

SPALIĆ MOŻNA WSZYSTKO

Ludzkość generuje olbrzymie ilości odpadów – od domowych śmieci, po zużyte opony i osady z oczyszczalni ścieków. Co zrobić z tym, czego nie da się już przetworzyć? Odpowiedź wydaje się oczywista – spalić. Okazuje się jednak, że proces efektywnego spalania – nie tylko odpadów, lecz także różnego typu paliw wykorzystywanych w energetyce – nie jest tak prosty, jak się wydaje. Na szczęście istnieją specjaliści, którzy opanowali tę sztukę – tacy jak dr inż. Henryk Karcz, prezes firmy ZBUS-TKW Combustion sp. z o.o. z Głowna.

Rozmawia Adam Bukowski



dr inż. Henryk Karcz

Wieloletni wykładowca Politechniki Wrocławskiej, współtwórca Zakładu Spalania i Detonacji, pracownik Katedry Kotłów i Turbin. Wytbitny naukowiec o imponującym dorobku. Właściciel ponad 80 patentów, w 2002 r. wyróżniony Nagrodą Prezesa Rady Ministrów za wybitne osiągnięcia naukowo-techniczne. Założyciel ZBUS-TKW Combustion sp. z o.o., której główna działalność obejmuje wykonywanie instalacji rozpalających kotłów energetycznych i ciepłowniczych, modernizację gospodarki olejowej w elektrowniach i elektrociepłowniach oraz prace studialne i wdrożeniowe w zakresie instalacji do spalania biomasy oraz termicznej utylizacji odpadów.

Panie prezesie...

Nie lubię tego słowa. Całe życie byłem związany z nauką. Uważam, że uczynym się jest, a prezesem się bywa.

W takim razie zaczęł inaczej. Panie doktorze, co sprowadziło pana z Wrocławia aż do Głowna?

Mam tutaj dom. Moja żona i córka nie chciały mieszkać w blokach we Wrocławiu, więc przez 40 lat co tydzień na weekend wracałem do Głowna. Teraz jestem już emerytem. Nie skorzystałem, jak moi koledzy z uczelni, z możliwości przedłużenia pracy do ukończenia 70 lat. Postanowiłem wykorzystać swoją wiedzę w praktyce. Pierwsza moja firma – TKW Combustion – powstała jeszcze w 1988 r.

Czym się pan zajmował?

Paliwami i spalaniem paliw, szczególnie fizykochemią spalania polskich węgli energetycznych. Chodziło o takie ich przetworzenie, żeby przemiana energii chemicznej w ciepłą, użytkową była jak najdoskonalsza. To się udało, czego efektem są aplikacje.

Pierwszym problemem było wykorzystanie ciężkich paliw, takich jak mazut, gudron, smoły itp., do uruchamiania kotłów energetycznych w elektrowniach i elektrociepłowniach węglowych. W latach 60. czy 80. ekologia nikogo nie interesowała. Uru-

chomienie bloku energetycznego trwało 5 godzin, zużycie paliwa było stosunkowo niewielkie, emisja i imisja były w odczuciu otoczenia niezauważalne. Ludzi denerwował jednak czarny dym kominowy, świadczący o zawartości sadzy i WWA – wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, przenoszących cały typoszereg różnych benzoal-fapirenow, kancerogennych węglowodorów.

Obecnie dzięki nam w tej samej elektrociepłowni we Wrocławiu podczas rozpalania tego samego kotła z wykorzystaniem tego samego paliwa pojawia się wyłącznie biały dym. Zawiera tylko CO₂, H₂O i N₂. Nic więcej – zero sadzy, zero WWA, zero związków szkodliwych, poza związkami siarki, pochodzącymi z paliwa.

Jak udało się osiągnąć taką czystość spalin?

Opracowaliśmy tzw. gazodynamiczne palniki z wewnętrznym mieszaniem. W zimnej komorze spalania kotła panuje temperatura około 20°C. Myśmy przeprowadzili udane próby z palnikiem o mocy 10 MW na otwartej przestrzeni w temperaturze otoczenia –5°C. Nie ma na świecie drugiego palnika, który by w tych warunkach pracował z porównywalną sprawnością termiczną. Obecnie oferujemy typoszereg palników o mocy od 0,1 MW do 50 MW. Te ostatnie pracują aktualnie w Bełchatowie z mocą mniej więcej 30 MW, ale ich optymalna moc wynosi właśnie 50 MW.

