



Chemiczne czyszczenie kotłów - metodologia przygotowania i sposoby realizacji (cz. I)

Chemical cleaning of boilers – preparation methodology and implementations
(part 1)

dr inż. Leszek ZIÓŁKOWSKI¹



W KILKU SŁOWACH

Wśród wielu użytkowników kotłów brak jest świadomości, że kamień kotłowy na powierzchni grzewczej jest świetnym izolatorem, który zmniejsza zdolność podgrzewu wody w kotle. W artykule przedstawiamy jak powinna wyglądać rewizja wewnętrzna kotła i jakimi kryteriami powinien kierować się użytkownik przy wyborze firmy oferującej chemiczne czyszczenie kotła.



SUMMARY

Few boiler users are aware of the fact that limescale on heating surfaces acts as an insulator, thus affecting the boiler's ability to heat water. The following article describes a standard inspection of the interior surfaces of a boiler and the criteria for choosing the chemical cleaning services provider.

Przygotowanie i wykonanie chemicznego czyszczenia kotłów i innych UC, traktowanego przez obowiązujące przepisy jak naprawa, powinno być zrealizowane sprawnie i w zgodzie z zasadami dobrej praktyki inżynierskiej. Reprezentując przedsiębiorstwo o zasięgu ogólnopolskim, które z powodzeniem, zrealizowało wiele czyszczeń kotłów różnych typów w dziewięciu oddziałach terenowych UDT², wysoko ocenionych zarówno przez użytkowników, jak i inspektorów dozoru technicznego, przedsta-

wiam Państwu propozycję, jak – w dobre poszukiwaniu za wszelką cenę oszczędności i spadku jakości realizowanych usług – poprzez cykl działań zorganizowanych zapewnić wysoki standard chemicznego czyszczenia UC. Mam nadzieję, że artykuł ten będzie również pomocny dla osób odpowiedzialnych za eksploatację kotłów w zakładach przemysłowych oraz instytucjach i stanie się pewnym rodzajem algorytmu postępowania.

Osady na powierzchni grzewczej kotłów

Wśród wielu użytkowników kotłów brak jest świadomości, że kamień kotłowy na powierzchni grzewczej jest tak świetnym izolatorem, który zmniejsza zdolność podgrzewu wody w kotle, zwiększając jednocześnie stratę kominową. W przemysłowych kotłach parowych i wytwornicach pary można spotkać cztery podstawowe typy kamienia kotłowego.

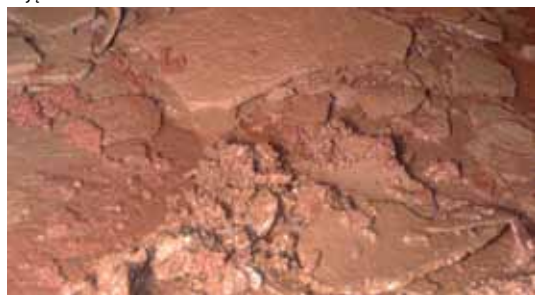
Pierwszy - kamień węglanowy (zdjęcie 1) - występuje w przypadku nieprawidłowej pracy stacji zmiękczenia wody, gdy obok węglanów, których złoża jonitowe nie absorbują, do kotła przedostają się także jony wapnia i magnezu. Kamień taki jest biały lub beżowy i może zawierać nawet do 50% węglanu wapnia CaCO_3 , z dodatkiem węglanu magnezu MgCO_3 i $\text{Mg}(\text{OH})_2$, a także tlenków żelaza, będących produktami korozji. Powstaje on w wyniku zachwiania równowagi wapniowo-węglanowej. Wolny wapień w wodzie łączy się z rozpuszczonym dwutlenkiem węgla, aby poprzez reakcję chemiczną wspólnie z nim odłożyć osad.



zdjęcie 1



zdjęcie 4



zdjęcie 2



zdjęcie 5



zdjęcie 3



zdjęcie 6

Na tworzenie się drugiego typu kamienia (zdjęcie 2) zasadniczy wpływ ma skład chemiczny wody. Zjawisko to występuje głównie w przypadku, gdy zamiast odzalonej wody wodociągowej, do uzdatniania, bądź bezpośredniego uzupełniania zładu, stosowana jest woda studzienna (np. ze studni głębinowej). Wówczas w zażelazionych instalacjach powstaje kamień węglanowy, który jest przerosnięty osadem żelaza dwuwartościowego Fe^{2+} oraz produktami korozji. Kamień ten ma kolor brązowy.

Trzeci typ - kamień siarczanowy (zdjęcie 3) – jest koloru szarego i zawiera ponad 50% $Ca-SO_4$. Jest twardy, ściślejszy i trudniejszy do usunięcia niż kamień węglanowy. Najczęściej powstaje na płomienicy kotła. Jest trudnorozpuszczalny i posiada trzy razy mniejszą przewodność cieplną.

Nieusunięty z płomienicy kamień siarczanowy, w wyniku co raz wyższej temperatury, ulega dalszemu utwardzeniu, z czasem przechodząc w biały gips przypominający szklisty i wyjątkowo twardy arcoroc (zdjęcie 4).

Ostatni typowy rodzaj – krzemionka SiO_2 – zdjęcie 5, najczęściej jest koloru ceglaste-go lub bordowego i powstaje na najbardziej obciążonych cieplnie częściach kotła np. na ścianie sitowej w okolicy pierwszego nawrotu spalin, dolnej części płomienicy i na płomieniówkach. Składa się z krzemianów wapnia $CaSiO_3$ i magnezu $MgSiO_3$ oraz z glinokrzemianów. Odznacza się dużą twardością i najmniejszym przewodnictwem cieplnym.

Inny typ kamienia występuje w kotłach wysokotemperaturowych podgrzewających wodę w instalacjach c.o. W instalacjach wykonanych ze stali czarnej powstaje czarny osad, charakteryzujący się dużą zawartością tlenków żelaza tzw. magnetytu Fe_2O_3 – zdjęcie 6. Przyczyną powstawania magnetytu jest reagowanie elementów żelaznych z tlenem rozpuszczonym w wodzie. Właśnie tlen, który dostał się wraz z wodą do instalacji c.o. przy obniżonym pH np. wskutek zawartości w niej agresywnego CO_2 , jest odpowiedzialny za korozję stali w myśl reakcji: $Fe + \frac{1}{2} O_2 + H_2O = Fe^{+2} + 2 OH^-$. Powstające jony żelaza dwu-



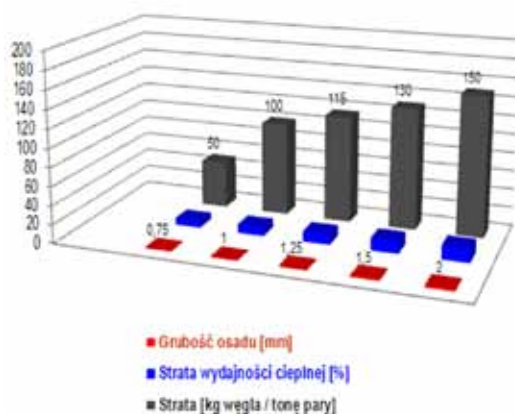


wartościowego Fe^{+2} są następnie utleniane tlenem z wody do związków żelaza trójwartościowego Fe^{+3} , przez co wytrącają się z wody na wewnętrznych powiętrzeniach rur, grzejników i wymienników ciepła c.o.

