

Mgr inż. Jacek Sokołowski,
Instytut Maszyn Przepływowych PAN
dr hab. Krzysztof Kosowski,
Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa
a Politechniki Gdańskiej

mgr inż. Jarosław Kwiatkowski,
Control System and Nautical Safety, Det Norske Veritas

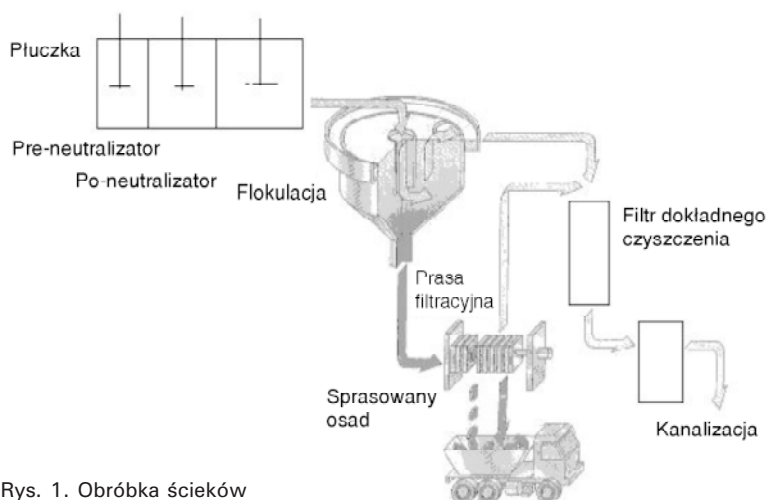
Wykorzystanie odpadów i oczyszczanie spalin z zanieczyszczeń

Ścieki

Oczyszczanie

Woda jest oczyszczana w kilku fazach poprzez neutralizację, wytrącanie, flokulację i filtrację. Metale ciężkie i zawiesiny są oddzielane i usuwane. Ścieki mogą być następnie wypuszczane do kanalizacji bez ograniczeń (rys. 1).

Do ścieków dodawany jest szlam wapienny, który neutralizuje kwasy w dwóch etapach. Rozpuszczone metale ciężkie zamieniane na formę nierozpuszczalną w wodzie są strącane w postaci kłaczków, które łatwo się osadzają. W osadniku większe cząsteczki pyłów, gips i strącone metale ciężkie są oddzielane od płynu. Piasek stanowi ostatni „filtr bezpieczeństwa”, który usuwa pozostałe śladowe ilości substancji szkodliwych. Woda może teraz być bezpiecznie oddana do sieci kanalizacyjnej. Osad nazbierany w osadniku jest zagęszczany, a następnie odwadniany na prasie.



Rys. 1. Obróbka ścieków

Pierwsze dwa artykuły Autorów ukazały się w *Energetyce* 2002, nr 9 i 10/11.

Produkcja gipsu. Ze ścieków odzyskiwany może być gips. Specjalnie opracowana procedura pozwala na usunięcie metali ciężkich i powoduje, że otrzymany gips może zostać użyty, np. jako dodatek do produkcji cementu.

Jeśli gips jest w sposób standardowy usuwany ze ścieków jako ciało stałe wraz z metalami ciężkimi, musi zostać wywieziony na wysypisko i składowany.

W opisywanej technologii [13] ilość dodanego do wody szlamu wapiennego jest tylko taka, aby wystarczył on do strącenia gipsu, podczas gdy metale ciężkie są pozostawione. Gips osadza się i jest odwadniany w filtrze taśmowym, wypłukiwany (usunięcie soli) i suszony.

Wśród zalet metody można wymienić następujące cechy:

- zasada sodowa działająca w płuczce powoduje, że proces jest bezpieczny, a emisja szkodliwych czynników minimalna,
- zamiast ścieków produkowane są produkty do ponownego użycia.

Parowanie. Wstępnie oczyszczone ścieki są zagęszczane podczas wielofazowego procesu, w efekcie czego otrzymuje się sole przemysłowe. Z soli usuwana jest woda, przez co znacznie zmniejsza się ich objętość i w tej postaci są składowane na wysypiskach. Produkt, który powstaje na tym etapie, po oczyszczeniu ścieków, nie zawiera metali ciężkich, ale wciąż można w nim znaleźć pewne ilości soli, głównie chlorku sodu NaCl.

Wielokrotne odparowywanie tej wody powoduje znaczne korzyści:

- sole nie są wpuszczane do naturalnych cieków wodnych,
- sole nadające się do powtórnego użycia są odzyskiwane,
- stały odpad, który musi być składowany wymaga niewielkiej powierzchni składowania,
- odzyskiwana jest woda obiegowa, dzięki czemu system jako całość mniej jej zużywa.

Dwa etapy odparowywania dają w wyniku sól przemysłową. W pierwszym etapie odparowywania oczyszczone ścieki są wstępnie zagęszczane, w drugim etapie woda jest odparowywana aż do momentu, gdy sole skryształują. Kryształki soli są oddzielane od roztworu soli w wirówce. W rezultacie otrzymywana jest sól (NaCl) o wysokiej czystości, którą można używać w procesach przemysłowych.

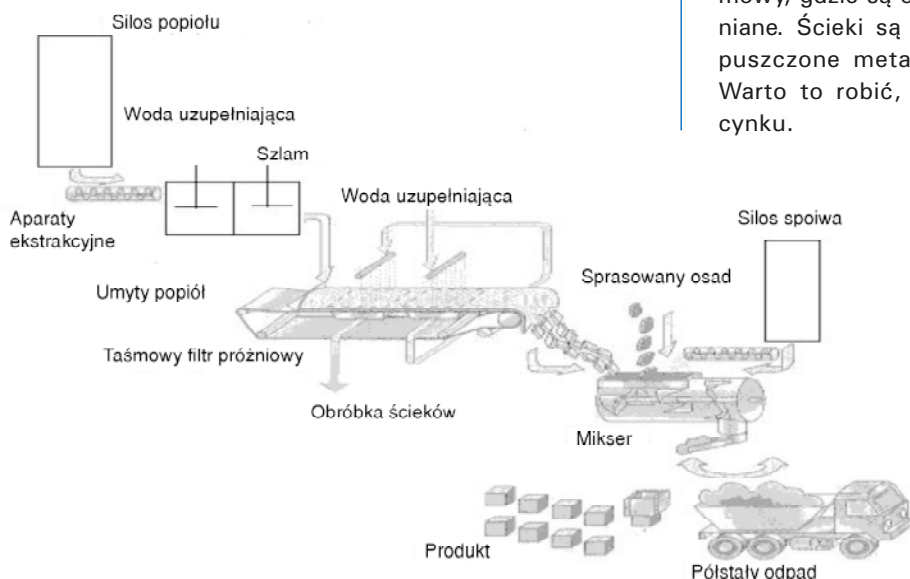
Drugim etapem jest oczyszczanie soli. Pozostały roztwór soli jest wlewany do ostatniej zagęszczarki, gdzie jest zagęszczany do momentu, aż można wypełnić wolne przestrzenie w zagęszczarce roztworem lepkiem. Jest to roztwór tak zagęszczony, że staje się ciałem stałym w temperaturze pokojowej. W tej formie sole mogą być wywożone na wysypisko. Na każdą tonę spalonych odpadów powstaje około 6 kilogramów wysokiej czystości soli przemysłowej i około 3 kg innych soli mieszanych.

Regeneracja kwasu solnego. Ściekiem pozostającym po procesie wyłukiwania gazów jest rozcieńczony kwas solny. Gdy tylko metale ciężkie i zanieczyszczenie organiczne zostaną usunięte, kwas jest zagęszczany do stężenia 325, co odpowiada stężeniu kwasu solnego sprzedawanego i powszechnie używanego w przemyśle.

Popłuczyny powstałe podczas procesu płukania spalin są zanieczyszczone szeregiem metali ciężkich i innych substancji. W pierwszym etapie popłuczyny są zagęszczane, w drugim etapie brom i jod są usuwane. Dodanie chlorku wapnia wspomaga usuwanie innych zanieczyszczeń i proces transformacji kwasu solnego w formę gazową. Gaz ten jest rozpuszczany w wodzie, w wyniku powstaje gotowy 32-procentowy kwas solny, który spełnia wszelkie najbardziej restrykcyjne normy.

Suszenie rozpryskowe

Wyłukiwane ścieki są neutralizowane bezpośrednio po opuszczeniu płuczki, a otrzymany w rezultacie roztwór soli jest rozpylany na gorące spaliny. Pozostają tylko odpady stałe.



Rys. 2. Zestalenie popiołu i pyłu

Pyły

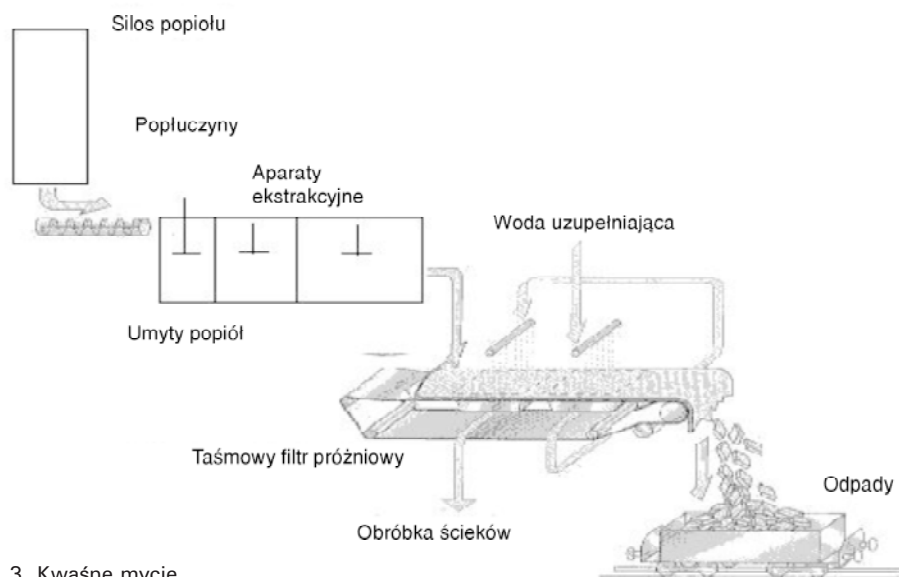
Zestalenie

Lotny popiół, odpady z kotłów, sprasowany osad poddane procesowi neutralnego mycia zamieniane są w odpad odpowiadający ostrym wymaganiom ochrony środowiska. Najpierw wymywane są sole, następnie dodawane jest spoiwo powodujące zestalenie (rys. 2). Otrzymany w rezultacie materiał może być bezpiecznie składowany na wysypiskach i używany do wyrównywania wgłębień terenu.

Najpierw do popiołu dodawana jest woda, tak aby powstał szlam, który następnie jest intensywnie mieszany w dwóch etapach w mieszalniku kaskadowym. Pozwala to na wymycie łatwo rozpuszczalnych soli, co znacznie poprawia wytrzymałość brykietów. Filtr taśmowy usuwa zasoloną wodę odwadniając w ten sposób popiół, który jest następnie płukany jeszcze dwa razy. Oczyszczony i odwodniony popiół może być utwardzany przy użyciu spoiwa. Zasalone ścieki odpływają do oczyszczalni ścieków.