Szybkość odparowania paliwa jest zależna od wielkości kropel. Muszą być one jak najmniejsze, niemal w postaci mgły. Chodzi o to, by płomień utworzył się w bezpośrednim sąsiedztwie krawędzi wylotowej. Szybkość spalania powstającej mieszanki musi być zrównoważona z szybkością wypływu. Tworzy się pierścien stabilizujący płomień, dzięki czemu jego stożek nie ucieka – trzyma się jak pies na smyczy. Nam się udało uzyskać taki pierścien w palnikach wielkiej mocy, dlatego ich stabilność pracy wynosi praktycznie 100%.

Kolejna rzecz: jeśli do cząsteczek paliwa, które wpływają z dyszy palnika, w odpowiednim momencie doprowadzi się tlen, spowoduje on częściowe utlenianie pierwotnych par, zanim nastąpi ich termiczny rozpad na cząstki węgla i mniejsze fragmenty węglowodorów. Wówczas nie powstaje sadza, palnik nie nagaruje, nie kopci, nie pojawiają się WWA.

W każdą strefę płomienia należy wprowadzić tlen, który będzie konsumowany w trakcie utleniania węglowodorów, dzięki czemu nie nastąpi

kraking i nie powstanie sadza. Nie można jednak tak wymieszać utleniacza z paliwem, żeby w palnikach o mocy przekraczającej 10 MW nie wytrącały się cząstki węgla. Płomień naszego palnika jest jednak rozczłonkowany, więc możliwość wytworzenia idealnej mieszanki palnej jest znacznie większa. Front płomienia zawsze kształtuje się w przestrzeni, w której występuje tzw. strefa stechiometryczna, czyli taka, gdzie cząstka paliwa ma w bezpośrednim sąsiedztwie swoją cząsteczkę tlenu. Wówczas uzyskuje się maksymalną prędkość spalania, a procesy tworzenia i odprowadzenia produktów oraz powstawania mieszanki są zrównoważone. W naszym palniku pomiędzy poszczególnymi warkoczami płomienia wytwarzają się wiry recyrkulacyjne, w których panuje mniejsze ciśnienie niż w otoczeniu. Zasysają tlen z otoczenia do powierzchni reakcyjnej.

Na wylocie dyszy palnikowej nie ma jednolitej strugi paliwa, tylko mieszanina par. W tradycyjnych konstrukcjach palników proces mieszania następuje na zewnątrz, myśmy cofnęli go do wnętrza. Cząsteczki, które u nas powstają w środku, dawniej powstawały dopiero na zewnątrz. Były na tyle duże, że separowało się je na zewnątrz płomienia (mówiło się wtedy, że palnik „leje”). Nieraz z leja żużlowego komory kotła wywożono po kilka wrottek mazutu. Przeciętnie na rozruch kotła OP-650, który napędza turbozespół 200 MW, trzeba było 50 t mazutu. Nam udało się zejść do 20 t, a w leju żużlowym nie było śladu paliwa. Nasze palniki pracują w około 40 elektrowniach, praktycznie w całym kraju, kotłów będzie ze sto: Skawina, Jaworzno, Polanec, Bełchatów, Turów, Białystok... Do 1994 r. w skali kraju oszczędności z tytułu zmniejszenia zużycia paliw ciekłych na rozruch dzięki naszym palnikom sięgnęły miliarda złotych.

Drugi obszar działalności pańskiej firmy, a zarazem pańskich zainteresowań naukowych to utylizacja odpadów, w tym także zanieczyszczeń powstających podczas procesów spalania. Proszę o tym opowiedzieć.

Zacząło się od Huty Miedzi w Głogowie. W latach 70. i 80. głogowskie piece emitowały tzw. gazy szybkie w ilości nawet 150 tys. m³ na godzinę! Zawierały różnego rodzaju cyjanki, siarczki i inne związki kancerogenne. W rejonie Głogowa średnia długość życia ludzi była najkrótsza w Polsce, wynosiła nieco ponad 60 lat. Pracownicy huty chodzili w kurtkach kwasoodpornych, ponieważ z opadu z tych gazów w warunkach dużej wilgotności powietrza powstawało wiele kwasów, w tym siarkowy. Wokół nie było żadnych roślin.

Biedziły się nad tym wszystkie polskie uczelnie specjalistyczne. Tylko nam udało się opracować sposób utylizacji tych gazów. Wdrożenie zakończyliśmy w 1992 r. Na wylocie oprócz związków siarki nie było żadnych substancji szkodliwych. Ludzie wrócili do swoich osad, wokół huty jest zieleno, średnia życia nie odbiega od średniej krajowej. Huta zaoszczędziła na karach za trucie środowiska, a przy okazji co rok oszczędza około 70 tys. t węgla. Gazy były wprawdzie bardzo niskokaloryczne, opracowaliśmy jednak specjalną konstrukcję palni-

ków, za których pomocą w sposób stabilny w jednym kotle spalało się mniej więcej 25 tys. m³ szkodliwych gazów na godzinę.

