

Żerdziny 19.03.2013r.

Kotły płomienicowo-płomieniówkowe i wymienniki rurowe.

Jak uniknąć częstych odstawień

W Polsce zainstalowanych jest wiele kotłów płomienicowo-płomieniówkowych opalanych węglem kamiennym, biomasą oraz różnymi odpadami. Z uwagi na spalane paliwo i wysokie temperatury spalin, kotły te należy często odstawać do ręcznego czyszczenia. W instalacjach termicznej utylizacji odpadów zabrudzanie się wymienników ciepła następuje jeszcze szybciej i konieczność czyszczenia może wystąpić już po dwóch dniach. Należy więc zadać sobie pytanie: czy można coś w tej kwestii zmienić? Jeśli tak, to w jaki sposób?

Istnieją sprawdzone rozwiązania pozwalające w znaczący sposób ograniczyć ilość odstawień. Jednym z nich jest zastosowanie tzw. generatorów fal uderzeniowych. Jak sprawdza się to w praktyce, pokazują poniższe przykłady.

W grudniu 2012 roku został uruchomiony system czyszczenia wymiennika ciepła wchodzącego w skład instalacji termicznej utylizacji odpadów zabudowanej w Zakładzie Utylizacji Odpadów Sp. z o.o. w Koninie.

Opis techniczny wymiennika ciepła

W celu obniżenia temperatury spalin w instalacji termicznej utylizacji odpadów został zabudowany parowy wymiennik ciepła o wydajności pary 3 185 kg/h, ciśnieniu maksymalnym wynoszącym 24 bary oraz temperaturze maksymalnej pary wylotowej 224°C.



Fot. 1. Parowy wymiennik ciepła holenderskiej firmy HKB KELELBOUW.

Gorące spaliny płyną wewnątrz płomieniówek o średnicy 44,5 mm i długości 3 380 mm. Średnica zewnętrzna części ciśnieniowej wymiennika wynosi 2 200 mm. W jednej połowie wymiennika zabudowanych jest 250 szt. płomieniówek. W centralnej części drzwi na wlocie spalin do płomieniówek zabudowany jest wziernik, przez który można obserwować stan ich zabrudzenia.

Zabrudzanie się płomieniówek wymiennika ciepła

W czasie wstępnej eksploatacji zmodernizowanej instalacji termicznej utylizacji odpadów zaobserwowano bardzo intensywne zabrudzanie płomieniówek przez osady, które powodowały zwiększenie oporów przepływu spalin. Zjawisko zalepiania się płomieniówek następowało w strefie wysokich temperatur. Praktycznie po 48 godzinach pracy (dwa dni) należało instalację wyłączać i ręcznie udrażniać zaślepienie osadami płomieniówki. Jedną z przyczyn tak intensywnego zabrudzania się płomieniówek były bardzo wysokie temperatury spalin dochodzące do 1 050°C oraz rodzaj spalanych odpadów. Popioły ze spalania niesortowanych odpadów medycznych oraz weterynaryjnych charakteryzują się niskimi temperaturami mięknięcia i topnienia.

Przepisy dotyczące utylizacji odpadów nie pozwalają na obniżenie temperatury spalania. Jedną z metod ograniczenia procesu zabrudzania się jest dosianie fałszywego powietrza i obniżenie temperatury spalin na wlocie na powierzchnie wymiany ciepła. W przypadku spalarni w Koninie, ze względów finansowych i technicznych, wariant ten nie był rozważany. W wyniku dosiania powietrza zwiększyłby się strumień czyszczonych spalin, przez co należałoby zmodernizować system ich czyszczenia.

Na fot. 2 widoczne są osady ograniczające całkowicie przepływ spalin przez płomieniówki. Z informacji uzyskanych od użytkownika osady w niektórych obszarach tworzyły zwartą powierzchnię o grubości dochodzącej do 15 cm. W wyniku wysokich temperatur nie istniała żadna możliwość usunięcia osadów w czasie pracy instalacji. Obserwując płomieniówki przez wziernik już po dziesięciu minutach od podania odpadów obserwowano żarzące się cząstki popiołu przylepione do dna sitowego. Po godzinie można było zobaczyć kilkumilimetrową warstwę osadów zalegających całe dno sitowe. Osady po ostudzeniu miały tendencję do kruszenia się. Kilkukrotne próby ręcznego czyszczenia płomieniówek pokazały, że ich znaczne zabrudzenie spowodowane wymiennikiem w strefie najwyższych temperatur, na długości ok. 300 mm. Zabrudzenie wymiennika nie powodowało znacznego wzrostu temperatury spalin na wylocie, a jedynie wzrost oporu przepływu spalin.