W kotłach pracujących w energetyce zawodowej, ze względu na znacznie wyższą jakość wody kotłowej oraz wykorzystanie kondensatu z turbin, spotykane są odmienne osady, głównie żelaza, miedzi i organiki. Ponadto na powierzchniach łopatek turbin występują tlenki miedzi, tlenki żelaza, fosforany, siarczany oraz krzemionka.

Jak pieniądze ulatują przez komin

Ze względu na wyższe koszty energetyczne produkcji pary i gorącej wody, problem właściwego serwisu kotłów nabiera wyjątkowego znaczenia. Coraz częściej można zauważyć chęć oczyszczenia powierzchni grzewczej kotłów nawet wówczas, gdy urządzenie posiada jeszcze ważne dopuszczenie do eksploatacji. Wynika to po prostu z bieżącego monitoringu zużycia paliwa oraz pomiaru temperatury spalin³ dla racjonalizacji kosztów. Wyższe ciśnienia robocze, zanieczyszczenie powierzchni grzewczej kamieniem kotłowym (po stronie wodnej) i sadzą (po stronie ogniowej) oraz niewłaściwa regulacja palników jeszcze powiększają te straty – patrz wykres 1. Na przykład znam kotłownię, gdzie przy zużyciu dziennym przez kocioł 10 t węgla, strata kominowa wynosi aż 1,5 t, co przy pracy kotła średnio 200 dni w roku (przez resztę dni pracuje kocioł nr 2), generuje stratę w wysokości 300 ton o wartości 105 000 zł.



Wykres 1

W wyniku prowadzonych badań obliczono wzrost temperatury zakamienionej powierzchni grzewczej kotła w zależności od rodzaju osadu, jaki powoduje tworzenie się izolacyjnej warstwy kamienia, które przedstawiono w tabeli 1.

| Rodzaj kamienia | Kamień węglanowy | | | Kamień siarczanowy | | | Kamień krzemianowy | | | Osady organiczne | | |
|---|------------------|-----|-----|--------------------|-----|-----|--------------------|-----|-----|------------------|-----|-----|
| Grubość osadu na powierzchni grzewczej [mm] | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 0,5 | 1,0 | 1,5 |
| Wzrost temperatury powierzchni grzewczej [oC] | 80 | 100 | 110 | 175 | 250 | 300 | 280 | 400 | 480 | 400 | 500 | 600 |

Tabela 1 Wzrost temperatury zakamienionej powierzchni grzewczej

Przewodnictwo cieplne kamienia kotłowego jest dwadzieścia razy mniejsze niż przewodnictwo stali, z której zbudowane są kotły. Ponadto część wyprodukowanego bądź przesyłanego ciepła kumuluje także kamień. Jak wynika z tabeli 1, a co potwierdza praktyka chemicznych czyszczeń, kamień kotłowy może doprowadzić do uszkodzenia powierzchni ogrzewalnej kotła najbardziej obciążonej cieplnie. Są to głównie płomienica, płomieniówki oraz spawy na połączeniu płomieniówek ze ścianą sitową przy pierwszym nawrocie oraz dolne odcinki rur kotłów opłomkowych. Na zdjęciu 7 przedstawiono przeciek na kilku płomieniówkach, spowodowany pęknięciem spawów w wyniku ich przegrzania. Przeciek ten ujawnił się dopiero po usunięciu kamienia. W takiej sytuacji, bezpośrednio po czyszczeniu, kocioł kwalifikowany jest do naprawy metodą spawania. W skrajnych przypadkach, gdy nieskrystalizowany jeszcze kamień, który w postaci mułu opadł na dno kotła, nie jest w trakcie częstego odmulania usuwany z kotła, w części dolnej walczaka, między jego dnem a ścianą płomienicy, może dojść do utwardzenia szlamu do postaci zwartego osadu i przegrzania płomienicy, na powierzchni której wypiętrza się tzw. wulkan (zdjęcie 8).

Ze względu na właściwości fizyczne stali kotłowej, a zwłaszcza jej ciągliwości, w kotłach z rusztem mechanicznym, w których natychmiastowe schłodzenie powierzchni grzewczej jest utrudnione, może dojść do zapadnięcia się górnego odcinka ściany płomienicy (zdjęcie 9).



zdjęcie 7



zdjęcie 8



zdjęcie 9

Dozór techniczny urządzeń ciśnieniowych

Aby zapewnić bezpieczną eksploatację UC, objęte są one dozorem technicznym i mogą być użytkowane tylko na podstawie decyzji zezwalającej na eksploatację wydanej przez odpowiedni organ właściwej jednostki dozoru technicznego (wpis do Książki rewizyjnej urządzenia) wraz z ustaloną formą dozoru technicznego. W stosunku do kotłów parowych i wodnych wysokotemperaturowych oraz części kotłów niskotemperaturowych, obowiązuje forma dozoru pełnego, polegającego na realizacji badań okresowych i doraźnych: zazwyczaj co trzy lata rewizji wewnętrznej i próby ciśnieniowej oraz corocznej rewizji zewnętrznej.

Rewizja wewnętrzna obejmuje ocenę wizualną stanu ścianek urządzenia ciśnieniowego, jego połączeń rozłącznych i nierozłącznych oraz osprzętu zabezpieczającego i ciśnieniowego. W technicznie uzasadnionych przypadkach taka ocena wizualna, może być uzupełniona lub zastąpiona innymi badaniami np.

badaniem grubości ścianek za pomocą EMA (zdjęcie 10, 11).

Rewizja zewnętrzna obejmuje zewnętrzne oględziny urządzenia ciśnieniowego i osprzętu w miejscach dostępnych, a w miarę możliwości także sprawdzenie działania tego osprzętu. W uzasadnionych przypadkach, na wniosek eksploatującego urządzenie ciśnieniowe, dodatkowo wykonuje się badania doraźne eksploatacyjne. Ich zakres i sposób przygotowania do nich urządzenia ustala organ właściwej jednostki dozoru technicznego, w zależności od okoliczności uzasadniających ich przeprowadzenie.



zdjęcie 10



zdjęcie 11

Dozór techniczny ograniczony w toku eksploatacji objętych nim urządzeń obejmuje: przeprowadzenie badań odbiorczych, wykonanie doraźnych badań technicznych, sprawdzenie zaświadczeń kwalifikacyjnych osób obsługujących i konserwujących.