Wytrącanie lotnych popiołów. W tym procesie przy użyciu popłuczyn powstających przy kwaśnym wyłukiwaniu otrzymywany jest obojętny chemicznie odpad. Metale ciężkie nie byłyby ograniczeniem, ale w obecnie istniejących technologiach i tak są usuwane, co pozwala na uzyskanie szczególnie odpornych na ług odpadów. W Szwajcarii poddano te odpady testom na wyciek, a ich wynik był bardzo dobry i spełniał obowiązujące tam normy.

Kwaśne mycie popiołów jest kombinacją dwóch procesów (rys. 3). W metodzie tej używa się ścieków z procesu płukania spalin jako medium myjącego. W serii trzech zbiorników z mieszadłami kwas obecny w ściekach rozpuszcza metale ciężkie zawarte w filtrowanym popiele, a pH ścieków zostaje zneutralizowane z 3 do 4. Pozostałe jeszcze komponenty popiołu uwolnione od metali ciężkich przesuwane są następnie na filtr taśmowy, gdzie są oddzielane od ścieków, płukane i odwadniane. Ścieki są podawane do oczyszczania, gdzie rozpuszczone metale ciężkie są strącane i zagęszczane. Warto to robić, gdyż uzyskany produkt zawiera 20% cynku.



Rys. 3. Kwaśne mycie

HSR (Holderbank Smelt Redox) — metoda ta jest głównie wykorzystywana do obróbki żużla, ale także do oczyszczania pyłów i opisana jest w części poświęconej oczyszczaniu żużla powstałego w procesie spalania.

Żużel

Mycie żużla

Do wypłukania soli i łatwo rozpuszczalnych metali ciężkich używana jest woda, biorąca udział zarówno bezpośrednio w odżużlaniu na mokro, jak też w fazie bezpośredniego wypłukiwania.

Żużel powstały na ruszcie zawiera różne sole. Jeśli taki nie przetworzony żużel zostałby użyty jako materiał konstrukcyjny, sole te po pewnym czasie mogłyby przeciekać do wód gruntowych. Proces mycia żużla ma na celu wypłukanie tych soli. Po przefiltrowaniu ścieki powstałe w procesie mycia żużla są podawane do oczyszczania lub też można ich użyć do uzupełnienia wody w procesie płukania spalin. Wypłukany żużel spełnia wszystkie warunki, aby stać się bezpiecznym materiałem do budowy. Jedną z metod oczyszczania żużla jest metoda HSR (Holderbank Smelt Redox) — polega ona na zamianie zanieczyszczeń w materiały używane w przemyśle. Żużel i popiół z procesu spielania odpadów są zamieniane w wysokiej jakości dodatek do cementu, przy czym ilości metali ciężkich są zminimalizowane do wielkości spotykanych w naturalnych skałach. Rezultatem jest nadający się do sprzedaży produkt.

Proces ten składa się z trzech etapów:

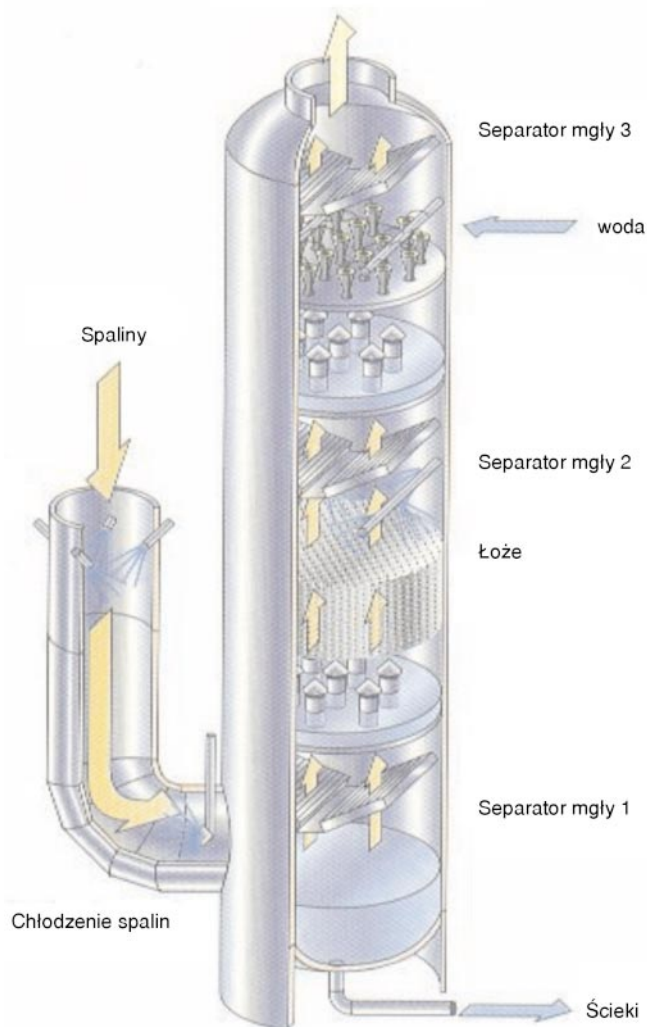
- utlenianie metali w temperaturze 1500°C; w procesie HSR żużel jest topiony w temperaturze 1500°C w obecności nadmiaru tlenu; powoduje to utlenianie żelaza obecnego w żużlu; lotne metale ciężkie odparowują w takiej wysokiej temperaturze; utlenianie żelaza uwalnia energię cieplną i wspomaga proces topnienia;

- faza redukcji: temperatura zostaje nie zmieniona w stosunku do poprzedniej fazy, ale stwarza się warunki do redukcji; powoduje to, że stopione metale żelazne reagują z metalami ciężkimi redukując je do czystej formy metalicznej; w tej fazie nawet mniej aktywne metale stają się lotne i odparowują; żelazo zamienia się w tlenek żelaza i zostaje usunięte ze stopionego żużla;
- odzysk metali ciężkich i otrzymywanie żużla o strukturze podobnej do powłoki ziemskiej.

Miedź, ołów i nikiel są oddzielane w kolejnej komorze reakcyjnej. W rezultacie stężenie metali ciężkich w żużlu zostaje zredukowane do niskiego poziomu, takiego jak w naturalnej skale. Metale ciężkie są koncentrowane i przetwarzane na produkty do ponownego użytku. Produktem końcowym jest granulowany żużel pozbawiony zanieczyszczeń. Problem wycieku zostaje wyeliminowany, skoro usunięte są metale ciężkie. Granulowany materiał może być użyty jako dodatek do cementów.

Sposoby usuwania zanieczyszczeń ze spalin

Proces usuwania zanieczyszczeń ze spalin jest bardzo złożony, ekologowie cały czas mają zastrzeżenia do budowy spalarni śmieci motywując to ochroną środowiska. Opracowano już jednak metody usuwania tych zanieczyszczeń, tak że spełniają one wszystkie standardy i wymagania na świecie, nawet te najbardziej restrykcyjne. Trzeba wspomnieć, że cena takiej instalacji wynosi około 50% ceny zakładu. W artykule opisana jest metoda opracowana przez firmę *Van Roll* [11]. Instalacja taka połączona jest z instalacją oczyszczania popiołu i innych odpadów pozostałych po spalaniu. Razem tworzą one jeden blok odpowiedzialny za usuwanie trujących substancji i jak najefektywniejsze wykorzystanie odpadów do powtórne- go użycia.



Rys. 4. Płuczka wieżowa

Usuwanie pyłów metali ciężkich i kwaśnych gazów

Proces płukania spalin. W płuczce wieżowej usuwane są ze spalin, w kilku etapach, zanieczyszczenia gazowe i metale ciężkie. Każdy z etapów ma swoją funkcję i może być dostosowany (wielkością) do potrzeb użytkownika. Wszystkie założone limity emisji mogą być utrzymywane bez względu na wahania zawartości substancji szkodliwych w spalinach.

Płukanie spalin odbywa się w kilku etapach.

◆ **Etap pierwszy** – od wstępnego wytrącania pyłu do etapu schładzania.

Na etapie schładzania woda płuczająca wtryskiwana jest do gorących spalin, w trakcie parowania chłodzi gazy do około 70°C. Woda płuczająca wymywa gruboziarniste drobiny pyłu wciąż obecne w spalinach. Jest to także etap, na którym większość kwasu chlorowodorowego (HCl) i rtęci jest absorbowana. Istotną rzeczą jest to, że popłuczyny krążą w obiegu zamkniętym. Schłodzone, wstępnie oczyszczone spaliny przechodzą następnie do płuczki wieżowej.

◆ **Etap drugi.**

Spaliny przepływają w przeciwnym kierunku do płynu płuczającego przez złożo wypełnione specjalnymi kształtkami, schładzając się do temperatury około 60°C. Elementy wypełniające (kształtki) powinny mieć dużą powierzchnię, co pozwala na intensywną, bardzo efektywną wymianę mas pomiędzy płynem płuczającym i spalinami. Pozostałe kwasy solne i fluorowodorowy są absorbowane, a metale ciężkie zagęszczają się do postaci aerozoli. Jeśli wymagany jest wysoki poziom absorpcji dwutlenku siarki pH płynu płuczającego jest podwyższane na tym etapie poprzez dodanie sody kaustycznej (NaOH).

◆ **Etap trzeci: rozpylacz pierścieniowy.**

Na tym etapie wszystkie aerozole i większe cząsteczki pyłów, które powstały na etapie chłodzenia i absorpcji są usuwane. Spaliny przepływają przez rozpylacz pierścieniowy skonfigurowany tak, jak wielokrotny kanał Venturiego, co pozwala na podział strumienia gazu na wiele mniejszych strumieni. Zaletą tego pierścienia jest znacznie większa efektywność usuwania zanieczyszczeń. Różnica ciśnień, a więc i możliwość oddzielania zanieczyszczeń, są utrzymywane na stałym poziomie dla szerokiego zakresu obciążeń poprzez regulowany system dopływu wody.

Rozpylacz pierścieniowy mogą z powodzeniem usuwać substancje gazowe, jak dwutlenek siarki, za pomocą zasady sodowej dodawanej do wody w celu utrzymania stałego pH.

Spaliny uwolnione od gazów, cząsteczek stałych zawieszonych w gazach i zanieczyszczeń w postaci aerozoli, przepływają przez dodatkowy separator mgły do komina albo dalej do innego procesu.

Otrzymywanie pseudosuchego produktu po płukaniu spalin – dozowanie wapna i wody do procesu, a następnie wytrącanie na filtrze tkaninowym jest wysoce efektywnym sposobem na oddzielenie zanieczyszczeń gazowych i metali ciężkich. Produktem reakcji są ciała stałe.