Fot. 2. Zalepione osadami płomieniówki.

Instalacja czyszczenia

W dniu 7 grudnia 2012 roku została uruchomiona instalacja czyszczenia płomieniówek oparta o dwa generatory fal uderzeniowych GFU-24/8.



Fot. 3. Wymiennik ciepła z instalacją czyszczenia

Na przednich drzwiach w strefie najwyższych temperatur zabudowano dwa generatory fal uderzeniowych GFU-24/8, które bezpośrednio oddziałują na powierzchnie najszybciej zabrudzające się. Do zasilania generatorów wykorzystano istniejącą instalację sprężonego powietrza i przewoźny kompresor. Zadziałanie generatorów następowało co 10 minut. Po uruchomieniu instalacji utylizacji odpadów medycznych obserwowano działanie generatorów. Nie stwierdzono żadnego negatywnego wpływu pracujących generatorów na działanie instalacji. Dzięki zabudowanemu wziernikowi, obserwowano zabrudzanie się dna sitowego i skuteczność fali uderzeniowej. Już po godzinie widoczne były żarzące się osady przylepione do dna sitowego w obszarze zmniejszonego działania fali uderzeniowej. W bezpośrednim obszarze działania fali uderzeniowej osady były odrywane i unoszone przez przepływające spaliny do komory nawrotnej. Aby zwiększyć skuteczność czyszczenia po trzech dniach zwiększono częstotliwość działania generatorów – co 6 minut. Po jedenastu dniach pracy instalacji utylizacji odpadów podjęto decyzję o odstawieniu i przeprowadzeniu przeglądu wymiennika. Należy podkreślić, że wcześniej udało się pracować z wymiennikiem ciepła maksymalnie jeden lub dwa dni.

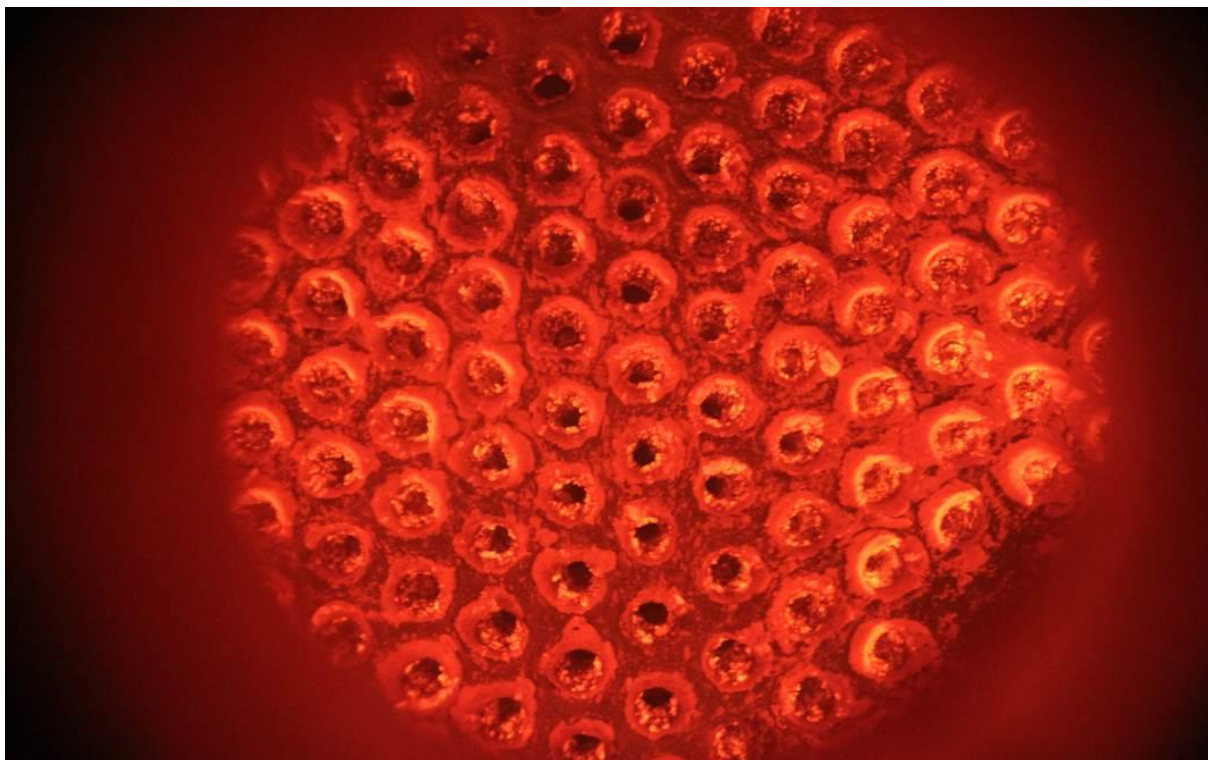
Z uwagi na brak dostatecznego podciśnienia w piecu obrotowym spowodowanego zwiększonymi oporami spalin przez zabrudzony wymiennik, użytkownik był zmuszony wyłączyć całą instalację utylizacji odpadów medycznych na czas ręcznego czyszczenia.