Dozór techniczny uproszczony realizowany jest w toku wytwarzania urządzeń nim objętych. Sprawdzeniu podlegają warunki określone w art. 9 ust. 4 Ustawy tj. czy urządzenie jest wytwarzane zgodnie ze specyfikacjami technicznymi, dopuszczonymi technologiami, czy stosowane są właściwe materiały oraz czy kontrola jakości urządzeń przebiega zgodnie z wymaganiami.

Polskie normy zalecają chemiczne czyszczenie kotła o ciśnieniu roboczym powyżej 11 MPa, gdy ilość osadów osiągnie wartość 300 g/m² po-





wierzchni. Dla porównania w tabeli 1 i 2 przedstawiono ilości osadu, których - według norm zagranicznych - wystąpienie na powierzchni grzewczej powinno zakwalifikować urządzenie do chemicznego czyszczenia.

| Ilość [g] osadu na [m ²] powierzchni grzewczej | Zalecane działanie |
|--|--|
| < 250 | Norma eksploatacyjna dopuszczalna (czysty) |
| 250 - 750 | Potrzeba chemicznego czyszczenia wystąpi w ciągu 1 roku |
| 750 - 1000 | Chemiczne czyszczenie wymagane będzie w ciągu 3 miesięcy |
| > 1000 ⁴ | Kocioł natychmiast odstawić do czyszczenia |

Tabela 1⁴ Wytoczne amerykańskie

| Ciśnienie robocze (MPa) | | 8,6 + 12,4 | 12,4 + 17,9 | 12,4 + 17,9 | 17,9 + 22,0 | > 22,0 |
|-------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Typ kotła | | Kocioł walczkowy | Kocioł walczkowy | Kocioł walczkowy | Kocioł walczkowy | Kocioł walczkowy |
| Źródło | Status | [g/m ²] | [g/m ²] | [g/m ²] | [g/m ²] | [g/m ²] |
| Cimbuslin Engineering | Czysty | - | <150 | <150 | <150 | <150 |
| | Umiejętne zanieczyszczenie | - | 150 - 400 | 150 - 400 | 150 - 400 | 150 - 250 |
| | Zanieczyszczenie | - | >400 | >400 | >400 | >250 |
| Babcock & Wilcox | Nie wymaga czyszczenia | - | <100 | <100 | <100 | <100 |
| | Rozważć czyszczenie | - | 100 - 120 | 100 - 120 | 100 - 120 | 100 - 120 |
| | Czystać | - | >120 | >120 | >120 | >120 |
| EPRI | Nie wymaga czyszczenia | <100 | <70 | <70 | <50 | <40 |
| | Rozważć czyszczenie | 100 - 300 | 70 - 230 | 70 - 230 | 50 - 150 | 40 - 140 |
| | Czystać | >300 | >230 | >230 | >150 | >140 |

Tabela 2⁵ Wytoczne VGB dla chemicznego czyszczenia rur ekranowych

A jak to bywa w praktyce?

Najczęstszym przypadkiem zakwalifikowania kotła do chemicznego czyszczenia jest negatywny wynik rewizji wewnętrznej i oceny stanu czystości powierzchni grzewczej. Z praktyki wiadomo, że już występowanie osadu kamienia kotłowego o grubości powyżej 1 mm kończy się zaleceniem przez inspektora dozoru technicznego wykonania chemicznego czyszczenia. Przy mniejszej ilości kamienia (zakamienione 50% powierzchni grzewczej, osad o grubości < 2 mm) oraz dobrym stanie technicznym, kocioł zezwala się jeszcze warunkowo eksploatować przez pewien okres, co daje jego użytkownikowi czas na przygotowanie i wykonanie czyszczenia. Jednak coraz częściej spotykamy się z sytuacją, gdy przedstawiony do rewizji wewnętrznej kocioł jest tak bardzo zakamieniony, że wydawana jest decyzja o natychmiastowym wstrzymaniu eksploatacji. Taka sytuacja dla zakładu nie posiadającego zapasowego źródła produkcji pary

oznacza bardzo poważny problem i jest przyczyną dotkliwych strat. Dlatego stan powierzchni grzewczej należy okresowo kontrolować, aby potem uniknąć zaskoczenia.

Dla ilustracji oto możliwe przyczyny takiego stanowiska Inspektora DT wpisane w pkt. 3. do „Protokołu badania okresowego”: „... stwierdzono pokrycie płomienicy i płomieniówek kamieniem kotłowym – około 90% powierzchni. Występowanie kamienia kotłowego nie pozwala na dokonanie oceny stanu ścianek i elementów kotła. Należy dokonać analizy chemicznej kamienia i przeprowadzić czyszczenie chemiczne kotła według wcześniej uzgodnionej technologii w Centralnym Laboratorium Dozoru Technicznego. Czyszczenie może przeprowadzić zakład uprawniony przez UDT. Po czyszczeniu należy pisemnie zgłosić kocioł do oddziału DT, w celu przeprowadzenia rewizji wewnętrznej i próby ciśnieniowej. Wystawiono decyzję nie zezwalającą na eksploatację”.

Chociaż powyższy zapis jednoznacznie określa przedsięwzięcia, jakie użytkownik UC powinien wykonać, to jednak dla niego, a przede wszystkim dla przyszłego wykonawcy czyszczenia, wskazane byłby określenie grubości osadu na płomienicy, płomieniówkach oraz powierzchni walczaka. W ten sposób Inspektor DT – posiadający niekwestionowany autorytet niezależnego eksperta i urzędnika państwowego – jednoznacznie rozstrzygnąłby wszelkie przyszłe wątpliwości i różnice w ocenie stanu kotła. A przyczyna tych różnic jest prosta: użytkownik, w celu możliwego obniżenia – w jego przekonaniu - ceny usługi czyszczenia twierdzi najczęściej, że kamienia jest bardzo mało i zapewne można go wyplukać silnym strumieniem wody (sic!). W wielu przypadkach tak naprawdę nie interesuje go rzetelne wykonanie serwisu i przywrócenie niskiego zużycia paliwa, ale jak najszybsze dopuszczenie kotła ponownie do pracy, aby tylko zminimalizować straty w produkcji. W tej sytuacji nieprofesjonalny wykonawca usługi widząc takie stanowisko użytkownika – a chcąc za wszelką cenę zdobyć zlecenie – dostosuje się do warunków: jeśli stawiasz sprawę tak, to również mnie zwalniasz z obowiązku bycia uczciwym – przygotuję czyszczenie wg przedstawionej mi oceny, obniżę wymagane zużycie chemikaliów (aby wyjść na swoje) i dzięki temu przedstawię tanią ofertę.