A co z utylizacją odpadów?

W tej chwili dysponuję chyba jedną z najlepszych technologii na świecie. Dotąd powszechnie stosowano technologię kotłów rusztowych, pochodzącą jeszcze z lat 50. Wymagają one paliwa jednorodnego pod względem granulometrycznym i fizykochemicznym. Odpady komunalne to jednak zbiór zupełnie odmiennych struktur fizykochemicznych, od ziemniaka, przez mięso, gumy, skóry itp. Nawet jeśli wszystko rozdrobnić i przemieszać, spalanie i tak będzie nierównomierne. Powstanie struktura sera szwajcarskiego. Powietrze przepływa „dziurami”, nie biorąc udziału w procesie spalania. Mało tego – wychłodzi sąsiednie rejony, obniżając szybkość spalania.

Każda substancja organiczna zawiera też substancje mineralne – sól, potas, wapń, magnez itp. Pierwiastki te mają bardzo niską temperaturę mięknięcia. W efekcie tych ograniczeń stosowane dotychczas technologie z kotłami rusztowymi powodują tylko zmniejszenie objętości odpadów. W dalszym ciągu produkowany jest odpad, który musi być składowany i który zawiera niekiedy nawet 50% substancji palnych.

Tymczasem wszystko da się spalić. Moja technologia opiera się na użyciu odpowiednio ukształtowanej komory obrotowej. W procesie pirolizy prawie 80% siarki i chloru przechodzi w fazę gazową, ale jeśli wprowadzić bezwodnik węgla wapnia, powstaną wapno palone i gips jako efekt połączenia tlenu wapnia z tlenkami siarki. Już w tej pierwszej fazie w komorze obrotowej można zlikwidować prawie 80% siarki, część substancji szkodliwych i przeprowadzić substancję organiczną w fazę gazową i w fazę karbonizatu. Bez spalania, jedynie podgrzewając. Temperatura w komorze obrotowej nie może przekraczać 850–900°C. W efekcie uzyskujemy gaz pirolityczny, który jest gazem palnym, substancją mineralną, która nie przeszła jeszcze przemian fazowych, i karbonizat, który właściwie w każdym wypadku składa się z węgla. Karbonizat i popiół trafiają do komory fluidalnej, od spodu zamkniętej złożem fluidalnym, od góry – komorą spalania gazów pirolitycznych. Zsypują się na dół, a gazy palne wędrują do góry. Do złoża fluidalnego dodaje się jeszcze tzw. materiał inertny. Fluidyzacja następuje z mieszaniną spalin z powietrza. Trzeba pilnować temperatury, aby nie przekroczyła punktu mięknięcia popiołu, bo powstaną aglomeraty i spieki.

WYKAZ PRZYKŁADOWYCH REALIZACJI FIRMY ZBUS-TKW COMBUSTION SP. Z O.O.

lata 1991–1992	EC Wrocław	Palniki gazodynamiczne z rozpylaniem parowym
rok 2004	Zakład utylizacyjny Struga SA w Jeżuckiej Strudze	Palnik zasilany olejem opałowym oraz tłuszczem odzwierzęcym
lata 2000–2006	Elektrownia im. Tadeusza Kościuszki w Polańcu	Palniki gazodynamiczne z rozpylaniem parowym
rok 2007	Zakłady Azotowe w Puławach	Palnik gazodynamiczny z rozpylaniem powietrznym
rok 2008	Elektrociepłownia „Siekierki” w Warszawie	Niskociśnieniowe dwuczynnikowe palniki gazodynamiczne z rozpylaniem

Gazy pirolityczne są spalane w kilku strefach. Tworzy się je poprzez częściowe wprowadzanie powietrza do spalania, tak aby temperatura spalania gazów pirolitycznych nie przekroczyła 1250–1300°C, ponieważ nastąpiłby bardzo szybki wzrost powstawania tzw. termicznych NO_x-ów.

W spalinach, oprócz gazów spalinowych, występują także pary metali ciężkich – sól, potas, rtęć, ołów itp. Z reguły kondensują w temperaturach poniżej 800°C. Zamknęliśmy więc komorę fluidalną tzw. powierchnią festonu – układem rur, gdzie od strony napływu gazu umieszczone są półki ceowników. Rury to przedłużenie ścian membranowych komory fluidalnej. Temperatura półek ceowników nie przekracza 600°C. To wystarczy, by na ich powierzchni nastąpiła kondensacja par metali ciężkich.