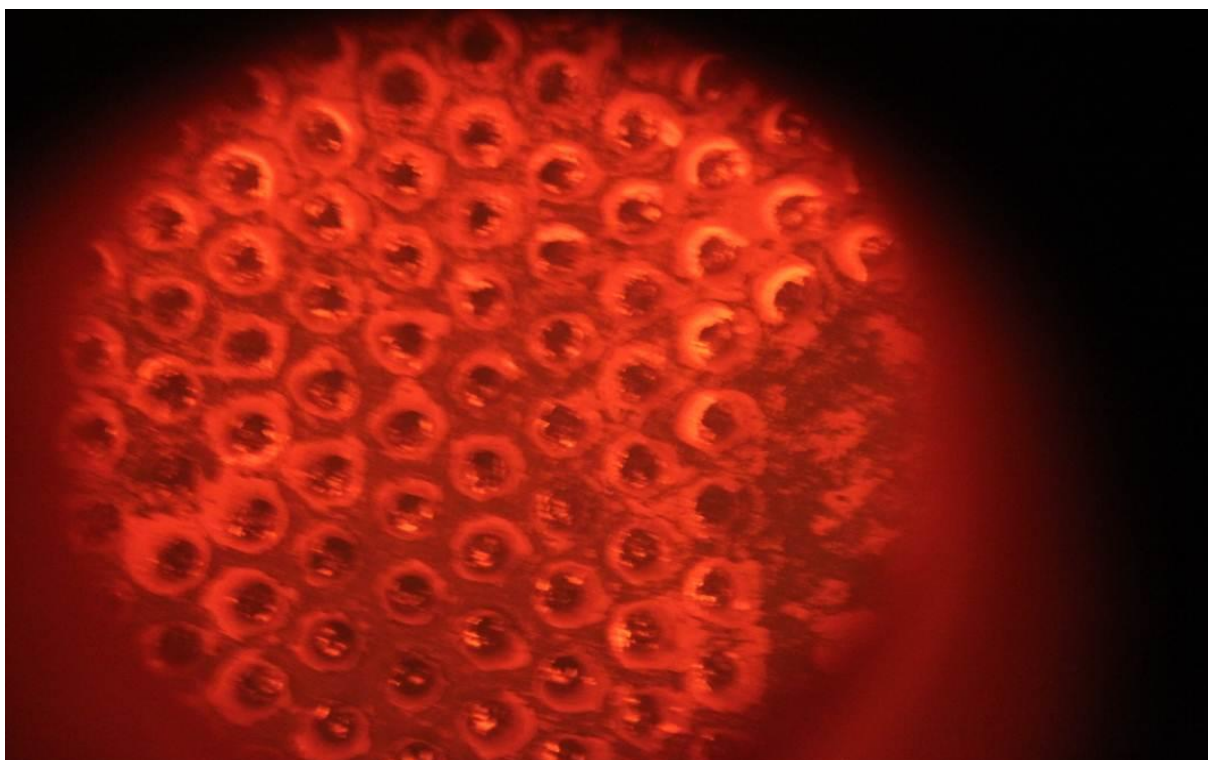
Fot. 4. Generatory fal uderzeniowych GFU-24/8.