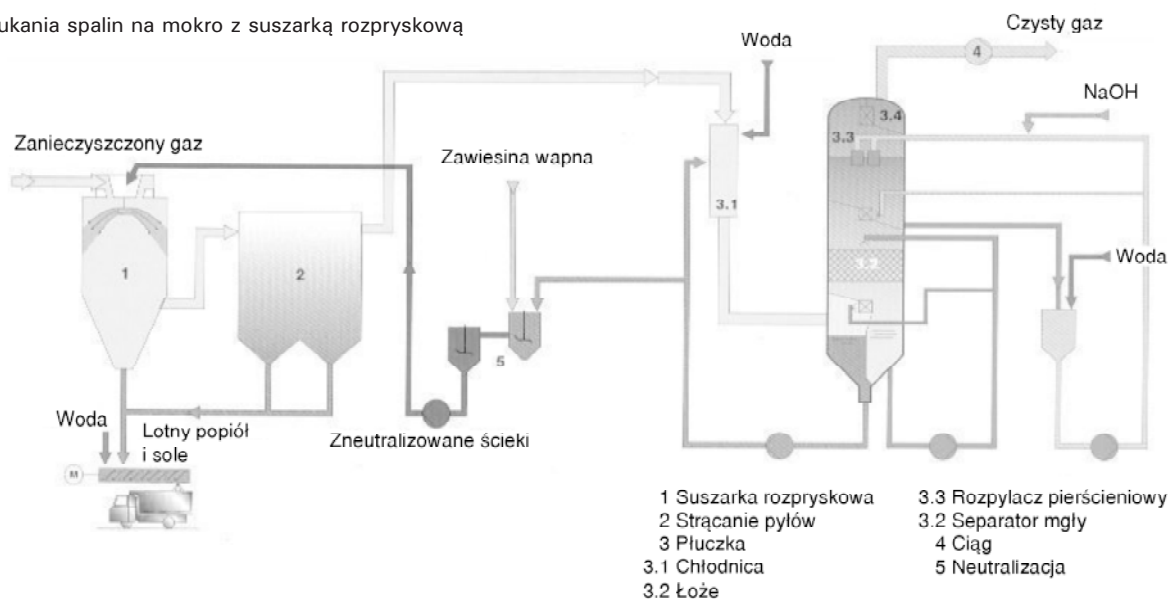
Oczyszczanie ścieków (popłuczyn) pozwala na odzyskanie wartościowych substancji.

Opracowano proces odzysku zanieczyszczeń z wody płuczającej spalinę, takich jak np. gips, chlorek sodowy, kwas solny, które można z powodzeniem sprzedać na rynku lub otrzymać z nich łagodne formy odpadu nadające się do długotrwałego składowania.

Suszarki rozpryskowe

Jeśli w projekcie zakłada się, że ścieki nie będą wypływać na zewnątrz układu, woda płuczająca spaliny jest po prostu neutralizowana w taki sposób, że powoduje to powstanie roztworu soli, który wciąż zawiera pyły i metale ciężkie. Roztwór ten jest pompowany z powrotem do suszarki rozpryskowej i rozpraszany w spalinach. Woda całkowicie odparowuje, a spaliny są schładzane do pożądanej temperatury. Pozostają tylko substancje stałe.

Rys. 5. System płukania spalin na mokro z suszarką rozpryskową



Wtrysk i mieszanie

Wapno rozpuszczone w wodzie jest wtryskiwane do reaktora w ilości odpowiedniej do powstania optymalnej mieszaniny ze spalinami i służy jako absorbent. Szlam odparowuje całkowicie, schładzając spaliny do około 140°C. W trakcie parowania wapno wchodzi w reakcję z kwaśnymi elementami spalin (HCl, HF i SO₂) i powstają sole. Wtrysk szlamu wapiennego jest kontrolowany na podstawie pomiaru emisji na wylocie oczyszczonych spalin.

Usuwanie

Produkty reakcji (sole) są suche, kiedy opuszczają reaktor i są oddzielane na filtrze tkaninowym wraz z popiołem i pyłami metali ciężkich.

Obieg zamknięty redukuje ilość absorbenta. W celu zminimalizowania zużycia absorbenta, produkty reakcji (które zawierają stałe wapno) są ponownie wrzucane do reaktora. To znacznie redukuje wymaganą ilość wapna i powoduje powstawanie mniejszej ilości odpadów.

Usuwanie dioksyn. Dodanie węgla aktywnego do wapna lub spalin także w efektywny sposób oczyszcza spaliny z dioksyn. W tym samym procesie jest także usuwana rtęć.

Tlenki azotu

W każdym procesie spalania powstają tlenki azotu. Gdy zostaną wystawione na działanie promieni słonecznych stają się zanieczyszczeniem, które bardzo trudno jest usunąć. Omawiana metoda ma na celu zamianę tlenków azotu w naturalne składniki powietrza. W procesie tym tlenki azotu są zamieniane na całkowicie bezpieczne azot i wodę, w sposób pełny, tak że najbardziej restrykcyjne uregulowania dotyczące emisji tych gazów są spełniane. W reakcji tej nie ma odpadów. Procesy te działają katalitycznie lub nekatalitycznie przy użyciu amoniaku jako reagenta.

Metoda SNCR

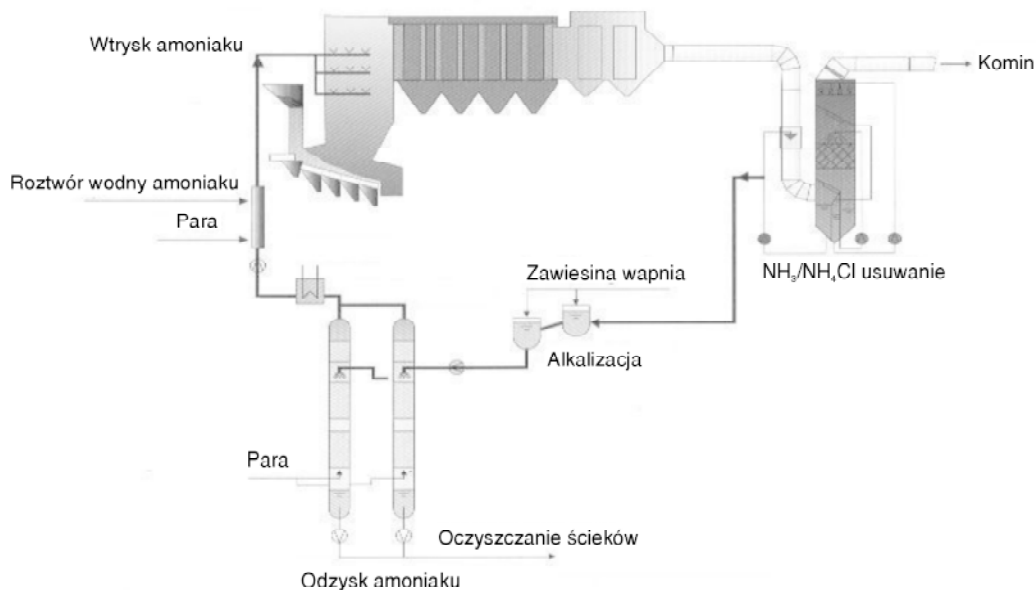
W procesie SNCR (selective non-catalytic reduction) tlenki azotu reagują z amoniakiem (NH₃) i są w reakcji chemicznej zamieniane w azot (naturalny składnik powietrza) i opar wodny. Amoniak jest wtryskiwany bezpośrednio do komory spalania (rys. 6) wraz z parą (wszystko dzieje się w temperaturze od 850 do 1000°C). Osiągnięcie wysokiej efektywności w usuwaniu tlenków azotu wymaga wtryskiwania większej ilości amoniaków niż potrzebne jest do przereagowania z istniejącą ilością tlenków azotu. Nadmiar może być oddzielany ze strumienia spalin w płuczce wieżowej. Odzyskanie amoniaku ze ścieków jest możliwe w późniejszych fazach.

Zastosowanie urządzeń najnowszej generacji pozwala na zbudowanie pełnej instalacji na niewielkiej powierzchni. Dodatkową korzyścią omawianej technologii jest znaczna redukcja formowania się dioksyn w spalinach. Opisana metoda jest z powodzeniem stosowana od wielu lat w licznych spalarniach śmieci. Na podstawie danych w nich zebranych obliczono, że metodą SNCR usuwa się 90% tlenków azotu ze spalin.

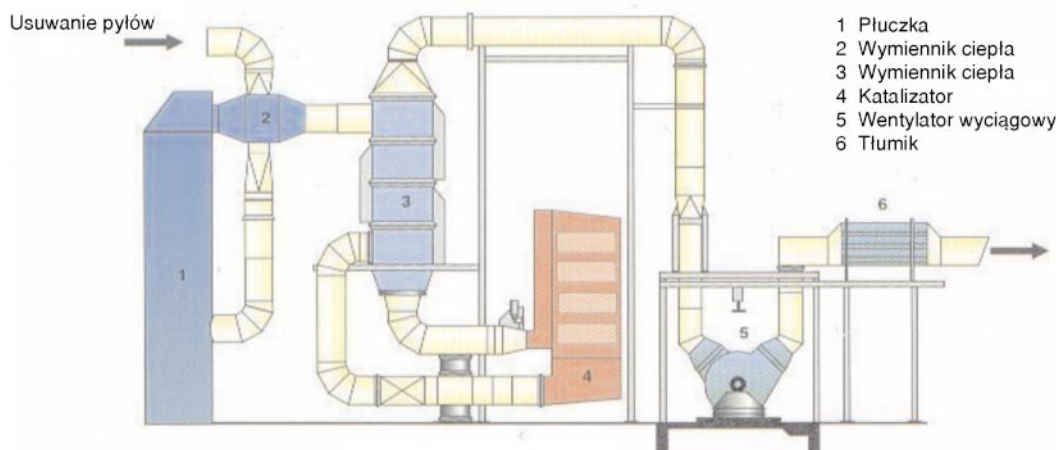
W technologiach, które nie stosują nadmiaru amoniaku można eliminować tlenki azotu o zaledwie 50%. Instalowanie urządzeń do odzysku nadmiaru amoniaku nie jest więc konieczne. Z powodu niskich kosztów i niewielkiej koniecznej powierzchni opcja ta jest szczególnie atrakcyjna dla zakładów modernizujących się.

Metoda SCR

Kiedy użyty zostanie katalizator, dodawanie amoniaku do spalin powoduje rozpad tlenu i azotu na naturalne składniki powietrza nawet w niższych temperaturach (200–300°C) (rys. 7). Proces ten nazywa się SCR (selective catalytic reduction). Katalizator może być umiejscowiony w dwóch różnych punktach instalacji: za płuczką wieżową lub za procesem elektrostatycznego wytrącania.



Rys. 6. Metoda SNCR



Rys. 7. Metoda SCR

W pierwszym przypadku, jeśli katalizator jest zainstalowany za płuczką wieżową czas przebywania cząstek może być dłuższy, a wielkość katalizatora mniejsza, gdyż po przejściu przez płuczkę spaliny nie zawierają prawie wcale pyłu. Z drugiej strony spaliny muszą być podgrzane do temperatury reakcji (około 260°C). Do podgrzania wykorzystywany jest wymiennik ciepła. W drugim przypadku spaliny w kotle są chłodzone tylko do temperatury 260°C i odpylane podczas strącania elektrostatycznego. Wielką zaletą tego procesu jest niskie zużycie energii. W procesie używany jest katalizator stworzony specjalnie dla systemów spalania śmieci.

Usuwanie dioksyn

Omawiana technologia została opracowana w celu zniszczenia powstających w procesie spalania śmieci bardzo szkodliwych substancji – dioksyn. Prezentowana poniżej koncepcja utylizacji dioksyn i furanów zakłada kilka opcji.