Z kolei profesjonalny wykonawca usługi, pobierając próbki osadu oraz widząc rzeczywisty stan zakamienionej powierzchni w trakcie wykonanej rewizji, natychmiast wykaże, że kamienia jest bardzo dużo, że jego struktura jest niejednorodna – co wymusza pobranie kilku reprezentatywnych próbek i z pewnością - po wykonaniu rzetelnych badań symulacyjnych roztwarzania osadu - spowoduje konieczność cyrkulowania różnych roztworów chemicznych, a ponadto, że obok pokrycia kamieniem powierzchni grzewczej osadem zajęta jest także cała powierzchnia walczaka. I jak to się skończy dla czyszczonego kotła?

Zatem, aby takich sytuacji uniknąć, w ocenie stanu zakamienionej powierzchni powinien znaleźć się również zapis, precyzujący grubość osadu. Taką ocenę zawarł inspektor z jednego z oddziałów DT, stwierdzając: „...na komorze nawrotnej spalin, w tylnej części kotła, stwierdzono kamień kotłowy o grubości 3 mm. WPB suwmiarka nr 19-3-4”. W takiej jednoznacznej sytuacji wszelkie „gierki” ustają, a realizowany proces planowania, organizowania, realizacji czyszczenia i oceny jego skutków, przebiega sprawnie. Z dużym prawdopodobieństwem można przyjąć, że usługa będzie wykonana solidnie i nic nie stanie na przeszkodzie, aby po rewizji wewnętrznej i próbie ciśnieniowej, kocioł ponownie został dopuszczony do eksploatacji.

Dla ilustracji tej tezy, poniżej przedstawiono druk (tabela 3), na którym w PKP zapisywano uwagi z rewizji wewnętrznej kotłów parowozów, gdzie szczegółowej ocenie i rejestracji, podlegało aż 36 – zaznaczonych kolorem czerwonym - parametrów osadu, obejmujących jego rodzaj: twarde, kruche, itd.; grubość w mm oraz % zakamienionej powierzchni), jaki powstał na powierzchni 12 głównych elementów kotła. Szkoda, że wraz z odejściem parowozów, taka dobra praktyka też odeszła już do lamusa.

Aby uzmysłowić wszystkim zainteresowanym, jak ważne są - dla późniejszego procesu czyszczenia - wyniki rewizji, przedstawię jak nie powinna wyglądać rewizja wewnętrzna kotła z punktu widzenia przyszłego wykonawcy czyszczenia. Otóż w prezentowanym przypadku dotyczącym kotła w szpitalu (zasilającego pralnie, kuchnie i sterylizatory), Inspektor nie

| B. Stan czystości i stwierdzonych uszkodzeń kotła po dokonaniu mycia w dniu Roku | | | | | | |
|--|--|-----------------------|-----------------------------|---|---------|----------|
| Elementy kotła | Kamień kotłowy | | | Uszkodzenia (koszty, pęknięcia, wydoły, itd.) | | |
| | Rodzaj kamienia (twardy, kruchy, itd.) | Grubość kamienia w mm | % powierzchni zakamienionej | Rodzaj uszkodzenia | Miejsce | Wielkość |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Sciany walczaka | 1 | 2 | 3 | | | |
| podnośnik | 4 | 5 | 6 | | | |
| Skrynia ognowa | ściana | prawa | 7 | 8 | 9 | |
| | | lewa | 10 | 11 | 12 | |
| | | środek | 13 | 14 | 15 | |
| | | drzewcowa | 16 | 17 | 18 | |
| Rury cyrkulacyjne | 19 | 20 | 21 | | | |
| W odległości 1,5-2 m od skryzys ognowej | plamienice | 22 | 23 | 24 | | |
| | plamieniówki | 25 | 26 | 27 | | |
| Włazec | stropowy | 28 | 29 | 30 | | |
| | drzewcowy | 31 | 32 | 33 | | |
| Zapiski | 34 | 35 | 36 | | | |

Tabela 3. Rewizja wewnętrzna kotła parowozu (Wzór 5 S 8, p. 1 str. 2)

nadzorował pobrania próbek oczekując, że zrobią to przyszli wykonawcy. Jednak ci nie byli zainteresowani wykonaniem usługi w zadłużonym szpitalu. W tej sytuacji niedoświadczony pracownik obsługi szpitala, zamiast twardego kamienia z powierzchni grzewczej – z płomienicy i płomieniówek – pobrał próbkę mułu z dna kotła, z kawałkami świeżego, nieskrystalizowanego jeszcze kamienia, który w wyniku pracy płomieniówek opadł na dno, a który wydobyto wcześniej przez otwarty dolny właz wyczystkowy. Tak pozyskaną niereprezentatywną próbkę kamienia użytkownik kotła wysłał do laboratorium, dla określenia jego składu chemicznego, natomiast – już po otrzymanych wyników - zaproszonym do złożenia ofert wykonawcom, zapewniając ich, że kamień jest bardzo łatwy i tak naprawdę wystarczy go wypłukać z kotła silnym strumieniem wody. Rzeczywistość i uzyskane wyniki czyszczenia przerosły jednak wszystkich – inspektora, użytkownika i wykonawcę. Czyszczenie niewielkiego kotła (1,6 m³ pojemności wodnej) zamiast dwóch dni, trwało w odstępie czasu (niezbędnym na odpowiednie przygotowanie i dowóz chemikaliów) cztery dni. Grubość twardego, szczególnie trudnoroztwarzalnego kamienia – zamiast standardowo wpisanych do protokołu 1-3 mm - wynosiła faktycznie 10 mm. Koszty chemikaliów wzrosły trzykrotnie, koszty transportu dwukrotnie, koszty robocizny dwukrotnie, o zużytych nerwach wykonawcy nie wspomnę. Na zdjęciu 12 zaprezentowano stan włazów wyczystkowych po czterech dniach czyszczenia i wielogodzinnym odmulanu kotła. Powstały po czyszczeniu szlam (zdjęcie 13) wypełniał kocioł na wysokość prawie metra, a średnica rury odmulającej tradycyjnie wynosiła 1 ¼ cala.