Po pięciu dniach pracy instalacji

Na zdjęciu piątym widoczne są (przez wziernik) płomieniówki w komorze wlotowej spalin. W tym obszarze panuje temperatura przekraczająca 1 100°C. Na zdjęciu widoczny jest obszar działania dolnego i górnego generatora oraz świecące się osady na brzegach płomieniówek. Dzięki działaniu fali uderzeniowej dno sitowe utrzymywane jest w czystości i nie następuje tak intensywne zabrudzanie się płomieniówek



Fot. 5. Płomieniówki wymiennika w czasie pracy instalacji.



Fot. 6. Obszar działania dolnego generatora.

Przegląd po jedenastu dniach

W dniu 18 grudnia 2012 roku został przeprowadzony przegląd wymiennika ciepła po jedenastu dniach eksploatacji, który rozpoczęto od komory wlotowej w strefie najwyższych temperatur.

Komora wlotowa spalin

Fot. 7. Wymiennik ciepła na wlocie spalin do płomieniówek.

Na zdjęciu siódmym widoczna jest bezpośrednia strefa działania generatorów na wlocie spalin do wymiennika.



Fot. 8. Obszar działania generatora górnego.



Fot. 9. Obszar działania generatora dolnego.

Przegląd komory wlotowej spalin do wymiennika nie wykazał uszkodzenia lanego obmurza zabezpieczającego elementy metalowe ściany zewnętrznej. Zaobserwowano znaczne zabrudzenie dolnych dwóch rzędów płomieniówek oraz płomieniówek w prawym górnym rogu wymiennika.

Komora nawrotna

Po otwarciu komory nawrotnej zaobserwowano zabrudzenie osadami sypkimi, trwale nieprzylegającymi do płomieniówek.

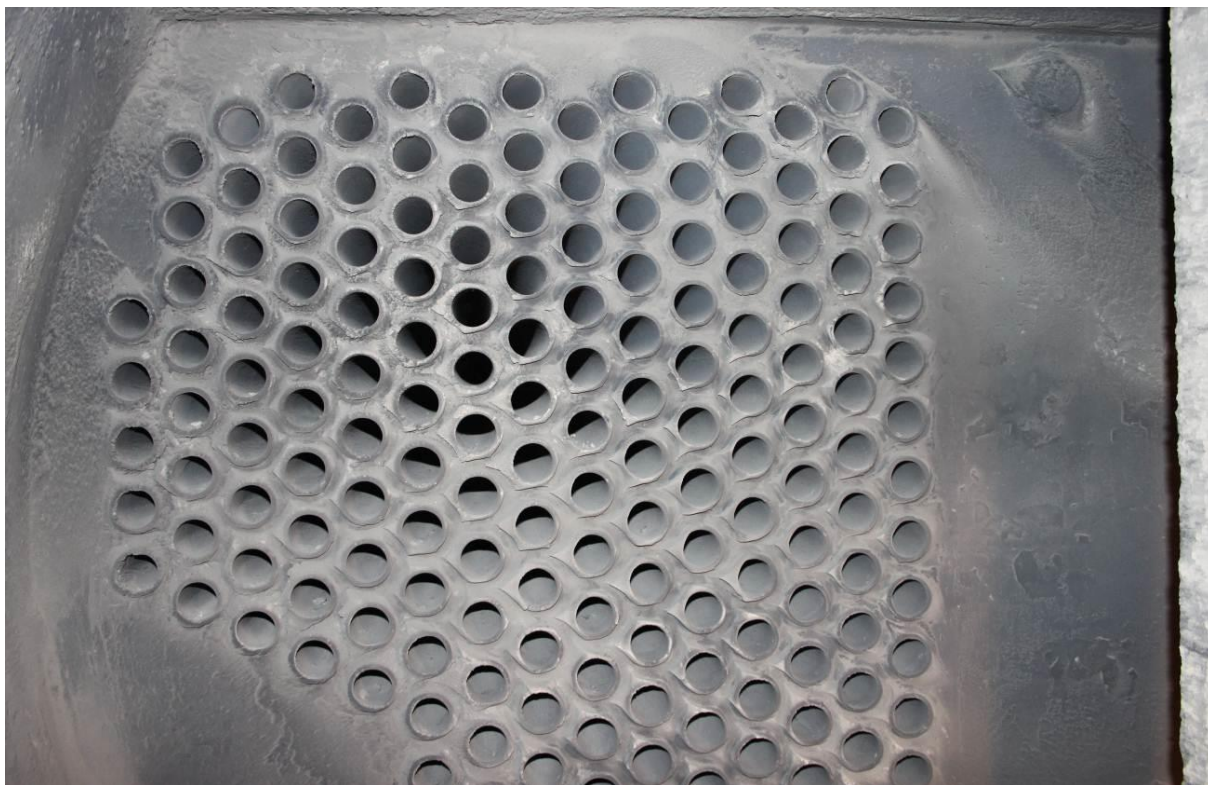


Fot. 10. Komora nawrotna wymiennika.

