

# Jak zaoszczędzić energię?

Mgr inż. ANDRZEJ ZUBER

EKOZUB Sp. z o.o. – Żerdziny

Znaczny wzrost kosztów mialu węglowego oraz innych nośników energii powoduje konieczność przeprowadzenia analizy możliwości ograniczenia zużycia energii na potrzeby ogrzewania obiektów uprawowych. W artykule przedstawiam proste działania pozwalające to osiągnąć. Dla wielu użytkowników kotłów opisane zagadnienia mogą się wydać banalne i mało istotne. Jednakże moje wieloletnie doświadczenie i obserwacje inspirują mnie do opisanie rozwiązań, które przy małym nakładzie kosztów mogą przynieść znaczne efekty ekonomiczne.

Kwestie te dotyczą istniejących kotłów i kotłowni. Nie opisuję możliwości ich wymiany lub modernizacji – w obecnej sytuacji nie do końca wiadomo, w jakim kierunku

modernizować źródła wytwarzania ciepła. W związku z tym skupiam się na istniejących źródłach wytwarzania ciepła – kotłach opalanych mialem węglowym lub innymi rodzajami



Niezadaszone składowisko węgla narażone na wpływ warunków atmosferycznych

węgla kamiennego oraz możliwościami zwiększenia ich efektywności.

Aktualna sytuacja geopolityczna spowodowała znaczny wzrost cen węgla. Jeszcze niedawno cena mialu węglowego o dobrych parametrach kształtowała się na poziomie 400 zł za tonę. Lepszej jakości ekogroszek można było kupić za 800 zł za tonę. W grudniu 2022 r. trzeba za ten sam węgiel było zapłacić trzykrotnie więcej. Oprócz wysokiej ceny tego paliwa dochodzą jeszcze problemy z jego jakością. Aby zmniejszyć koszty zużycia węgla, należy przeprowadzić analizę poprawy efektywności wytwarzania ciepła w trzech obszarach. W pierwszej kolejności należy zastanowić się nad źródłami wytwarzania ciepła – kotłami i kotłowniami. Odrębnym zagadnieniem jest poprawa efektywności w obszarze dystrybucji i przesyłu ciepła oraz parametrów cieplnych ogrzewanych pomieszczeń. W artykule skupię się na niektórych zagadnieniach związanych z kotłami i kotłowniami, m.in. omówię składowanie węgla, parametry spalnego węgla, konstrukcję kotłów i ich moc, eksploatację kotłów oraz możliwości ograniczenia strat, a co za tym idzie – zmniejszenia zużycia węgla.

pomieszczeń pod dachem. Można również przykrywać węgiel foliami lub inną nieprzemakalną tkaniną. Ograniczamy jednak wówczas możliwość przewietrzania węgla i jego samoczynnego suszenia. Należy mieć świadomość, że im więcej jest wody w paliwie, tym więcej energii użyjemy na jej odparowanie. Dodatkowo spalony węgiel na odparowanie wody jest energią, która „wyrzucana” jest do atmosfery. Podsumowując: róbmy wszystko, aby deszcz lub śnieg nie zwiększał wilgotności węgla podawanego do spalania. Magazynujmy węgiel tak, aby nie dochodziło do jego rozsortowania. W miarę możliwości nie mieszajmy różnych gatunków węgla. Jeśli już jest taka konieczność, róbmy mieszanki w miarę jednorodne, aby można było je efektywnie spalać na ruszcie.

## PARAMETRY SPALANEGO WĘGLA

Typowe kotły rusztowe w Polsce opalane są mialem MIIA, klasy 31.2 lub 32.1, które charakteryzują się dużą zawartością części lotnych, brakiem lub słabą zdolnością spiekania, palą się długim i silnie świecącym płomieniem. Zaleca się, aby wartość opałowa spalnego węgla mie-