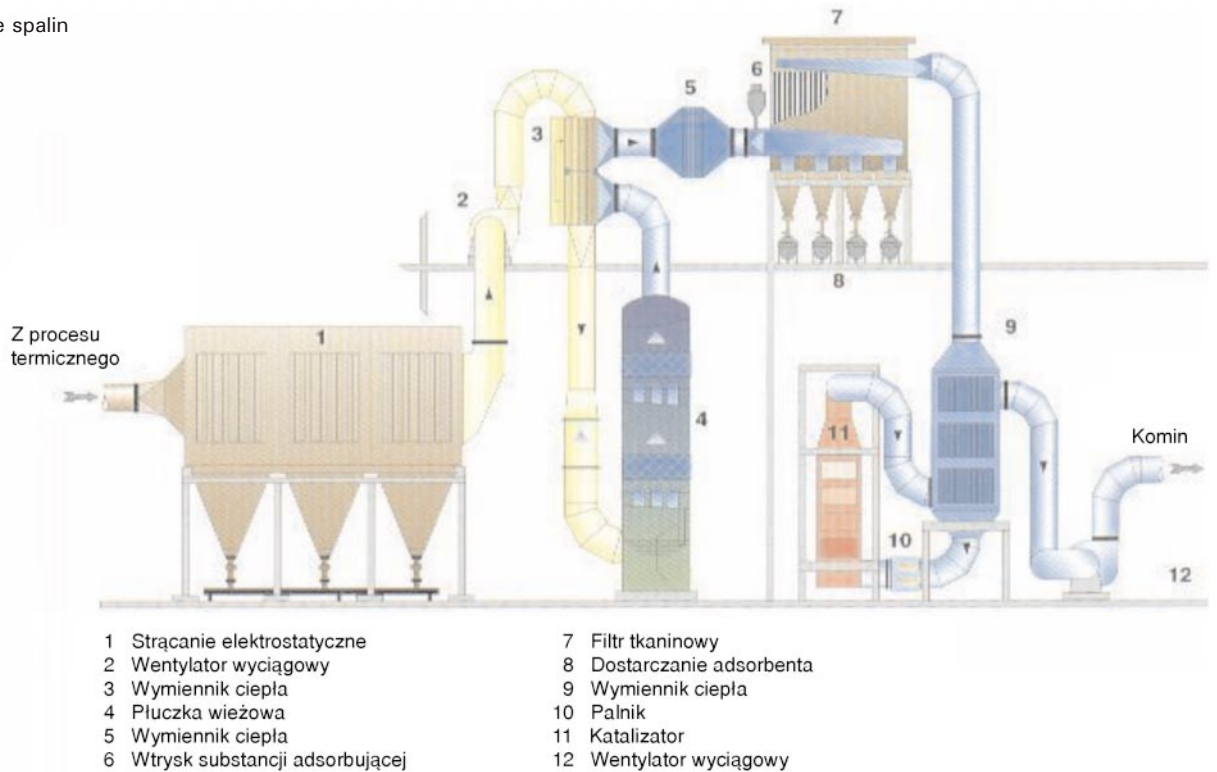
Celem jest niedopuszczenie do pojawiania się tych zanieczyszczeń nawet w minimalnych, jakkolwiek niebezpiecznych ilościach i niszczenie już istniejących. Niewielkie ilości aktywnego węgla drzewnego są wdmuchiwane do strumienia spalin, zanim spaliny dotrą do płuczki lub filtra (rys. 8). Substancja adsorbująca dioksyny (węgiel) jest spalana, a wraz z nią niszczone są dioksyny.

Śmieci zawierają dioksyny i furany zanim zostaną poddane procesowi spalania. Te toksyny mogą w sposób pełny zostać zniszczone w procesie spopielenia śmieci. Dodatkowa ilość dioksyn powstaje także w kotle spalającym śmieci, jak również na drobinkach pyłu w separatorze pyłu. Odpowiednie skonfigurowanie systemu może wydatnie zmniejszyć powstawanie dioksyn.

Czterostopniowy proces efektywnego usuwania dioksyn

Ponieważ dioksyny istnieją częściowo w formie gazowej, nawet najlepsze separatory pyłów nie mogą odzielić ich od spalin. Stworzono cztery specjalne moduły, które mają pomóc w rozwiązaniu tego problemu.

Rys. 8. Płukanie spalin



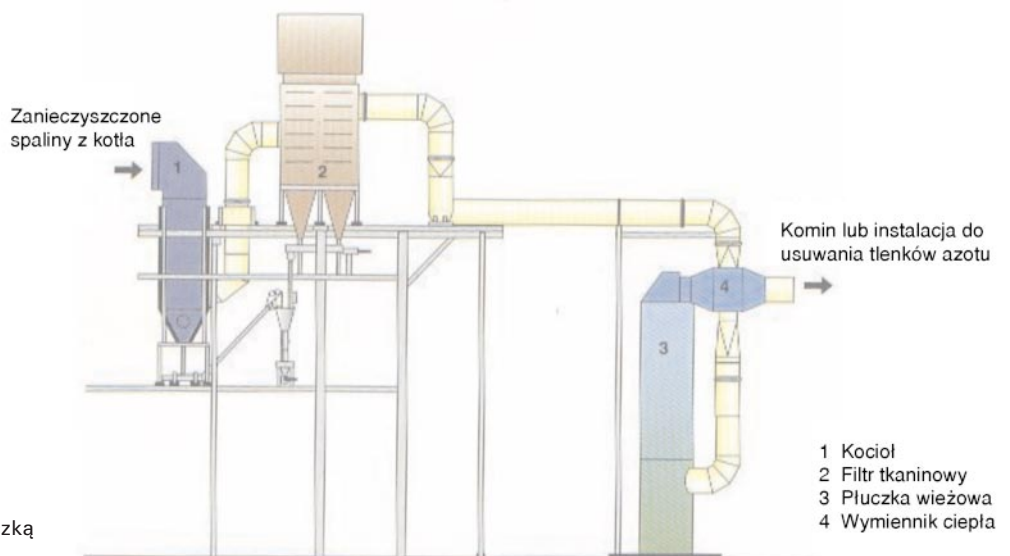
Proces „porywania” spalin. Proces ten polega na wykorzystaniu aktywnego węgla na materiale filtra. Wypływające z płuczki wieżowej spaliny są podgrzewane do około 110°C przy użyciu ciepła powstałego z gorących nie oczyszczonych spalin w wymienniku ciepła (rys. 9).

W normalnych warunkach nie jest potrzebne dostarczanie energii z zewnątrz. Aktywny węgiel jest dodawany do spalin. Następnie jest on porywany przepływem i osadza się na materiale filtra w postaci powłoki filtrującej aktywnego węgla. Dioksyny, furany, ciężkie metale w postaci gazowej i kwasy resztkowe są oddzielane podczas przechodzenia przez tę powłokę. Zamiast aktywnego węgla

można też użyć mniej kosztownych materiałów, jak np. koks paleniskowy lub specjalnej mieszanki koksu i wapna. Wylapywanie szkodliwych substancji zapewniające bezpieczeństwo jest realizowane poprzez instalowanie odpowiednich urządzeń monitorujących emisję.

Aktywny węgiel w płuczce. Innym miejscem, w którym możliwe jest dalsze usuwanie dioksyn w czasie procesu to płuczka wieżowa. Węgiel aktywny jest wtryskiwany w kierunku przeciwnym do strumienia spalin wylatującego z płuczki wieżowej. Poprawia to wyniki osiągane w usuwaniu dioksyn nawet o 90%. Dodatkową korzyścią tego procesu jest usunięcie rtęci praktycznie do zera.

Rys. 9. Porywanie spalin przed płuczka wieżową



Oksydacja dioksyn. Jeśli w zakładzie zainstaluje się katalizator tlenków azotu, dioksyny mogą także być niszczone na etapie płuczki wieżowej. Skoro utleniają się jako związki organiczne i nie zbierają na materiale katalizatora, rozmiary katalizatora muszą być nieznacznie większe.

Odpylanie i separacja dioksyn. W nowych systemach zarówno dioksyny, jak cząsteczki pyłów, mogą być usuwane na filtrze tkaninowym. Pociąga to za sobą schłodzenie spalin do temperatury około 160°C. Ponieważ metoda ta jest działaniem przeciwnym do procesu porywania spalin, nie jest tu potrzebny filtr z urządzeniami wprowadzającymi ani wymiennik ciepła.

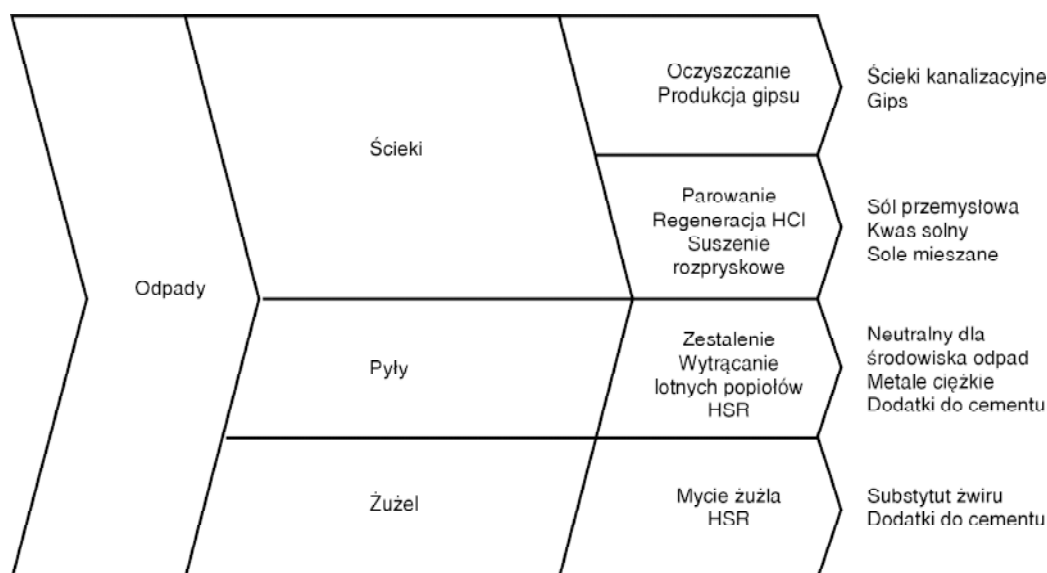
Do korzyści zaliczyć można:

- mniejszą wymaganą powierzchnię,
- niższe zużycie energii,
- mniej remontów, napraw i robót mających na celu utrzymanie urządzeń w ruchu.

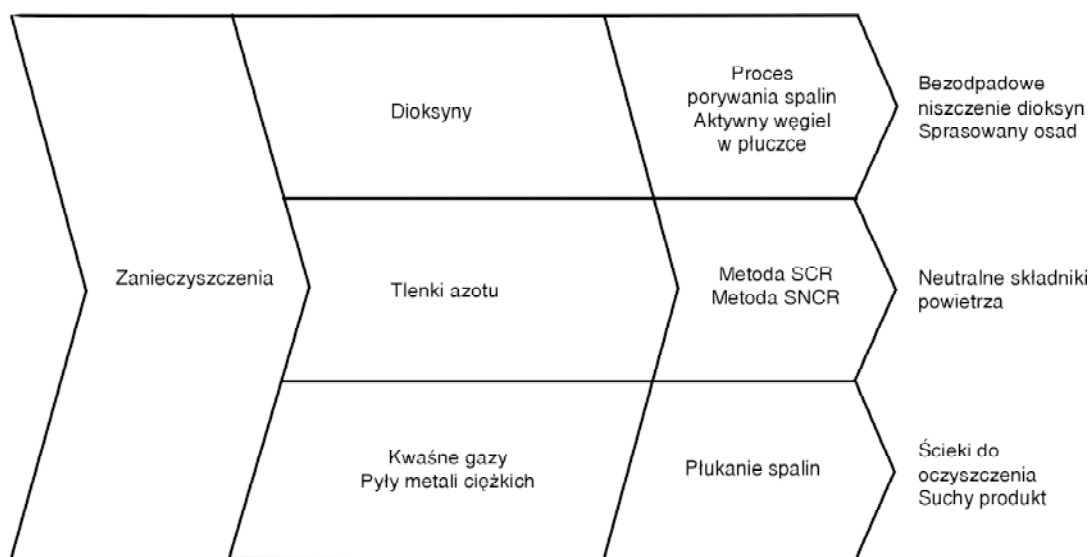
Zużyty węgiel aktywny, zawierający relatywnie niewielkie ilości dioksyn i innych zanieczyszczeń organicznych jest wtryskiwany bezpośrednio do komór spalania lub podawany do spalarni pyłu. W tych warunkach niszczone są dioksyny.