Osady można było w łatwy sposób usunąć. Część czyszczona bezpośrednio falą uderzeniową była mniej zabrudzona. Na drzwiach komory nawrotnej zaobserwowano znaczne ilości osadów. W dolnej części komory zalegał popiół wyrzucony falą uderzeniową z płomieniówek. W tej części wymiennika nie zaobserwowano żadnych uszkodzeń wynikających z działania fali uderzeniowej.



Fot. 11 Cienka warstwa osadów na ściankach płomieniówek.



Fot. 12 Płomieniówki w komorze nawrotnej.



Fot. 13. Zalegające osady w komorze nawrotnej.



Fot. 14. Zabrudzenie osadami komory nawrotnej.

Komora wylotowa

W komorze wylotowej zaobserwowano znaczne ilości pyłu wytrącanego przy zmianie kierunku przepływu spalin.



Fot. 15. Komora wylotowa spalin – lewa część wymiennika.

Aktualnie prowadzone są dalsze prace optymalizacyjne służące do zwiększenia długości pracy instalacji termicznej utylizacji odpadów medycznych bez czyszczenia ręcznego wymiennika.

Instalacja czyszczenia płomieniówek za pomocą generatorów fal uderzeniowych GFU-24/8 pozwoliła zwiększyć czasookres ręcznego czyszczenia wymiennika oraz przeprowadzić optymalizację pracy całej instalacji termicznej utylizacji odpadów. Po dwumiesięcznej eksploatacji instalacji czyszczenia płomieniówek, opartej o generatory fal uderzeniowych, wydłużono czas pracy instalacji utylizacji odpadów medycznych do trzech tygodni.

Doświadczenia ze spalania innych paliw w kotłach płomieniówkowych

W kwietniu 2011 roku została uruchomiona w Zakładach Mleczarskich Sp. z o.o. w Łukowie instalacja czyszczenia płomieniówek kotła nr 2 o wydajności 3 t/h opalanego miałem węglowym. Na ścianie tylnej kotła został zabudowany jeden generator GFU-24/8 wytwarzający falę uderzeniową. Czynnikiem wywołującym falę uderzeniową było sprężone powietrze o ciśnieniu ok. 7,5 barów. Fala uderzeniowa czyści 156 płomieniówek rozmieszczonych w pierwszej sekcji kotła o średnicy ok. 2 400 mm. Generator eliminuje powstawanie twardych osadów na płomieniówkach od strony komory paleniskowej.

Na początku czerwca 2011 roku została przeprowadzona rewizja wewnętrzna kotła wraz z oceną stanu czystości płomieniówek. Stwierdzono brak osadów na płomieniówkach i dnie sitowym. Kocioł praktycznie po dwóch miesiącach eksploatacji został dopuszczony do eksploatacji bez konieczności ręcznego czyszczenia.



Fot. 16. Płomieniówki kotła nr 2 czyszczone generatorem GFU-24/8 w Zakładach Mleczarskich Sp. z o.o. w Łukowie.

Instalacja w YETICO S.A.

Dla potwierdzenia skuteczności czyszczenia kotłów płomieniówkowych w lipcu 2011 roku został zabudowany jeden generator GFU-24/8 na kotle ok. 3 MW w fabryce styropianu YETICO S.A. w Galewiczach koło Wielunia. Wielkość kotła zarówno w Łukowie, jak i w Galewiczach jest zbliżona. Kocioł opalany był węglem kamiennym. Przed zabudową instalacji czyszczenia kocioł, średnio co półtorej tygodnia, był odstawiany do ręcznego czyszczenia. Każde odstawienie kotła związane było ze zmniejszeniem produkcji styropianu. Aktualnie odstawienie kotła nie jest wymuszone brakiem osiągnięcia parametrów pary i następuje w dowolnym czasie. Instalacja czyszczenia pracuje bezawaryjnie i w sposób ciągły od 8 lipca 2011 roku.