Kończąc tę historię należy jednak podkreślić, że użytkownik kotła docenił starania oraz wkład





pracy w jego wyczyszczenie i chociaż koszt usługi wzrósł dwukrotnie, faktura została zapłacona w terminie.



zdjęcie 12



zdjęcie 13

Kolejny aspekt determinujący najczęściej wybierany zakres naprawy kotła w ramach zwyczajowego tzw. zapytania o cenę, związany jest ze stosowanym powszechnie „kryterium najniższej ceny”. Jednak jak pokazuje praktyka, podobnie jak w przypadku niezbudowanych odcinków autostrad i dróg ekspresowych, syndrom „kryterium najniższej ceny” podczas wyboru wykonawcy, daje o sobie znać w branży, w postaci odstawionych do kasacji skorodowanych kotłów, których naprawa jest już nieopłacalna, ale które za to pół roku wcześniej taniej „czyszczono”. Podkreślam słowo czyszczono, ponieważ nie zostały one wyczyszczone. Przedrostek „wy” robi faktycznie dużą różnicę.

Zastanówmy się więc, jak to jest możliwe, że dwa zakłady wyceniają czyszczenie tego samego kotła Viessmann Turbomat RN HD przy różnicy oferowanej ceny 100 %. Czy przy podobnych kosztach transportu, amortyzacji urządzeń, kosztów pracy zatrudnianych specjalistów (wraz z odprowadzonymi należnymi podatkami) oraz źródeł zaopatrzenia w chemikalia, zakład „tańszy” liczy na znacznie mniejszy zysk? Nic bardziej mylnego – zysk będzie podobny, a oszczędności powstaną wyłącznie w wyniku mniejszego zapotrzebowania na chemikalia, rezygnacji z inhibitora, braku stosowania reduktora jonów żelaza, braku pasywacji, rezy-

gnacji z wymaganych ponownych cyrkulacji roztworów, zamiast specjalistów zatrudnieniu „na czarno” przypadkowych ludzi czy wreszcie braku neutralizacji roztworów poreakcyjnych wylanych „za płot” i niedokładnych płukań. Dla przykładu podczas czyszczenia kotła parowego płomienicowo-płomieniówkowego o pojemności wodnej 13 m³, czas napełnienia kotła wodą wynosi 30 min, a czas spustu sposobem grawitacyjnym ok. 80 min. Tym samym, gdy technologia czyszczenia wymaga realizacji kilku etapów, z 12-14 płukaniem, rezygnacja z połowy wymaganych płukań spowoduje skrócenie czyszczenia o 13 godz. Przy cenie zakupu wymaganych chemikaliów do czyszczenia rzędu 6-7 tys. złotych, zmniejszenie ich o połowę przyniesie nieuczciwemu wykonawcy dodatkowe 3500 zł „zysku”. Przy kotłach większych 20-24 m³ wielkości te ulegają podwojeniu! Jednak konsekwencją tego stanu rzeczy jest pozostawiony w kotle nieusunięty trudnoroztwarzalny osad. Ale – w razie warunkowego przyjęcia kotła – to już problem następnego uprawnionego zakładu, który będzie chciał w przyszłości ponownie wyczyścić kocioł.

Jak naprawdę wygląda realny kosztorys usługi chemicznego czyszczenia wspomnianego kotła, o całkowitej pojemności wodnej (razem z przestrzenią parową) zaledwie 4 m³, zakamienionego osadem o grubości 3-4 mm i gęstości 2,85 g/cm³, o masie 672 kg przy dużej zawartości żelaza (10,2%), krzemionki (29%) i siarczanów (3,9%), jaki powstał na powierzchni 80 m², wymagającej czterodniowego czyszczenia różnymi roztworami przygotowanymi w wyniku zużycia 3135 kg różnych chemikaliów, magazynowanymi podczas czyszczenia w przywiezionych 8 paletopojemnikach a' 1 m³ - przedstawia poniższy wykres. Proszę zwrócić uwagę, że spadek cen usług będący następstwem hamowania gospodarki oraz zasygnalizowanych wcześniej „praktyk” i „chwytów marketingowych” spowodował, że zysk netto, po uwzględnieniu wszystkich kosztów, w tym amortyzacji i transportu, wypracowanego w ciągu 205 roboczo-osobogodzin⁷ przez dwie osoby czyszczące i technologa⁸, jest tylko dwukrotnie wyższy od opłat taryfowych dla UDT. Dopiero taki nakład pracy oraz zużycie wszystkich zaplanowanych w technologii środków daje 100% gwarancję całkowitego oczysz-

czenia powierzchni grzewczej kotła.

Wykres 3. Struktura kosztów oraz rentowność usługi chemicznego czyszczenia zakamienionego kotła Viessmann Turbomat RN HD



Wspomnianym wcześniej praktykowanym powszechnie „obniżeniem” ceny usługi jest zaniżanie grubości osadu do usunięcia. Jest to o tyle ważne, uzgodniona w CLDT w Poznaniu „Instrukcja technologiczna...” zawiera zastawienie ilościowe wymaganych chemikaliów. Ponieważ jednak w załączanej do zlecenia na badanie składu chemicznego osadu kopii „Protokoły badania okresowego kotła”, inspektorzy najczęściej nie określają grubości osadu, opracowana technologia zawiera wyłącznie wielkości deklarowane przez wykonawcę czyszczenia, które nie są weryfikowane. Tak więc, jeżeli nieuczciwy wykonawca chce zwiększyć zysk, również w jego interesie jest zaniżenie ilości osadu i w konsekwencji zapotrzebowania na chemikalia, aby potem uniknąć niezręcznego tłumaczenia, dlaczego tak mało ich zużył, skoro w ofercie i uzgodnionej technologii było ich znacznie więcej. Jeżeli bowiem w technologii przyjęto, że do roztworzenia jest osad o grubości nie 4 mm, ale 2 mm – jest go 100% „mniej”, co wymaga o 50-100% „mniejszej” ilości chemikaliów oraz nawet o połowę „krótszego” czasu czyszczenia. Tym samym taka kreatywna księgowość przynosi natychmiastowy wymierny zysk.

Dlatego, aby pomóc użytkownikom UC - już na etapie wyników rewizji wewnętrznej - kontrolować sytuację, poniżej przedstawiono przykładowe obliczenie ilości kamienia do usunięcia w kotle HTO 100, o wielkości powierzchni grzewczej 22 m² i pojemności walczaka 10,3 m³, po kilku latach eksploatacji. Ilość osadu do roztworzenia oblicza się wg wzoru: $mk = q \times S \times F$, gdzie:

- mk - masa osadu kamienia do usunięcia [kg],
- S_1 - średnia grubość osadu [mm] na powierzchni grzewczej (pg) 3 mm;
- S_2 - średnia grubość osadu [mm] na powierzchni walczaka (pw) 1 mm;

- q - gęstość kamienia ok. 3,2 g/cm³ (określona w trakcie badań symulacyjnych);
- F - pole zakamienionej powierzchni [m²]: $F_{pg} = 22$, $F_{pw} = 10,3$
- Masa kamienia z powierzchni grzewczej $mk_{pg} = 3,2 \times 3 \times 22 = 211$ kg
- Masa kamienia z powierzchni walczaka $mk_{pw} = 3,2 \times 1 \times 10,3 = 33$ kg
- Razem masa osadu $mk = 211 + 33 = 244$ kg

Jak można zauważyć, osad z powierzchni walczaka stanowi 15,6% i przy jego nieuwzględnieniu, mogłoby dojść do sytuacji, że roztwór czyszczący uległby szybszemu zużyciu w reakcji w takim „łatwiejszym” kamieniem z walczaka i w konsekwencji nieroztworzenia twardego osadu z powierzchni grzewczej płomienicy.