## może coś?

### SKŁADOWISKO WĘGLA

Jednym z podstawowych problemów w eksploatacji kotłów jest zapewnienie odpowiednich parametrów węgla, w tym jego wilgotności. To, w jaki sposób składujemy węgiel, ma wpływ na sposób jego spalania na ruszcie. W większości wypadków węgiel składowany jest na wolnym powietrzu i narażony na wpływ warunków atmosferycznych, w tym opadów deszczu lub śniegu. Nieodpowiednie składowanie powoduje również rozsortowanie węgla i nierówną granulację na ruszcie. W wielu wypadkach należy zastanowić się nad zadaniem składowiska węgla lub wykorzystaniem niezagospodarowanych

ciła się w granicach 21 000–23 000 kJ/kg, zawartość popiołu nie przekraczała 16%, wilgotność nie była większa niż 11%, spiekalność wg indeksu Rogi<sup>+</sup> mieściła się w granicach 7–22. Zawartość podziarna (frakcja 0–1 mm) powinna być mniejsza niż 30 %, a nadziarna (powyżej 20 mm) – nie przekraczała 5%. Temperatura mięknięcia popiołu nie powinna przekraczać 1050°C. Dopuszczalna zawartość części lotnych wynosi do 28%.

W większości wypadków użytkownicy kotłów zmuszeni są kupować węgiel o parametrach odbiegających od powyższych. Próby spalania węgla nieodpowiednich do kotłów rusztowych powodują duże problemy eksploatacyjne oraz



Nieizolowane kanały spalinowe wraz z wentylatorem wyciągowym spalin

obniżenie ich sprawności. Części palne w żużlu mogą osiągać wartość 30–40%, a żużel trudno odróżnić od węgla na składowisku. Dla palenisk retortowych lub tłokowych parametry węgla są jeszcze bardziej restrykcyjne. Bardzo duże znaczenie ma zawartość podziarna, którego ilość powinna być minimalna. Tak zwany ekogroszek powinien charakteryzować się granulacją węgla od 4 mm do 20 mm. Ważnym parametrem jest również indeks Rogi, który nie powinien być większy niż 20.

Nie zawsze wiemy, co kupujemy. Podejmując decyzję o zakupie węgla, nie kierujemy się jedynie ceną. Nigdy nie korzystamy z okazji. Kupujemy węgiel ze znanego źródła oraz od znanych nam dostawców. Jeśli już kupujemy większą partię węgla, podpisujemy umowy, w których

będą określone podstawowe parametry tego surowca. Jeśli otrzymamy nieodpowiedni węgiel, nie bójmy się go reklamować. Jeśli mamy wątpliwości co do jakości węgla, komisyjnie wzbierzemy próbki i prześlemy je do analizy. Praktycznie każda ciepłownia w większym mieście ma swoje laboratoria, gdzie można zlecić zbadanie podstawowych parametrów spalnego paliwa.

## KOTŁY – KONSTRUKCJA I ICH EKSPLOATACJA

W Polsce najbardziej popularne są kotły z paleniskiem rusztowym stałym lub ruchomym. Te o mniejszej mocy wyposażone są w paleniska retortowe lub tłokowe. Konstrukcja kotłów jest różna, lecz problemy eksploatacyjne są podobne. W pierwszej kolejności należy wyeliminować wszelkie nieszczelności w kotle, powodujące zasysanie „falszywego” powietrza, nie uczestniczącego w procesie spalania. Na początku należy zrobić przegląd kominu oraz kanałów łączących kocioł z wentylatorem wyciągowym. Widoczne nieszczelności możemy usunąć za pomocą silikonu wysokotemperaturowego lub sznura uszczelniającego. Oczywiście skorodowane kanały lub cyklony w instalacji odpylania muszą być wymienione lub naprawione. Kanały spalinowe między kotłem a kominem powinny być zaizolowane. W szczególności dotyczy to kanałów, które są zabudowane na zewnątrz. W wyniku wychłodzenia spalin w kanałach może dochodzić do silnej korozji niskotemperaturowej i szybkiej degradacji ścianek kanałów oraz wentylatora wyciągowego.

Na wielu kotłach obserwuje się duże nieszczelności w obszarze suchego odbioru żużla. W wyniku wysokiej temperatury dochodzi do odkształceń elementów metalowych drzwi i powstawania szczelin. Uszczelnienie tego obszaru ma istotny wpływ na wymianę ciepła w wymienniku. Prace związane z doszczelnieniem wszelkich miejsc są stosunkowo łatwe i mało kosztowne. Uzyskane efekty mogą być bardzo

duże. Kolejnym obszarem nieszczelności jest odbiór popiołu z instalacji odpylania. Najprostszym sposobem zapewnienia szczelności jest zastosowanie podwójnych migatek lub słuz gumowych. Jednakże wiąże się to z kosztami ich zabudowy. W tym wypadku proponuję utrzymanie pewnej ilości popiołu nad zasuwą nożową, bo samoczynnie doszczelnia on ten obszar. W praktyce nie do końca usuwamy popiół z kanałów. Nigdy nie zostawiamy otwartego kanału odprowadzającego popiół.