Fot. 17. Kocioł z zabudowanym generatorem GFU-24/8 - YETICO S.A. w Galewiczach koło Wielunia.

Instalacja w DREW-ZET Sp. z o.o.

W styczniu 2012 roku w firmie DREW-ZET Sp. z o.o. zabudowano generator fal uderzeniowych GFU-24/8 do czyszczenia płomieniówek kotła EKONOMIK-125/12. Aktualnie kocioł opalany jest wilgotną biomasą pozyskiwaną z łuszczenia drewna. Generator fal uderzeniowych zabudowano w tylnej części kotła, na wlocie spalin do płomieniówek. Aby nie naruszać płaszcza wodnego wykorzystano istniejące rury wzmacniające ścianę tylną kotła. Fala uderzeniowa wychodząca z generatora rozdzielona jest na trzy strumienie. Ponad dwunastomiesięczna eksploatacja generatora potwierdza jego skuteczność czyszczenia. Dodatkowo zaobserwowano zjawisko doczyszczania się płomieniówek. Od czasu zabudowy generatora zaniechano czyszczenia ręcznego. W styczniu 2013 roku zabudowano w firmie DREW-ZET kolejną instalację czyszczenia na drugim kotle płomieniówkowym, opalonym wilgotną biomasą. Przed zabudową instalacji kotły średnio raz w tygodniu były odstawiane do ręcznego czyszczenia.



Fot. 18. Zabudowa generatora fal uderzeniowych na kotle płomieniówkowym.

Instalacja w firmie Dancook w Goleniowie

Firma Dancook Sp. z o.o. jest czołowym producentem w Polsce brykietu z węgla drzewnego. W tej technologii wykorzystywane jest powietrze podgrzane spalinami ze spalania pelet z biomasy. W wyniku znacznego zabrudzania się powierzchni grzewczych w rurowym wymienniku użytkownik był zmuszony ograniczać produkcję brykietu oraz wymieniać, narażone na wysokie temperatury, elementy stalowe. Aby zminimalizować zjawisko uszkodzeń mechanicznych wymiennika zdecydowano się na wykonanie go z rur żaroodpornych. Wszelkie działania modernizacyjne nie przynosiły satysfakcjonujących efektów.

Zabudowa instalacji czyszczenia powierzchni wymiany ciepła od strony spalin wyeliminowała całkowicie problem zabrudzania się osadami ze spalania biomasy w formie pelet. Paromiesięczna eksploatacja podgrzewacza powietrza potwierdziła dużą skuteczność czyszczenia za pomocą fali uderzeniowej. Prowadzone przeglądy wymiennika nie wykazały żadnych uszkodzeń mechanicznych elementów stalowych. Od czasu zabudowy instalacji nie zaistniała konieczność jego ręcznego czyszczenia.



Fot. 19. Wymiennik ciepła od strony spalin bez systemu czyszczenia.



Fot. 20 Generator fal uderzeniowych zabudowany do czyszczenia wymiennika - podgrzewającego powietrze.

Podsumowanie

Zastosowanie generatorów fal uderzeniowych GFU-24/8 do czyszczenia płomieniówek od strony wlotu spalin z komory spalania okazało się rozwiązaniem bardzo efektywnym. Pozwala na pracę kotła z wysoką sprawnością, bez konieczności odstawiania do ręcznego czyszczenia. Dodatkowo poprawiono warunki BHP, nie narażając obsługi na szkodliwe działanie pyłu podczas procesu czyszczenia. W niektórych przypadkach zabudowa instalacji czyszczenia pozwala na zwiększenie produkcji, która może być ograniczona wydajnością kotła lub jego odstawieniem. Za pomocą generatorów fal uderzeniowych mogą być czyszczone od strony spalin wszystkie wymienniki rurowe, gdzie czynnikiem podgrzewanym może być powietrze lub woda. Utrzymując w czystości powierzchnie grzewcze zmniejsza się zużycie paliwa, koszty wytworzenia ciepła oraz zwiększa się żywotność urządzeń. Zastosowanie generatorów fal uderzeniowych do czyszczenia elementów wymiany ciepła eliminuje wiele problemów eksploatacyjnych oraz zwiększa dyspozycyjność całych instalacji.

Dodatkowych informacji na temat zastosowania fali uderzeniowej możecie Państwo uzyskać na naszej stronie internetowej www.ekozub.pl.

Z poważaniem

PREZES ZARZĄDU

mgr inż. Andrzej Zuber