Innym uwarunkowaniem, związanym również z kryterium najniższej ceny, jest potencjał jaki posiada wykonawca czyszczenia. Otóż w dobie kryzysu, przy spadku cen w branży, zakłady - często o zdekapitalizowanym już potencjale technicznym (zużytych niewydajnych pompach, ciekących rurociągach i skorodowanych zaworach) - chcąc za wszelką cenę pozostać na rynku, decydują się na dalsze obniżanie ceny usługi (oczywiście, jak już wykazano, kosztem jej jakości), aby tylko uzyskać jakieś zlecenie.

Czy taka praktyka musi trwać i przynosić straty? Otóż nie. W większych przedsiębiorstwach lub korporacjach, zamówienia usług prowadzone są według zasad określonych w ISO. Wówczas można spotkać się z następującymi wymaganiami, jakie powinien spełniać wykonawca chemicznego czyszczenia kotła: (1) Posiadać uprawnienia do wykonywania określonej działalności lub czynności, jeżeli ustawy nakładają obowiązek posiadania takich uprawnień. (2) Posiadać niezbędną wiedzę i doświadczenie. (3) Dysponować potencjałem technicznym i zatrudniać pracowników zdolnych do wykonania zamówienia. (4) Posiadać zdolności udokumentowane referencjami, na podstawie wykonanych czyszczeń urządzeń podobnej budowy i parametrów pracy. (5) Posiadać stabilną sytuację ekonomiczną i finansową, zapewniającą wykonanie usługi. Jeżeli dodamy, że wymagania te nie są jedynie deklaracjami, ale podlegają gruntownej weryfikacji, a dodatkowo coraz częściej następuje wydłużenie terminu płatności nawet do 90 dni, rozwiązania te skutecznie eliminują wówczas





1 Kierownik Działu Zaopatrzenia Przemysłu i Chemicznych Czystzeń w PPH KAMIX Sp. z o.o Sp. k. Posiada uprawnienia UDT do kierowania pracą oraz kontroli stanu czyszczonych powierzchni podczas chemicznego czyszczenia i trawienia urządzeń ciśnieniowych. Współautor technologii chemicznego czyszczenia.

2 W oddziałach UDT w: Gdańsku, Bydgoszczy, Olsztynie, Białymstoku, Siedlcach, Warszawie, Łodzi, Piotrkowie Trybunalskim i Rzeszowie

3 Przy parametrach pracy kotła płomienicowo-płomieniówkowego bez ekonomizera: ciśnienie robocze 8-12 bar o temperaturze pary nasyczonej 170-190 °C, temperatura spalin wynosi do 260 °C, strata kominowa wynosi 12%. Oznacza to, że tyle energii zgromadzonej w spalinach jest niewykorzystane i ulatuje przez komin do atmosfery - Bernhard Morawietz, „Przegląd Mleczarski” 2/2007, Ceny energii rosną, czyli jak w przemyśle mleczarskim kotły z ekonomizarami zmniejszają koszty zużycia energii?

4 Normy stosowane w USA.

5 Michał Łodej, „Oczyszczanie parowników kotłów energetycznych”, ECIZ 11/2011

6 Wynika stąd, że przy typowej gęstości osadu 2 g/cm³, kocioł zaleca się odstawić już przy grubości osadu 0,5 mm. W warunkach krajowych, spotykamy kotły pracujące nawet przy grubości osadu 4-5 mm. Wynika to z pogorszenia jakości wody w czasie trzyletniego okresu między rewizjami wewnętrznymi.

7 Czystczenie, dojazd i powrót (96 h x 2 pracowników), badania symulacyjne 2 dni po 4 h, opracowanie wyników 2 h oraz opracowanie i uzgodnienie instrukcji 4 h.

8 Kierownik robót (współautor technologii, osoba odpowiedzialna za przebieg czyszczenia i kontrolę czystości powierzchni) oraz uprawniony pracownik - wykonawca czyszczenia i główny technolog (wykonawca badań symulacyjnych oraz współautor technologii odpowiedzialny za jej uzgodnienie).

zakłady o wątpliwej reputacji z ubiegania się o takie zlecenia.

Zasygnalizowane powyżej praktyki wymagają dokładniejszej analizy sytuacji w branży chemicznych czyszczeń.

Sytuacja w branży chemicznych czyszczeń

O możliwościach czyszczenia przez uprawniony zakład (a nie „podwykonawców”) określonych typów kotłów, o określonej wielkości i powierzchni grzewczej, decyduje APTEKA, czyli Agregaty (posiadane wyposażenie specjalistyczne, w tym pompy kwaso-, zasado- i temperaturo odporne, rurociągi, zawory itp.), stosowane Preparaty i TEchnologie ich użycia oraz zatrudniana KAdra inżynieryjno-techniczna i chemiczna. Aktualnie, do chemicznego czyszczenia kotłów, uprawnione są 32 zakłady. Pod względem posiadanych zdolności i doświadczenia zdobytego w trakcie zrealizowanych usług, można je podzielić na trzy kategorie:

- I - obejmująca 5 zakładów wykonujących remonty dużych kotłów (zawierające czyszczenia i trawienia) w elektrowniach. Usługi obejmują także dmuchanie kotłów. Dwa z nich (Energopomiar i ProNovum) posiadają świetne laboratoria;
- II - obejmująca 8 zakładów (w tym reprezentowane przez mnie przedsiębiorstwo) mających zdolności do czyszczenia kotłów opłomkowych parowych OR i wodnych WR w PEC oraz dużych zakładach produkcyjnych, o powierzchni do 1500 m² i pojemności wodnej do 35 m³. Zakłady kategorii I i II posiadają strony internetowe, a niektóre z nich własne laboratoria, w których można wykonać profesjonalne badania symulacyjne roztwarzania próbek osadu. Zatrudniają one doświadczonych specjalistów i z reguły dysponują nowoczesnym wyposażeniem.
- III - obejmująca 19 pozostałych małych, często jedno- dwuosobowych zakładów „żyjących” z czyszczenia miesięcznie 1 małego kotła płomienicowo-płomieniówkowego. Wiele z nich nie posiada wyposażenia niezbędnego do czyszczenia kotłów o pojemności wodnej powyżej 3-4 m³. O pewnym zapóźnieniu tych zakładów może również świadczyć to, że żaden nie posiada nawet strony internetowej,

z przedstawioną aktualną ofertą i portfolio. W tej sytuacji zleceniodawca kupując tam usługę, czasem kupuje „kota w worku”.