Ta metoda usuwania dioksyn jest w pełni udana, jak pokazują przykłady wielu działających spalarni śmieci.

Utylizacja odpadów powstających w procesie spalania



Sposoby oddzielania zanieczyszczeń od spalin



Metoda pólucha oczyszczania spalin

Istnieje również pólucha metoda oczyszczania spalin. Charakteryzuje się ona mniejszym zużyciem wody, reagentów i energii, przy nieco mniejszej wydajności i niezawodności oraz dużo niższymi kosztami inwestycyjnymi. System może pracować w zakresie temperatur gazu od 160 do 250°C [12]. W instalacji takiej znajduje się reaktor, w którym do przepływających spalin wtryskiwana jest woda i zasada wapniowa. Zawiesina odparowuje całkowicie chłodząc gaz do około 140°C.

Efektom reakcji wody wapiennej z kwasami oraz tlenkami są sole w postaci krystalicznej i są usuwane dalej w filtrze siatkowym wraz z metalami ciężkimi i pyłami. Przez dodanie aktywnego węgla do zasady lub przez rozpylenie go w gazie usuwa się także w tym samym czasie dioksyny i furany. Na siatce tworzy się zlepiona, zestalona masa, w której w dalszym ciągu zachodzą reakcje chemiczne.

Tabela 1

Standardy dla emisji substancji ze spalania odpadów wprowadzone w 1989 i w 1985 roku w Holandii (Richtlijn Verbranden – RV '89, '85) i obowiązujące w UE dla istniejących spalarni (EC1) oraz dla nowych spalarni (EC2) – stężenia wyrażono w mg/m³

Składnik	RV'85	RV'89z	EC1	EC2
Pyły	50	5	100	30
Kwas solny (HCl)	50	10	—	50
Kwas fluorowodorowy (HF)	3	1	—	2
Tlenek węgla (CO)	—	50	100	100
Związki organiczne (w przeliczeniu na węgiel)	—	10	—	20
Dwutlenek siarki (SO ₂)	—	40	—	300
Tlenki azotu (NO _x)	—	70żż	—	—
Metale ciężkie:	0,1	0,05	—	0,2
łącznie w klasie I w tym: kadm Cd rtęć Hg	0,1	0,05	—	—
łącznie w klasie II (arsen As, nikiel Ni, kobalt Co, selen Se itd.)	—	1,0	—	1
łącznie w klasie III (ołów Pb, chrom Cr, miedź Cu, cynk Zn itd.)	5	1,0	—	5
Dioksyny, w TEQ	—	0,1 ng/m ³	—	—

Standardy obowiązują przez co najmniej 97% okresu działania. Standardy są oparte na suchych gazach wylotowych w warunkach normalnych (273 K; 101.3 kPa), zawartość tlenu 11%.

Masa ta na skutek pulsacyjnych przedmuchów sprężonym powietrzem odrywa się i opada na dół. Ilość wtryskiwanej zasady wapniowej kontrolowana jest przez miernik emisji w oczyszczonych spalinach. Jest jej zazwyczaj nadmiar i część, która nie uległa reakcji, jest odzyskiwana.

Podsumowanie

Istotnym problemem w procesie spalania śmieci jest poradzenie sobie z odpadami i zanieczyszczeniami lotnymi powstałymi w procesie spalania. Na dwóch schematach obok przedstawiano sposoby, które zastosowane w nowoczesnych spalarniach rozwiązują ten problem wypełniając najbardziej restrykcyjne normy dotyczące ochrony środowiska.

W celu zilustrowania aktualnych wymagań obowiązujących w UE przedstawiono w tabeli 1 stosowne standardy.

LITERATURA

- [1] <http://www.wte.org/waste.html> – Waste to Energy
- [2] <http://www.eewc.org/16.htm> – EEWC Projects
- [3] Dane opracowane przez Wydział Chemii Politechniki Gdańskiej dla Zakładu Utylizacji Śmieci Szadółki
- [4] The GAVI Wijster 735 t/a waste to energy plant. *Modern Power Systems*, November 1994, str. 57–69
- [5] AVI Moerdijk turns waste to steam and power. *Modern Power Systems*, March 1997, str. 37–45
- [6] Power for ENW from Alkmaar waste incinerator. *Modern Power Systems*, February 1996
- [7] <http://www.dea.dk> – Energy Solutions in Denmark
- [8] Compact system generates clean power from waste. *Modern Power Systems*, September 1996, str. 53–61
- [9] Mannheim's Waste to Energy Incineration Plant. *MVV Mafberg-Vaerket*. – Vestkraft
- [10] Fynsvaerket Power Station. Brief Description and Technical Data.
- [11] Rugenberger: putting an end to landfill. *Modern Power Systems*, October 1998
- [12] Waste incineration turns to cogeneration. *Modern Power Systems*, April 1993, str. 51–61
- [13] List of reference. *Krueger FLS Miljo SWE*
- [14] Thermal waste treatment plants. VanRoll Environmental Technology Ltd. August 1998
- [15] Perycz S.: Turbiny parowe i gazowe. PAN IMP Wrocław-Warszawa-Kraków. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk 1992
- [16] Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej, *Budownictwo Okrętowe Nr 62*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej 1995
- [17] Energy Solutions in Denmark. Ministry of Environment and Energy, Danish Energy Agency 1995
- [18] Second try for Thameside energy from waste project. *Modern Power System*, September 1995





Salon Czystej Energii i seminarium „Energia ze źródeł przyjaznych środowisku” Poznań, 19–21 listopada 2002

Energia z biomasy, słońca, wiatru i wody, czyli ze źródeł odnawialnych, to jedno z priorytetowych zagadnień wielu projektów badawczych i wdrożeniowych. Tematyka ta była również przedmiotem ekspozycji Salon Czystej Energii, zorganizowanej przez firmę *Abrys*, wspólnie z Międzynarodowymi Targami Poznańskimi podczas trwania Międzynarodowych Targów Ekologicznych POLEKO 2002 w Poznaniu. Na Salonie prezentowało swe usługi i wyroby kilkadziesiąt firm z dynamicznie rozwijającej się branży wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych.

Na terenie ekspozycji odbyło się dwudniowe Seminarium zatytułowane „Energia ze źródeł przyjaznych środowisku”.

Każdego dnia przedstawiono 7 referatów oraz wiele wystąpień promocyjnych uczestników Salonu Czystej Energii. Jak zaznaczyli Organizatorzy, ten nowatorski sposób szerokiej edukacji połączonej z prezentacją wyrobów i usług pozwolił uczestnikom zapoznać się z dotychczasowym dorobkiem nowej branży energetyki odnawialnej oraz wskazał możliwości dalszego jej rozwoju.

Nie jest możliwe pełne omówienie wszystkich przedstawionych referatów. Z szerszym zaprezentowaniem referatów można się zapoznać czytając listopadowy numer Miesięcznika *Czysta Energia*, w którym zawarto omówienie Salonu przez Panią Urszulę Wojciechowską – redaktora naczelnego oraz skróty wszystkich referatów wygłoszonych podczas Seminarium.

Referat „Prawne aspekty umocowania energetyki odnawialnej – dokumenty krajowe” autorstwa Z. Kamieńskiego, M. Kłokocka i A. Paczosa omawiał podstawowe dokumenty prawne związane z rozwojem energetyki odnawialnej w naszym kraju.

Kraje Unii Europejskiej potwierdziły swoje szerokie poparcie dla rozwoju źródeł energii odnawialnej. Opublikowano między innymi „Białą Księgę” (Energia dla przyszłości – odnawialne źródła energii) i „Zieloną Księgę” (O bezpieczeństwie energetycznym) oraz Dyrektywę z 2001 r. w sprawie promocji wykorzystania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych.

W Polsce czynnikiem stwarzającym szansę dla rozwoju odnawialnych źródeł energii jest konieczność realizacji zobowiązań międzynarodowych w zakresie ochrony środowiska. Podstawowe akty prawne to: *Prawo energetyczne* (ujmujące regulacje dotyczące wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych) oraz Ustawa – *Prawo ochrony środowiska* (stwarza możliwości i zachęca do rozwoju wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych).

W referacie „Możliwości finansowania inwestycji w zakresie energetyki odnawialnej” autorów G. Sokołowskiego i G. Wiśniewskiego wykazano, że jak wynika z dotychczasowych doświadczeń, realizacja tego typu inwestycji jest możliwa, gdy jest finansowana z wielu źródeł. Projekty z zakresu energetyki odnawialnej są bowiem zazwyczaj skomplikowane i zawierają wiele elementów nowatorskich, i to zarówno pod względem technicznym, jak i finansowym. Ze względu na nowatorstwo wskazane jest uzyskiwanie źródeł finansowania na warunkach preferencyjnych.

Istnieje wiele instytucji, których zadaniem jest propagowanie tematyki energetyki odnawialnej, lecz również zapewnienie jej finansowania. Wśród źródeł finansowania zewnętrznego energetyki odnawialnej w Polsce można wymienić: Program pomocowy PHARE, Program przedakcesyjny SAPARD, Program energetyczny UE „*Intelligent Energy for Europe*”, 6. Program Ramowy Badań i Rozwoju UE, Fundusz Globalnego Środowiska GEF, Mechanizmy elastyczności Protokołu z Kioto i środki z ekokonwersji polskiego długu. W ramach referatu przedstawiono także przykład finansowania inwestycji Białą Dunajec, który pozwolił na powołanie do życia spółki *Geotermia Podhalańska SA*, czyli na wybudowanie i wyposażenie pompowni, zmodernizowanie istniejącego źródła geotermalnego, wykonanie rurociągów oraz rozbudowę sieci ciepłej. Kosztem ponad 80 mln dolarów uzyskano obniżenie kosztów pozyskania energii ciepłej na terenie Podhala, zintegrowanie systemu zasilania w energię ciepłą i ciepłą wodę, a przede wszystkim prawie całkowite wyeliminowanie małej i średniej emisji dwutlenku węgla.



Modele siłowni wiatrowych



Kosz dla ... zużytych puszek

Referat „Wybrane aspekty polityki biopaliw — opłacalność produkcji” autorstwa Anny Grzybek poruszał ważny temat produkcji ekopaliw ciekłych i ekokomponentów, a także organizacji rynku dla tych produktów. Dyrektywy Unii Europejskiej wskazują na konieczność obniżenia podatku akcyzowego dla produkcji rolniczej niespożywczej. U podstaw tworzenia polskiej ustawy o ekopaliwach leży możliwość wyprodukowania dodatkowych ilości roślin przeznaczonych na cele energetyczne. Przykładowo produkcja biopaliwa rzepakowego zgodnie z projektem w roku 2006 powinna osiągnąć poziom 5% krajowego zużycia oleju napędowego.