Odrębnym problemem w eksploatacji kotłów jest zapewnienie minimalnego podciśnienia w komorze paleniskowej. Zbyt wysokie powoduje zasysanie zwiększonej ilości powietrza, które nie uczestniczy w procesie spalania. Podciśnienie w kotle powinno być na takim poziomie, aby spaliny w obrębie warstwowicy nie wybiły na zewnątrz. Podciśnienie w kotle najlepiej uzależnić od wydajności wentylatora wyciągowego. Na większości obiektów do regulowania wydajnością wentylatora wyciągowego zastosowane są falowniki. Jednakże w wielu wypadkach w automatyce nie jest realizowane utrzymanie stałego podciśnienia w kotle.

Istotnym elementem w procesie spalania jest stan techniczny rusztu. Minimum raz do roku powinien być przeprowadzony przegląd rusztu oraz należy sprawdzić szczelność skrzyni



Generator fal uderzeniowych GFU-1/15 zabudowany na kotle o mocy 24 kW

powietrza podmuchowego. Wszelkie nieszczelności między strefami rusztu powinny być wyeliminowane. Pozwoli nam to na doprowadzenie powietrza tylko do stref, gdzie prowadzony jest proces spalania. Strefy na ruszcie, gdzie się już nie pali, powinny być zamknięte.

Nieszczelności w kotle i kanałach spalinowych wpływają na zwiększone zużycie węgla oraz na ryzyko korozji niskotemperaturowej kanałów spalinowych i kominu. Wszelkie czynności związane z doszczelnieniem kotła i kanałów spalinowych mogą przynieść wymierne efekty ekonomiczne. Ważnym elementem w eksploatacji kotłów jest utrzymanie minimalnego podciśnienia w komorze paleniskowej. Zbyt duża ilość tlenu w spalinach, związana z dostaniem „falszywego” powietrza, powoduje zwiększenie straty wylotowej (kominowej). Im większa strata wylotowa, która uzależniona jest od temperatury spalin oraz zawartości tlenu, tym więcej węgla musimy spalić niepotrzebnie. Strata wylotowa w niektórych wypadkach może dochodzić do 30%, co oznacza większe o 30% zużycie węgla w skali roku. To niepotrzebnie stracone pieniądze, które ulatują nam przez komin do atmosfery.



Typowy kocioł płomienicowo-płomieniówkowy z rusztem ruchomym

## SYSTEM CZYSZCZENIA POWIERZCHNI GRZEWCZYCH

Jednym z podstawowych problemów, występującym praktycznie we wszystkich kotłach opalanych paliwami stałymi, w tym węglem, jest zabrudzenie się powierzchni wymiany ciepła osadami popiołowymi od strony spalin. Brudzenie się powierzchni wymiany ciepła wpływa nie tylko na wzrost temperatury spalin, ale jest częstą przyczyną awarii kotłów. Ręczne czyszczenie kotłów za pomocą wyciorów lub szczotek metalowych jest bardzo uciążliwe i szkodliwe dla człowieka. Coraz mniej osób, niezależnie od proponowanego wynagrodzenia, jest chętnych do wykonywania tych czynności. W wyniku zabrudzenia się kotła rosną również koszty zużycia energii elektrycznej wentylatora wyciągowego, wynikające ze zwiększonych oporów przepływu spalin. Aby ograniczyć straty wynikające z zalegania osadów popiołowych w kotle, należy regularnie czyścić powierzchnie wymiany ciepła. Z mojego doświadczenia i obserwacji wynika, że w niektórych wypadkach kocioł już po tygodniu eksploatacji nadaje się do ponownego odstawienia i ręcznego czyszczenia. Jednakże większość użytkowników bagatelizuje ten problem i ręczne czyszczenie kotłów wykonuje sporadycznie. Alternatywą dla ręcznego czyszczenia kotłów są automatyczne systemy czyszczenia oparte o zawory szybkootwierające sprężonego powietrza lub generatory fal uderzeniowych. Technologia oparta o generatory fal uderzeniowych jest stosunkowo prosta w zabudowie i eksploatacji. Można ją stosować praktycznie do każdego typu kotłów, niezależnie od ich wielkości i konstrukcji.