Statystycznie jeden zakład uprawniony wykonuje rocznie 8 (6-10) czyszczeń. Taki też jest obrót zakładów, które chcąc przetrwać na rynku, w panującej w przemyśle psychozie oszczędzania, deregulują rynek czyszczeń: jedne zawyżają cenę usługi, aby uwzględnić w niej tradycyjny bakszys i w ten sposób uzyskać zlecenie, a drugie odwrotnie – aby na 100% uzyskać zlecenie i pokonać tych pierwszych, przyjmują równie szkodliwą strategię zaniżając cenę, aby mimo mniejszych zysków mieć jakikolwiek zarobek i w ten sposób „przetrwać do pierwszego”.

Czyszczeń kotłów opłomkowych w przemyśle oraz wodnorurowych, z zamkniętymi zładami uzdatnionej i kondycjonowanej wody ciepłowniczej pracujących w PEC, jest odpowiednio mniej, a ich częstotliwość – w stosunku do czyszczeń kotłów parowych – jest dwukrotnie mniejsza. Taka sytuacja powoduje, że 8 „średniaków” rywalizuje z 19 „maluchami” o czyszczenie małych kotłów płomienicowo-płomieniówkowych, których na rynku jest niewiele i które ze względu na niższą jakość wody kotłowej, najszybciej zakamieniają się (zdjęcie 14 – kamień o grubości 20 mm z kotła parowego w jednostce budżetowej).



zdjęcie 14

Prowadzona walka na wyniszczenie o uzyskanie zlecenia wśród 32 uprawnionych zakładów w konsekwencji powoduje, że dla samego czyszczenia warto zaryzykować niższą cenę i wynikającą stąd mniejsze zużycie chemikaliów, mniejszą liczbę cyrkulacji, rezygnację z neutralizacji roztworów poprocesowych, a nawet rezygnację z płukania czy pasywacji, determinujące także krótszy czas wykonania usługi (patrz przypadek, gdy spuszczonej niezneutralizowany roztwór po reakcyjny kwasu solnego po czyszczeniu w lipcu

2007 r. zniszczył złożę biologiczne w oczyszczalni ścieków, a pół roku po czyszczeniu, w styczniu 2010 r. kocioł uległ poważnej awarii⁹).

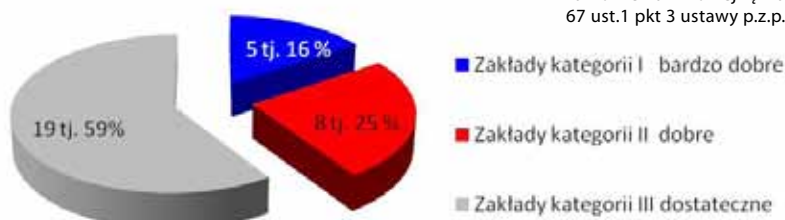
Tę sytuację wykorzystują firmy nieposiadające uprawnień do chemicznego czyszczenia oraz tzw. podwykonawcy. Ich ceny dumpingowe naręczają spiralę. Zdarza się, że czyszczenia realizowane przez uznane wcześniej zakłady, aktualnie wykonują osobiście właściciele firm (bez udziału pracowników, których zwolnili) lub zatrudniają ludzi „na czarno”. Zauważmy, że realne zakładowe koszty pracy, jak również wynagrodzenie, wykwalifikowanych uprawnionych¹⁰ pracowników¹¹ wykonujących pracę niebezpieczną dla zdrowia i życia, który obok uprawnień UDT posiadać także musi aktualne „Świadectwo Kwalifikacji E i D” jest znacznie wyższe. Ta dysproporcja powoduje, że to co dla „średniaków” jest nadal kosztem, dla „maluchów” jest już ukrytym zyskiem.

Taka sytuacja hamuje rozwój firm, co w połączeniu z nieuchronną dekapitalizacją posiadanych urządzeń grozi poważnymi awariami podczas czyszczenia (pękające rurociągi i nieszczelne zawory powodujące wypadki poparzenia ludzi oraz zalania kotłowni agresywnymi kwasami, co natychmiast niszczy posadzkę oraz w wyniku odparowania wodoru powoduje korozję urządzeń). Doświadczenie wskazuje, że aby temu zapobiec, zakład wykonujący czyszczenie powinien odprowadzić na fundusz amortyzacyjny co najmniej 7% ceny usługi.

Wobec powyższych argumentów wydaje się, że tylko większe przedsiębiorstwa są w stanie sfinansować niezbędne okresowe zakupy nowoczesnych urządzeń i armatury, a następnie w dłuższej perspektywie je zamortyzować. Jak pokazuje praktyka, mały zakład niestety ma najczęściej zużyty sprzęt. Podobnie tylko większe przedsiębiorstwa stać na zatrudnienie technologa i odpowiednie wyposażenie laboratorium, zdolnego do wykonywania rzetelnych i wiarygodnych badań symulacyjnych roztwarzania próbek osadu pobranych przed czyszczeniem z UC. Jak robią to jednoosobowe zakłady możemy się tylko domyślać¹². Ponieważ użytkownik UC nie ma ani wiedzy na temat czyszczenia, ani rozeznania jaki zakład uprawniony jaki poziom potencjału, wyposażenia specjalistycznego oraz wykonanych wcześniej usług prezentuje, czasami

opiera się jedynie na przypadkowym zapytaniu o cenę.

Jeżeli zatem założymy, że potencjał uprawnionych przez UDT zakładów (zaplecze laboratoryjne, wyposażenie, doświadczenie i zatrudniani pracownicy) decyduje o posiadanych zdolnościach realizacji skomplikowanych czyszczeń dużych kotłów przemysłowych, zakłady z kategorii I można ocenić jako bardzo dobre, z kategorii II jako dobre, a z kategorii III jako dostateczne. W tej sytuacji ich procentowy „jakościowy” udział w całej branży przedstawiono na wykresie 3.