W referacie „Lokalne kotłownie na biomasę — techniki i technologie spalania słomy” wygłoszonym przez L. Bednarza i K. Teligę zwrócono uwagę na rozwój energetyki cieplnej wykorzystującej słomę. Technologia ta stwarza bardzo korzystne warunki i możliwości dla rozwoju gospodarczej ludności wiejskiej, może bowiem być źródłem nowych miejsc pracy, zarówno w organizacji zbioru i dostaw słomy, w obsłudze kotłowni na słomę, jak i w przedsiębiorstwach produkcyjnych, które będą wytwarzać albo same kotły albo urządzenia z nimi współpracujące. Słoma, drewno opałowe i odpadki drzewne zaliczane są do biomasy, która występując na ziemi, asymiluje dwutlenek węgla z powietrza w procesie fotosyntezy w czasie swej wegetacji. Podczas późniejszego spalania biomasy dwutlenek węgla oddawany jest z powrotem do atmosfery, a więc końcowy bilans jest równoważony. Natomiast podstawowym kryterium preferowania biomasy jako źródła energii odnawialnej jest brak dodatkowej emisji CO₂ i silne obniżenie emisji SO₂. Słoma, jako paliwo energetyczne wykorzystywana jest w niektórych krajach europejskich, np. w Danii i w Austrii. Stosowane są różne technologie spalania.

W Polsce produkowane są kotły wsadowe do mocy od 20 do 500 kW, pracujące w różnych systemach spalania. Głównie jest to system przeciwprądowy (szybkiego spalania) lub przepływowy (powolnego spalania).

Kontynuacją poruszonej tematyki był referat „Lokalne kotłownie na biomasę — techniki i technologie spalania drewna” wygłoszony przez J. Śwignonia. Wydaje się, że spalanie drewna pozostaje w sprzeczności z możliwościami wykorzystania surowcowego. Jednakże ze względów ekologicznych, za energetycznym wykorzystaniem drewna przemawia między innymi jego odnawialność — z pozytywnymi konsekwencjami dla środowiska, jednak przede wszystkim konieczność utylizacji znacznej ilości odpadów drzewnych w pobliżu miejsca ich powstawania. Przy doborze metody spalania i odpowiednich urządzeń należy koniecznie uwzględnić szczegółową charakterystykę spalane go drewna, która jest dużo bardziej zróżnicowana niż w przypadku innych typów biomasy.

Wygłaszane referaty spotykały się z ogromnym zainteresowaniem, prowadzono indywidualne długie i ożywione dyskusje. Wydaje się jednak, że tematyka poruszona w referacie pt. „Aktualne problemy rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce” autorstwa K. Michałowskiej-Knapp i R. Burzyńskiego spotkała się ze szczególnym zainteresowaniem. W różnych rejonach naszego kraju słyszymy o planowanych elektrowniach wiatrowych. Często jednak realizacja nie dochodzi do skutku — pomimo że energetyka wiatrowa jest obecnie jedną z najdynamiczniej rozwijających się gałęzi przemysłu.



Studenci pod modelem siłowni wiatrowej

Całkowita moc zainstalowanych elektrowni wiatrowych na świecie wynosiła pod koniec 2001 roku 24 000 MW, z czego aż 6500 MW wybudowano właśnie w tymże roku. W naszym kraju, pomimo przyjęcia celów ilościowych dla rozwoju energetyki odnawialnej (na podstawie uchwały Sejmu z dnia 23 sierpnia 2001 r.) nie widać postępu w tej dziedzinie, a jest to szczególnie widoczne właśnie na przykładzie energetyki wiatrowej. Potencjalni inwestorzy napotykają wiele barier prawno-społecznych oraz technicznych. Przykładowo w krajach o lepiej rozwiniętej energetyce wiatrowej są ogólnodostępne szczegółowe mapy i informacje klimatyczne (Europejski Atlas Wiatrowy), a w Polsce inwestor zmuszony jest do wykonania indywidualnie kosztownych oraz długotrwałych badań i ekspertyz.

Także i wiedza na temat metodyki oszacowywania zasobów wiatrowych nie jest ostatecznie określona, co może powodować dokonywanie błędnych analiz. Także procedura budowlana oraz procedury przyłączania elektrowni wiatrowych do sieci stwarzają dodatkowe utrudnienia przy realizacji tego typu inwestycji. Inwestycje te są kapitałochłonne i należy sądzić, że pomocą w rozwoju energetyki



Potwór z ... zużytych części komputerowych

Zwiedzający wystawę mogli zapoznać się z technologią niszczenia elementów zużytych komputerów (przecież tak bardzo nam przydatnych do codziennego życia!). Spojrzenie na Godzillę wykonaną tylko z elementów komputerowych uświadamiało zwiedzającym, że i ten problem należy rozwiązać „ekologicznie”, że nie jest prawidłowe wyrzucanie tych części prosto do przysłowiowego kosza

wiatrowej byłoby wydanie ustawy o odnawialnych źródłach energii, regulującej jej miejsce w lokalnych planach energetycznych jak i również w planach zagospodarowania przestrzennego.

W referacie „Systemy słoneczne w budownictwie” przedstawionym przez Danutę Chwieduk omówiono bezpośrednie metody wykorzystania energii słonecznej, ocenę naturalnych warunków nasłonecznienia oraz wykorzystania energii promieniowania słonecznego do celów użytkowych. Zastosowanie w budownictwie systemów grzewczych, pomp ciepła, instalacji z ogniwami fotowoltaicznymi, rozwiązań umożliwiających wykorzystanie oświetlenia światłem dziennym, opartych na wykorzystaniu energii światła słonecznego nosi nazwę słonecznego budownictwa niskoenergetycznego. Dla powstania tego typu budownictwa konieczna jest ścisła współpraca architektów, inżynierów budowlanych i instalatorów oraz specjalistów w zakresie energetyki słonecznej.

Ostatni z wygłaszanych referatów to: „Elektrociepłownie małej i średniej mocy w ekologicznych ciepłowniach – kogeneracja” autorstwa Z. Wyszogrodzkiego. Rosnące koszty produkcji oraz przesyłu energii elektrycznej i ciepła powodują coraz szersze zainteresowanie możliwością produkcji energii na potrzeby indywidualnych odbiorców w pobliżu zainstalowania tych odbiorów.

Podstawowym źródłem korzyści z tego rodzaju inwestycji jest pozyskanie energii elektrycznej i ciepła po rzeczywistych kosztach ich wytworzenia, przy minimalnych stratach przesyłowych i związanych z nimi kosztami. Dodatkowo realizacja tych inwestycji pozwala na oszczędność paliw pierwotnych, ograniczanie wpływu urządzeń energetycznych na środowisko i uzależnienie się od zewnętrznych dostawców energii. Ważne jest to między innymi dla takich odbiorców, jak: zakłady przemysłowe, szpitale, centra handlowe, itp. Dotychczasowe doświadczenia wykazały, że małe i średnie układy wytwarzania energii w skojarzeniu mają wiele zalet, stanowią nowoczesne rozwiązanie techniczne i zapewniają bardzo dobre parametry ekologiczne.

Ekologia, czyli szeroko rozumiana ochrona środowiska stanowiła główną oś tematyczną wszystkich wystąpień. Nie należy bowiem zapominać, że spotkaniu towarzyszyły toczące się wokół sali seminaryjnej targi ekologiczne, na których wielu wystawców pokazywało urządzenia lub technologie do ekologicznego korzystania z zasobów środowiskowych oraz do ... minimalizowania szkodliwego oddziaływania człowieka na to środowisko.

Artykuł przygotowany przez Panią dr inż. Aleksandrę Rakowską (Politechnika Poznańska), której tą drogą składamy serdeczne podziękowanie za wyrażenie zgody na pełnienie funkcji specjalnego wysłannika redakcji *Energetyki* na Międzynarodowe Targi Ekologiczne POLEKO 2002 w Poznaniu.



ZE Toruń SA wspólnie z Towarzystwem *Pro Natura* realizuje program ochrony bociana białego

Polskie Towarzystwo Przyjaciół Przyrody *Pro Natura* z Wrocławia z pomocą finansową Fundacji *Eko Fundusz* realizuje program „Ochrona bociana białego jako gatunku tarczowego dla terenów podmokłych w Polsce” w zakresie renowacji gniazd bociana białego.

Program zakłada m.in. prawną i czynną ochronę siedlisk, działania edukacyjne, wydawnictwa itd. Jednym z elementów programu jest renowacja istniejących gniazd bociana białego, których stan zagraża bezpieczeństwu ptaków lub powoduje konflikty z gospodarką człowieka. Gniazd takich jest w Polsce wiele tysięcy (samiych gniazd na słupach około 12 tysięcy), prace prowadzone są przez wiele osób i instytucji.

W latach 1997–2000 Towarzystwo *Pro Natura* przeprowadziło remonty 3000 gniazd. Renowacja gniazd najczęściej polegała na zainstalowaniu platformy podtrzymującej gniazdo w miejscu, gdzie gniazdo istnieje lub w miejscu zastępczym, na przykład na dodatkowym słupie. Należą tu również zabiegi pielęgnacyjne na drzewach (prycięcie gałęzi), drobne remonty związane z uszkodzeniem dachu przez gniazdo, zrzućenie części zbyt dużego gniazda itp.

Zasady udziału w programie określono w umowach zawartych pomiędzy Towarzystwem *Pro Natura* a zainteresowaną instytucją. Taką też umowę zawarł *ZE Toruń*.

Na zaplanowane w 2000 r. 72 gniazda, wykonano wszystkie, kosztem i staraniem *ZE Toruń SA*, z czego bociany nie zasiedliły tylko dwóch gniazd. Refundacja kosztów ze strony *Pro Natury* wyniosła 30%.

Od 2001 r. *Pro Natura* nie przewiduje refundacji kosztów poniesionych na renowację gniazd bocianich. Renowacja będzie przeprowadzana wyłącznie na koszt *ZE Toruń* stając się w ten sposób elementem szerszego programu działań proekologicznych Zakładu Energetycznego *Toruń SA*.



ZAKŁAD ENERGETYCZNY TORUŃ SA

ul. gen. J. Bema 128, 87-100 Toruń
tel. +48 56 659 51 00, fax +48 56 659 53 90
e-mail: zetsa@zetsa.torun.pl, <http://www.zetsa.torun.pl>

Kalejdoskop energetyczno-ekologiczny



Baterie słoneczne wykorzystają wszystkie kolory słońca

Wykorzystanie nowego materiału półprzewodnikowego i wielowarstwowa budowa pozwolą nowym bateriom słonecznym osiągnąć wydajność przekraczającą dotychczasowe możliwości — informuje *New Scientist*. Najlepsze z istniejących baterii słonecznych wykorzystują około 30% dostępnej energii. Jednak dzięki pracom naukowców z Lawrence Berkeley National Laboratory w Kalifornii wkrótce możliwe będzie przekroczenie progu 50%, dzięki wykorzystaniu wielu warstw, pochłaniających różne barwy światła słonecznego. Zespołem kieruje dr Wlodek Walukiewicz. Odkryty przez niego półprzewodnik to azotek indowo-galowy (InGaN). Ponieważ pochłanianie światła określonej barwy zależy w przypadku InGaN od proporcji indu i galu, nie sprawia trudności uzyskanie półprzewodnika o pożądanych parametrach. Dużą zaletą jest także odporność półprzewodnika na defekty, np. pęknięcia pojawiające się pod wpływem zmian temperatury na bateriach słonecznych satelity. Główną wadą InGaN wydaje się wysoka cena — kryształy o wysokiej czystości udało się dotąd uzyskać tylko żmudną i kosztowną metodą wytwarzania kolejnych warstw atomów. (Źródło: Internet)

Polskie rozdwojenie jaźni, niby się chce szczerze do Unii, ale chyłkiem monopolista i dyktator, czyli PSE blokuje zakup energii z OZE

Polsce grozi, że w chwili wejścia do Unii Europejskiej będą łamane zapisy jednej z dyrektyw. Tymczasem polski rząd obiecywał, że wdroży ją jeszcze przed wejściem do Unii Europejskiej. W Unii obowiązuje już od roku Dyrektywa 2001/077/EC nakazująca, aby zarówno przepisy jak i operatorzy sieci energetycznych nie dyskryminowali producentów energii odnawialnej oraz brali pod uwagę specyfikę alternatywnych źródeł prądu. W przypadku siłowni wiatrowych taką specyfiką jest właśnie nieprzewidywalność. Regulamin wprowadzony przez spółkę Skarbu Państwa PSE spowodował, że zakłady energetyczne nie chcą kupować od elektrowni wiatrowych prądu. Nakazują im bowiem sporządzać dokładne „plany produkcji energii” (grafiki), niemożliwe do przygotowania, nie można bowiem

przewidzieć, jaki będzie wiał wiatr, a co za tym idzie — ile elektrownia wyprodukuje energii.