Zdmuchiwacze sadzy powodują zdmuchnięcie osadów do złoża fluidalnego. Z popiołem denym zostają one odprowadzone na wysypisko, przy czym po drodze jest jeszcze komora separacji, żeby odseparować części stałe – koksik, popiół lotny itp. – i komora dopalania. Na wylocie z kotła uzyskujemy spalinę, których parametry są prawie o połowę lepsze od dopuszczalnych. Korzystamy też z układów oczyszczania spalin takich jak multicyklon czy filtr workowy, a do komory filtra workowego wprowadzamy aktywny węgiel, który likwiduje do końca pary metali ciężkich i innych związków.

A co jest źródłem energii?

Do odparowania wilgoci zawartej we wsadzie potrzebne jest paliwo. Może to być olej opałowy, rzepakowy, tłuszcz zwierzęcy lub jakikolwiek gaz wysokokaloryczny. Dla odpadów komunalnych zapotrzebowanie wynosi mniej więcej 5 g paliwa na kilogram wsadu, przy czym energia paliwa jest wykorzystywana do produkcji energii użytkowej w postaci pary.

W instalacji „K” o mocy 12 MW w Ostrowitem spala się wszystko: krew, wnętrzności zwierząt, kości, szczecinę, tłuszcz... To zakład utylizacji odpadów poubojowych. Instalacja składa się z komory obrotowej i komory fluidalnej, której wylot jest włączony do normalnej płomienicy kotła płomienicowo-płomieniówkowego z usuniętym rusztem.

Nasze instalacje pracują w Jeżuckiej Strudze, Ostrowitem czy Nowej Wsi Elckiej. Największa instalacja ma wydajność 20 t na godzinę. W elek-

rowni w Stalowej Woli komora obrotowa i fluidalna włączone są w układ komory kotła parowego o wydajności 150 t pary na godzinę.

Jakimi jeszcze projektami się pan zajmował?

W 2009 r., tuż przed Bożym Narodzeniem w elektrociepłowni Karolin, w Poznaniu prowadziliśmy badania nad mieszaniem mazutu z wodą. Panowały bardzo silne mrozy i elektrociepłownia musiała uruchomić dodatkowe źródło energii, żeby dogrzeć Poznań. Próby robiliśmy do północy, mieliśmy je kontynuować następnego dnia. Rano nastąpiło jednak gwałtowne ocieplenie i kocioł wyłączono. Do tego czasu pracował przy 18-procentowej mieszaninie mazutu z wodą. Późniejsze badania laboratoryjne wykazały, że palnik pracuje stabilnie bez spadku mocy nawet przy 25-procentowej mieszance. Tyle tylko że wymieszanie cząsteczek wody z olejem musi nastąpić na poziomie molekularnym, a nie emulsji.

Technologię opatentowaliśmy i jesteśmy w stanie w każdej chwili ją wykonać.

Jak pański zakład radzi sobie z tak dużymi zleceniami?

Technologia, projekt koncepcyjny i oprogramowanie powstają u nas. Zawiązaliśmy konsorcjum, którego liderem jest sędziszowska Fabryka kotłów SEFAKO. Wykonuje część ciśnieniową – kocioł, konstrukcję itd.

Będzie pan rozwijał nowy kierunek?

Wydano już trzy pozwolenia budowlane na projekty na podstawie mojej technologii fluidalnej: we Wrześni, Łagiewnikach i Wągrowcu. W drodze są następne trzy lub cztery. Gdy pierwsza tego rodzaju instalacja zacznie pracować, będę miał listę referencyjną. To jest w tej chwili najważniejsze dla dalszego finansowania.

Mamy również instalację doświadczalną i aplikację w Bełchatowie. Polskie elektrownie, żeby wypełnić listy pochodzenia energii, współspalają z pyłem węglowym pył drzewny. Okazuje się jednak, że w lotnym popiele i żużlu jest prawie 80% karbonizatu pochodzącego wyłącznie z niedopalenia drewna. Mamy patenty na odzyskanie tego koksiku z żużla i z lotnego popiołu. Mamy też opracowaną technologię utylizacji opon samochodowych i plastików w celu uzyskiwania oleju pirolitycznego.

Jest więc tego sporo. Mam nadzieję, że wszystko uda się z powodzeniem zrealizować. ■