System czyszczenia kotła o mocy 90 kW

W wypadku mniejszych kotłów (o mocy do 150 kW) w systemach czyszczenia stosuje się generatory GFU-1/15 o pojemności 1 l. Do zainicjowania fali uderzeniowej wykorzystuje się sprężone powietrze o ciśnieniu do 10 barów. Generatory zasilane są najczęściej sprężonym powietrzem ze zwykłej sprężarki tłokowej. Operacja czyszczenia jest prosta i polega na ręcznym otwarciu zaworu kulowego. Samo czyszczenie trwa około pięciu minut i nie powoduje żadnego zapylenia kotłowni. Porcja powietrza wtłaczanego do kotła jest na tyle mała, że nie powoduje nadciśnienia i wyrzucania popiołu na zewnątrz.

Do czyszczenia kotłów o większej mocy można zastosować generatory fal uderzeniowych GFU-24/8 o pojemności 24 l. W tym wypadku system czyszczenia działa w pełnej automatyce. Fala uderzeniowa inicjowana jest średnio co 10 minut. Duża częstotliwość działania systemu czyszczenia powoduje utrzymanie w czystości powierzchni wymiany ciepła.

## TEMAT NA LATA

Aktualnie i przez wiele następnych lat będziemy borykać się z problemem niedoboru energii do ogrzewania mieszkań i obiektów przemysłowych. Pomimo działań proekologicznych jeszcze długo będziemy spalać węgiel oraz biomasę. Skończyły się czasy taniego i dobrego węgla. Wojna w Ukrainie uzmysłowiła nam również, że energii może zabraknąć. Będąc u wielu użytkowników kotłów, obserwuję możliwości zaoszczędzenia węgla stosunkowo prostymi metodami. W pierwszej kolejności kupujemy węgiel u sprawdzonych dostawców i z wiadomego źródła. Jak już węgiel zostanie

do nas dostarczony, zapewnimy odpowiednie jego składowanie. W wypadku kotłów w pierwszej kolejności uszczelnijmy wszelkie miejsca, gdzie może być zasysane „fałszywe” powietrze. Najpierw należy się zająć suchym odbiorem popiołu – w większości wypadków tam są największe nieszczelności. Warto się zastanowić nad zabudową automatycznego systemu czyszczenia powierzchni wymiany ciepła od strony spalin, która przyniesie konkretne efekty ekonomiczne oraz wyręczy od uciążliwego ręcznego czyszczenia. Należy zapewnić odpowiednią ilość powietrza do spalania poprzez zabudowę czepni. Trzeba się zastanowić nad jakością wody kotłowej oraz możliwością efektywnego płukania kotłów i instalacji. W miarę możliwości korzystajcie z wiedzy i doświadczenia swoich znajomych oraz odpowiednio wykwalifikowanych fachowców. Każdy kocioł jest inny i wiąże się z nim różne problemy. Do



System czyszczenia dwóch kotłów płomieniówkowych o mocy 3 MW FOTOGRAFIE A. ZUBER

problemu ograniczenia zużycia energii cieplej do ogrzewania pomieszczeń przemysłowych należy podchodzić indywidualnie. W pierwszej kolejności należy wykonać proste czynności, które mogą przynieść duże oszczędności spalnego węgla. W większości wypadków prace te można wykonać samemu, bez ponoszenia większych kosztów.

\* Indeks Rogi (RI) określa spiekalność węgla; im większą przyjmuje wartość, tym spieki powstające w strefie odgazowania węgla są większe i twardsze. Węgiel o wysokiej spiekalności nie zostaje spalony w całości. Pozostaje po nim tzw. niedopał, czyli w popiele pojawia się więcej części palnych z niedopalonego surowca. Wysoka spiekalność oznacza także wytwarzanie nadmiernej ilości popiołu.

# nasza