W październiku 2004 r. Komisja Europejska ma przygotować pierwszy raport, w jaki sposób państwa członkowskie — wówczas będzie nim już także Polska — wdrażają postanowienia dyrektywy. Obecnie Polska nie wdraża ich wcale, a farmy wiatrowe są dyskryminowane. Gorzej nawet — zakłady energetyczne kupują mniej zielonej elektryczności niż nakazują im to wewnętrzne, polskie przepisy. W 2001 r. ekologiczny prąd miał stanowić 2,4% zakupionej przez ZE energii. Stanowił 2,3%. W tym roku limit (wynikający z rozporządzenia ministra gospodarki — 2,5%) prawdopodobnie także nie zostanie wykonany. Ministerstwo Gospodarki zapewnia, że 1 stycznia 2003 r. *Prawo energetyczne* będzie całkowicie zgodne z unijnymi dyrektywami. Przypnie jednocześnie, że nie oznacza to, że elektrownie wiatrowe nie są dyskryminowane (czego zabrania unijna dyrektywa). (Źródło: Internet)

UE pracuje nad wodorem

Unia Europejska postanowiła zintensyfikować prace nad zastosowaniem wodoru w energetyce. Na ten cel w najbliższych czterech latach UE wyda 2,1 mld euro, podczas gdy w minionych czterech latach poświęcono na ten cel 120 mln euro z unijnych funduszy.

W USA na ten sam cel planuje się wydać do 2010 r. ponad 5 mld USD. Zwolennikiem przyspieszenia prac nad wykorzystaniem wodoru w energetyce jest szef Komisji Europejskiej Romano Prodi. Największa część prac poświęcona będzie konstrukcji ogniw paliwowych, czyli urządzeń, w których wytwarza się energię elektryczną podczas syntezy tlenu z wodorem. Produktem ubocznym tej reakcji jest nieszkodliwa dla przyrody para wodna.

UE chce, by w 2010 r. ok. 12% jej energii pochodziło ze źródeł odnawialnych, a cel ten najlepiej uda się osiągnąć w razie powodzenia prac nad małymi, tanimi i wydajnymi ogniwami paliwowymi. (Źródło: Reuters)

Islandzki prąd z ciepłej wody

Islandia jest znana z gorących źródeł. Islandzcy uczeni skonstruowali urządzenie konwertujące energię gorących źródeł na energię elektryczną. Urządzenie to nazwano termatorem. Działa on na zasadzie efektu termoelektrycznego. Pomiędzy płytami z gorącą i zimną wodą znajdują się kryształy półprzewodnika, który wytwarza energię elektryczną. Urządzenie to wkrótce może odgrywać dużą rolę w produkcji czystej energii na skalę przemysłową. Termatory znajdują zastosowanie również w samochodach. Energią cieplną pochodzącą z układu wydechowego, hamulcowego i silnika można ładować akumulatory. Samochody hybrydowe o podwójnym napędzie elektryczno-spalinowym to już nie nowość. (Źródło: Internet)

Niektóre działania Europejskiego Centrum Energii Odnawialnej (EC BREC) – polskiej instytucji realizującej programy badawczo-wdrożeniowe

Europejskie Centrum Energii Odnawialnej działa w zasadzie w 100% dzięki samodzielnie pozyskiwanym dotacjom zagranicznych programów badawczo-wdrożeniowych oraz uzupełniającym środkom krajowym, głównie Komitetu Badań Naukowych oraz Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki wodnej

Europejskie Centrum Energii Odnawialnej współpracuje z samorządami terytorialnymi w zakresie rozwoju lokalnych strategii i programów rozwoju energetyki odnawialnej. W latach 2001–2002 głównymi działaniami były opisane poniżej projekty.

- *„Planowanie energetyczne na szczeblu lokalnym z uwzględnieniem odnawialnych źródeł energii”*

Celem projektu jest opracowanie modelowego planu energetycznego na szczeblu powiatu, o który opierałyby się założenia do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe gmin tworzących powiat oraz plany inwestycyjne z zakresu racjonalizacji zużycia energii i wykorzystania odnawialnych źródeł energii. W drodze konkursu wybrano do realizacji powiat Lidzbarski Warmiński, a wyniki prac są szeroko spopularyzowane w innych samorządach powiatowych w formie metodyki prowadzenia prac planistycznych z wykorzystaniem programów komputerowych.

Realizacja projektu wykazała, że planowanie energetyczne na szczeblu powiatu pozwala zmniejszyć koszty wyznaczenia potrzeb energetycznych, oceny lokalnych zasobów energii, w tym odnawialnych źródeł energii i działań na rzecz racjonalnego zużycia energii. Pozwala też racjonalnie wykorzystać zasoby ludzkie, zarówno ekspertów niezbędnych w przygotowaniu wartościowego opracowania (a pozyskanie ekspertów na szczeblu gminnym jest bardzo utrudnione), jak i przedstawicieli społeczności lokalnej przydatnych w identyfikacji lokalnych zasobów energetycznych i przedsięwzięć inwestycyjnych służących optymalizacji zużycia energii i użytkowania odnawialnych źródeł.

Prace prowadzono wspólnie z *Energy for Sustainable Development Ltd.* ze środków brytyjskiego Know How Fund, którego dotacja dla EC BREC wynosi 50 tys. GBP.

- *„Przygotowanie inwestycji budowy parku wiatrakowego w powiecie suwalskim”*

Prace prowadzone są wspólnie z *AWS Scientific Incorporation* z funduszy pomocowych rządu amerykańskiego zarządzanych przez Trade and Development Agency, której dotacja dla EC BREC wynosi 100 tys. USD. AWS i EC BREC wspomagają Starostwo w przygotowaniu inwestycji poprzez ocenę warunków wiatrowych w powiecie suwalskim na podstawie dwuletnich pomiarów energii wiatru i przeprowadzenia analizy porównawczej z danymi wieloletnimi, wybór lokalizacji dla parku wiatrakowego. Pomoc Starostwu

obejmuje także dobór technologii oraz poszukiwanie potencjalnych inwestorów i źródeł finansowania inwestycji. Dane pomiarowe posłużą także w tworzeniu mapy zasobów energii wiatru w Polsce

Szereg dalszych projektów w tym zakresie jest w początkowej fazie realizacji, przygotowania lub negocjacji. Do realizowanych należy „Energia odnawialna i racjonalne wykorzystanie energii na szczeblu lokalnym”, który ma spopularyzować wśród polskich samorządów doświadczenia takich państw, jak Holandia i Włochy. Beneficjentami i partnerami projektu są starostwa w Działdowie i Elku. Projekt jest dotowany przez Komisję Europejską z programów SAVE i ALTENER, w tym dla EC BREC przeznaczona jest kwota 67,5 tys. euro.

W przygotowaniu znajduje się projekt pt.: „Stworzenie narzędzi oceny programów energetycznych dla racjonalizacji zużycia energii na poziomie lokalnym” (to ma być tłumaczenie tytułu SAFIRE-LP), realizowany we współpracy z instytucjami z Wielkiej Brytanii, Austrii, Litwy, Słowenii i Bułgarii, a Polsce przez Związek Powiatów Polskich i EC BREC. Dotacja 5 Programu Ramowego Unii Europejskiej przeznaczona dla EC BREC 32 tys. euro.

W ramach programu Unii Europejskiej ALTENER II przygotowywany do realizacji jest także projekt SIVER mający na celu włączenie samorządów terytorialnych z Włoch, Holandii i Polski w planowanie wykorzystania lokalnych zasobów energii wiatru. (Źródło: Informacja dla Ministerstwa Środowiska)

Zgazowanie biomasy wkracza do elektrowni węglowych

W miarę wzrostu świadomości zagrożeń związanych z ocieplaniem klimatu zwiększa się wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, w tym biomasy, czyli odnawialnych paliw organicznych w postaci odpadów drewna i innych organicznych odpadów przemysłowych, rolniczych oraz komunalnych. Oprócz nich korzystne perspektywy posiada także utylizacja roślin o szybkim przyroście masy, takich jak trzcina cukrowa, rzepak, tropikalne trawy, wierzby itp.

Obecnie udział biomasy w zaspokajaniu potrzeb energetycznych świata sięga 13%, lecz tylko 3% w krajach wysokorozwiniętych. Wykorzystanie biomasy do produkcji energii rozpoczęło się najwcześniej w przemyśle papierniczym, gdzie od dawna w kotłach rusztowych spalano mieszaniny odpadów drzewnych. W niektórych krajach wdrożono spalanie biomasy wraz z węglem i innymi paliwami w kotłach rusztowych i pyłowych. W kotłach pyłowych stosowane jest spalanie zarówno zmielonej mieszaniny węgla i biomasy, jak też wprowadzanie do komory paleniskowej oddzielnych strumieni pyłu węglowego i rozdrobnionej biomasy. Nowe perspektywy dla utylizacji biomasy otworzył rozwój technologii spalania w cyrkulacyjnym oraz stacjonarnym złożu fluidalnym (w skrócie odpowiednio CFB i BFB).

Upowszechnienie kotłów CFB umożliwiło wdrożenie nowej technologii wykorzystania biomasy w energetyce, a mianowicie z zastosowaniem jej uprzedniego zgazowania. Prekursorem tych aplikacji była energetyka fińska na bazie kotłów fluidalnych firmy *Foster Wheeler*. Uruchomiony w elektrociepłowni w Lahti (1998r.) kocioł CFB wyposażono w układ zgazowania obejmujący reaktor z cyklonem. Gorący gaz z cyklonu uchodzi do kotła węglowego przepływając po drodze przez podgrzewacz powietrza kierowanego do reaktora. Dolna część reaktora zasilana jest strumieniem paliwa zawierającego pył drzewny i ewentualnie odpady, a także cząstkami zawracanymi z cyklonu. Takie rozwiązanie zapewnia uzyskanie temperatury zgazowania w granicach 800–1000°C. Cząstki paliwa zostają w reaktorze wysuszone, a następnie w drodze pirolizy ulegają zamianie na gazy, substancje zwęglone i smoliste. W trakcie złożonych reakcji powstaje palny gaz, zaś cząstki stałe zostają ze strumienia gazowego wydzielone w cyklonie i zawrócone do złoża fluidalnego.

