. Sprawność energetyczna całego układu aparaturowego sięga aż 85%, a w obszarze wytwarzania energii elektrycznej: 28%.

Możliwość wykorzystania produkowanego gazu wodorowego nie tylko w ramach lokalnej elektrociepłowni, ale również dla procesów wodorowo-rafinacyjnych czyni prezentowaną technologię wysoce atrakcyjną również dla naszego kraju.