Nowa technologia spalania biomasy zyskała uznanie także w Stanach Zjednoczonych. Amerykańskie firmy *Black & Veatch* oraz *Energy Products of Idaho* (EPI) ogłosiły wyniki badań nad techniczną wykonalnością i ekonomiczną opłacalnością wykorzystania biomasy jako dodatkowego paliwa w istniejących elektrowniach. Stwierdzono, że zastosowanie zgazowania biomasy w pracujących już elektrowniach przyczyni się do redukcji emisji zanieczyszczeń i pozwoli na produkcję „zielonej energii” przy znacznie niższych nakładach niż w przypadku budowy nowej siłowni opalanej biomasą. Opłacalność takiego rozwiązania wynika nie tylko z niższego kosztu „zielonego” paliwa niż węgla lub alternatywnego dla biogazu gazu ziemnego, lecz także z obniżenia opłat za emisję NO_x , SO_2 i w przyszłości CO_2 , rtęci i innych zanieczyszczeń. Dodatkową korzyścią może być ulga podatkowa z uwagi na odnawialny charakter paliwa.

Dzięki zastosowaniu zgazowania unika się szeregu problemów związanych z bezpośrednim spalaniem biomasy w kotłach węglowych, m.in. przyspieszonego zużycia młynów, szlakowania kotła oraz tworzenia trudno usuwalnych popiołów. Wyniki analizy wykonanej dla kotła o mocy cieplnej 100 MW wykazują opłacalność zastąpienia 17% węgla strumieniem gazu wytwarzanego w układzie zgazowania biomasy zbudowanym kosztem 8–13 mln USD. Uzyskane obniżenie emisji tlenków azotu może sięgnąć w tym przypadku 40%.

Jeszcze efektywniejszym sposobem wykorzystania biomasy okazała się technologia opracowana przez kanadyjską firmę *Dynamotive Technologies Corporation*. Opatentowany układ opiera się na technologii pirolizy, która umożliwia zamianę większości stosowanych rodzajów biomasy na tzw. biooleje (bio-oil). Piroliza polega na szybkim podgrzewaniu biomasy do temperatury 450–500°C w reaktorze bez dostępu tlenu, w wyniku czego następuje jej rozkład z wydzielaniem różnych produktów stałych i lotnych. Wypływające z reaktora opary przechodzą przez cyklon, a następnie skutek gwałtownego schłodzenia ulegają

skropleniu, tworząc wspomniany bioolej będący mieszaniną utlenionych związków chemicznych i wody w ilości 20–25%.

Wykorzystanie wydzielonych w reaktorze pozostałości stałych do wtórnego spalania w kotle może podnieść sprawność całej instalacji nawet do 85%. Próby wykazały, że bioolej może zastąpić gaz ziemny, olej napędowy i inne paliwa organiczne w kotłach, turbinach gazowych i niektórych silnikach diesla. Bioolej o wartości opałowej nieco większej od połowy tej wartości dla oleju napędowego, stanowi w istocie bardzo skondensowaną postać biomasy.

P. Olszowiec

Steve Blankinship: Study Reveals Feasibility of Biomass Gasification Retrofit. *Power Engineering* 10/2002

Ekologiczna alternatywa

„Racjonalne korzystanie z odnawialnych źródeł energii stało się głównym filarem przyjętej przez Polskę strategii zrównoważonego rozwoju. Oprócz efektywniejszego wykorzystania i oszczędzania wyczerpujących się zasobów paliw kopalnych czysta energetyka może przyczynić się do poprawy stanu środowiska poprzez redukcję zanieczyszczeń do atmosfery i wód oraz ograniczyć wytwarzanie odpadów. Zgodnie z przewidywaniami ekspertów Unii Europejskiej w najbliższych latach można spodziewać się dalszego wzrostu zainteresowania przetwarzaniem biomasy, wykorzystaniem energii wiatru i nowoczesnymi kolektorami termicznymi. W Polsce najważniejszym odnawialnym źródłem rezerw jest energia wodna, dobrze znana i wykorzystywana z powodzeniem od ponad 100 lat. Niestety, w porównaniu z nowoczesnymi państwami Europy mamy jeszcze wiele do nadrobienia. Specjaliści sądzą, że węgiel kamienny i brunatny wciąż jeszcze długo pozostanie podstawowym paliwem dla polskiej energetyki zawodowej.

– Obecnie mamy w Polsce ponad 30 tys. MW mocy zainstalowanej, a jedynie niewielka część pochodzi ze źródeł odnawialnych, w tym z energetyki wodnej. Planując przyszły rozwój kraju, musimy uwzględnić postanowienia konwencji madryckiej i Protokołu z Kioto. Dokumenty te obligują nas do wzrostu udziału energii odnawialnej w globalnej ilości produkcji energii elektrycznej – wyjaśnia Roman Kuczkowski, prezes Zarządu Zakładu Energetycznego Toruń SA, do którego należy m.in. Elektroenergia Wodna we Włocławku. Podstawowym paliwem stosowanym w Polsce do produkcji energii elektrycznej jest węgiel. Prezes Roman Kuczkowski uważa, że wkrótce to się zmieni:

– Energetyka nie powinna być uzależniona od jednego medium i właśnie dlatego w długofalowej strategii energetycznej państwa przyjęto założenie, by większą ilość energii wytwarzać ze źródeł odnawialnych i z gazu.”

(Źródło: *Trybuna* 2 stycznia 2003 r.)





Próżniomierz światłości

*Każde światło ma swój cień.
przysłowie angielskie*

Próżniomierz jest przyrządem do badania stanu próżni. Światłość to natężenie światła — podstawowa wielkość fotometrii wizualnej. Światłomierz to przyrząd, z którym zetknął się każdy zaawansowany fotograf. Światło w próżni rozchodzi się z jednakową prędkością w każdym układzie odniesienia. Próżniomierzem nie zbadamy próżności, a światłomierzem światłości wiekuiestej. Warto jednak rzucić trochę światła na problem edukacji ekologicznej w energetyce. Ostatecznie chcemy być światli i w tej dziedzinie.

W Strzelnie na Pojezierzu Gnieźnieńskim 150 lat temu urodził się Albert Abraham Michelson. Był on pierwszym amerykańskim fizykiem — noblistą. Nagrodę Nobla otrzymał w 1907 roku za konstrukcję precyzyjnych przyrządów optycznych, w szczególności interferometru. To jego doświadczenia (wraz z Morleyem) wykazały stałość prędkości światła, a interferometr znalazł szerokie zastosowanie w technice.

Ekologia jako dziedzina nauk biologicznych, tym bardziej ekologia społeczna i człowieka zajmuje się relacjami między organizmami żywymi a środowiskiem.

Czy ekologia jest dla energetyków czymś wyjątkowym? Chyba nie. Wynalezienie elektryczności spowodowało dynamiczny rozwój cywilizacji ziemskiej. A samo zjawisko w wielu rankingach zaliczone zostało do największych osiągnięć XX wieku.

Ostatnie lata wykazały jednak, że bez znajomości zagadnień ekologicznych coraz trudniej produkować, przesyłać i rozdzielać energię elektryczną. Okazjonalne sympozja i konferencje, aczkolwiek cenne, nie zastąpią szerszej edukacji energetyków. Bardziej otwarte kontakty z klientami, także dzięki rozwojowi Internetu, wymagają także umiejętności odpowiedzi na pytanie: czy energia jest ekologicznie bezpieczna?

Efekt cieplarniany, awarie w elektrowniach atomowych, wypadki elektryczne, wreszcie subtelne oddziaływania pól elektromagnetycznych i szumów — to zjawiska, które powinniśmy umieć skomentować. Wiedza ta jest potrzebna także samym pracownikom, którzy często są zakłopotani pytaniami z tej dziedziny.

Ogłoszenie elektromagnetyzmu współczesnym żywiołem nie dla każdego jest oczywiste. Światło jest promieniowaniem elektromagnetycznym o długości fali 0,4—0,76 μm , wywołującym u ludzi wrażenia wzrokowe; do światła zalicza się zazwyczaj także promieniowanie podczerwone i „niewidzialne” (opalające) promieniowanie nadfioletowe. I to ono dzieli oś częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego na jonizujące i niejonizujące. Z wielu powodów o promieniowaniu jonizującym wiemy więcej i to nie tylko za sprawą elektrowni jądrowych, ale także obowiązkowych prześwietleń, a termin choroby popromiennej jest powszechnie znany.

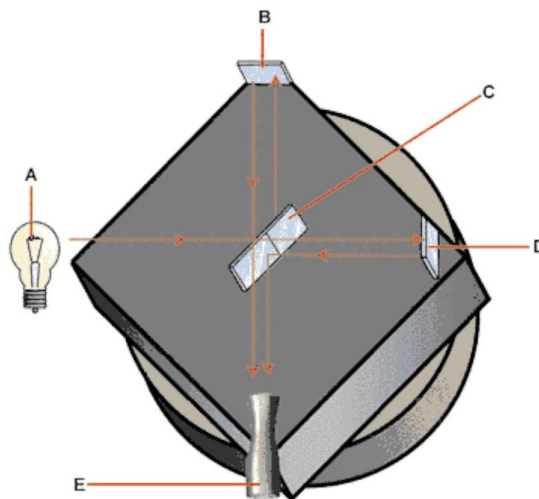
Znacznie gorzej wygląda znajomość promieniowania niejonizującego, w tym o częstotliwości 50(60) Hz, fal radiowych i mikrofal — które okresowo budzą sensacje, głównie tym, że wpływają na organizmy żywe, choć ich objawów patologicznych trwałych nie stwierdzono.

„Ekologię można w wielu wypadkach sprowadzić do chorób zdegradowanego środowiska elektromagnetycznego naszej planety” pisał w książce *Życie jest światłem* zmarły przed dziesięć laty twórca bioelektroniki prof. Włodzimierz Sedlak.

„Jeśli życie jest manifestacją materii, to trzeba ją wreszcie ogarnąć człowieka i jego świadomość, włączyć również wszechświat, obłożyć ten cały pakiet przyrody próżnią i dokonać własnej syntezy, która z jakimś prawdopodobieństwem oddaje rzeczywistość przyrodniczą. Trzeba w jakiś sposób spiąć elektromagnetyczną próżnię fizyków z elektromagnetyczną treścią życia i świadomości (...) Czy galaktyka, mgławica, gwiazda, planeta, życie, ludzka myśl — to kolejne osobliwe punkty próżni? Jak promień światła obieć wszechnaturę, otoczyć świetlistym kręgiem, zamknąć wszystko w swojej myśli, widzieć przedziwną jedność wszystkiego i na końcu wtopić się razem z myślą — produktem natury — w nieskończoną próżnię elektromagnetyczną.”

Ci dwaj mistrzowie światła urodzili się na ziemiach polskich (Michelson jak już wspomniano w Strzelnie, a Sedlak w Sosnowcu). Michelson ma swój szczyt w Górach Świętokrzyskich. Trudno tam dotrzeć, trudno zrozumieć interferometrię i bioplazmę, i trudno się dziwić, jak wiele aktualnie emocji w kraju budzą biopaliwa. Jeśli chcemy lecieć ku gwiazdom, to wiele zaczerpnijemy z dokonań Michelsona i Sedlaka. Ich prace — a to chyba najważniejsze — budzą wyobraźnię!

W imię wyobraźni postawmy na edukację — i odpowiedzmy sobie na pytanie: ile próżni i próżności jest w naszej wiedzy ekologicznej?



Michelsona interferometr

A — źródło światła, B — zwierciadło, C — półprzepuszczalne zwierciadło pokryte warstwą srebra, D — zwierciadło, E — wykrywacz (teleskop)

Autor Dawid Tracz wg Wielkiej Internetowej Multimedialnej Encyklopedii