Podsumowując rozkład potencjału branży decydujący o posiadanych zdolnościach oraz wykazane jej niedomagania, należy zwrócić uwagę na jeszcze jedną ważną okoliczność. Otóż składający zapytanie o wykonanie usługi czyszczenia użytkownik UC żąda natychmiast przedstawienia jej ceny, nawet w sytuacji, gdy kocioł nie przeszedł jeszcze rewizji wewnętrznej, nie pobrano próbek kamienia, nie wysłano próbek kamienia do uprawnionego laboratorium dla określenia składu chemicznego, a więc nie wiadomo co, ile i przy użyciu czego należy usunąć. I mimo całej groteski, znajdują się zakłady, które natychmiast gotowe są podjąć się usługi w wyjątkowo niskiej cenie. Jednak jak pokazuje życie, takie działanie obciążone jest dużym ryzykiem. Tak więc przy wyborze wykonawcy, gdy decyduje najniższa cena, na ironię zasługuje to, że deklarujący usunięcie jedynie połowy osadu jest traktowany jako najlepszy oferent, ponieważ rzeczywiście jest najtańszy.

Dla ilustracji, na kolejnych zdjęciach przedstawiono stan kotła parowego, który był dwukrotnie czyszczony chemicznie w sposób niewłaściwy. Jest to kocioł parowy płomieniowo-płomieniówkowy o pojemności wodnej 20 m³ i całkowitej 24 m³ oraz zakamienionej powierzchni 125 m² (na płomienicach 42 m² i płomieniówkach 83 m² grubości 3 mm oraz walczaku 18 m² grubości 6 mm). Ponieważ w zakładzie

9 Ogłoszenie w biuletynie zamówień publicznych z dnia 16.12.2010 r.: (uzasadnienie wyboru trybu z wolnej ręki) ...”w dniu 15.12.2010 w kotłowni w wystąpiła awaria kotła, polegająca na wycieku wody kotłowej przez korpus palnika kotła na skutek pęknięcia ściany przedniej i płomieniówek. W celu przywrócenia sprawności kotła i zapewnienia ciągłości dostawy energii cieplnej dla odbiorców na cele centralnego ogrzewania, zgodnie z przepisami ustawy prawo energetyczne, należy przystąpić niezwłocznie do likwidacji wycieku. W związku z powyższym zastosowano tryb zamówienia z wolnej ręki art. 67 ust.1 pkt 3 ustawy p.z.p.

- ze względu na wyjątkową sytuację niewynikającą z przyczyn leżących po stronie zamawiającego, której nie mógł on przewidzieć. Wymagane jest natychmiastowe wykonanie zamówienia, a nie można zachować terminów określonych dla innych trybów udzielenia zamówienia”.

10 Pracownicy uprawnieni - należy przez to rozumieć pracowników posiadających sprawdzone i właściwe kwalifikacje w zakresie eksploatacji danego rodzaju urządzeń i instalacji energetycznych, potwierdzone świadectwem kwalifikacyjnym.

11 Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. Nr 80, poz. 912):

§ 14. 1. Prace w warunkach szczególnego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzkiego, określone w ogólnych przepisach bezpieczeństwa i higieny pracy jako prace szczególnie niebezpieczne, powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby.

§ 15. Do prac wykonywanych przy urządzeniach i instalacjach energetycznych w warunkach szczególnego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzkiego należy zaliczyć w szczególności prace:

19) wymagające stosowania chemicznych środków służących do czyszczenia kotłów, rurociągów, zbiorników ciśnieniowych, odwadniaczy, odolejaczy i zasobników ciśnieniowych.



12 Analizując jedną z technologii przeczytałem następujący opis prób symulacyjnych: w trzech słoikach przygotowano trzy roztwory czyszczące kwasu o stężeniu 4%, 6% i 8%. Następnie przygotowano trzy kawałki kamienia podobnej wielkości i włożono je do słoików. Po upływie 3 godzin oceniono wzrokowo, że kawałek kamienia w słoiku nr 3 jest najmniejszy. W ten sposób zdecydowano, że do chemicznego czyszczenia zostanie użyty roztwór Komentarz jest zbyteczny.

13 Skład osadu przed poprzednim czyszczeniem był następujący: nierozpuszczalne w HCl 17,7%, CaO 37,7%, MgO 6,9%, Al₂O₃ 2,0%, Fe₂O₃ 0%, SiO₂ 17,9%, CO₂ 27%, SO₃ 5,3%, P₂O₅ 4,5%.

14 Krzemionka dobrze się rozpuszcza tylko w kwasie fluorowodorowym. Ponieważ działa on bardzo toksycznie na drogi oddechowe, a w kontakcie ze skórą powoduje poważne oparzenia wywołując martwicę i trudno gojące się rany, technologia jego zastosowania jest bardzo wymagająca.

15 A. Adamkiewicz, K. Kołwzan, „Wpływ produktów spalania na uszkodzenia okrętowych kotłów pomocniczych”, AKADEMIA MORSKA w Gdyni, Wydział Mechaniczny Katedra Siłowni Okrętowych, 2007.

wykorzystywana jest woda kotłowa o dużej zawartości (17,9%) krzemionki¹³ SiO₂, czyszczenie powinno być wieloetapowe z zastosowaniem różnych roztworów. Analiza wystawionych Poświadczeń chemicznego czyszczenia... wykazała, że po każdym czyszczeniu w kotle pozostawiono dużo nieroztworzonych związków, ponieważ kocioł próbowano wyczyścić tylko w jednej cyrkulacji, mimo że aż 17,7% kamienia było nierozpuszczalne w użytym kwasie¹⁴.

Kłopoty z zapewnieniem wody surowej o odpowiednim przepływie (zakład posiadał studnię głębinową i hydrofor o bardzo małej pojemności zbiornika i ciśnieniu) spowodował, że wykonawca ostatniego czyszczenia nie wypłukał nawet dokładnie kotła, o czym świadczył charakterystyczny zapach kwasu, jaki pracownicy produkcji wyczuwali jeszcze przez kilka następnych tygodni. Brak pasywacji kotła (wykonawca stwierdził że jest niepotrzebna, a użytkownik zgodził się, aby tylko wcześniej skończyć czyszczenie i wznowić produkcję) oraz niewypłukany kwas, w ciągu 3 miesięcy poczynił takie spustoszenie, że użytkownik zmuszony był do wymiany 3 wypalonych płomieniówek. Jednak aby to zrobić, uprawniony zakład zmuszony był wymienić aż 30 płomieniówek, co kosztowało 30 tys. zł.

Jednak na tym się nie skończyło. Pozostawiony na powierzchni osad oraz niezmieniony cykl przygotowania wody kotłowej szybko spowodowały, że na powierzchni płomienicy (zdjęcie 15) i skorodowanych płomieniówek (zdjęcie 16) oraz ścianie sitowej I-go nawrotu ponownie powstała gruba na mm warstwa kamienia kotłowego, który spowodował wypadnięcie kilku płomieniówek (zdjęcie 17 - ślady pęknięć i wycieku wody), co zmusiło inspektora UDT do wydania decyzji odstawieniu kotła.

Przeprowadzona ostatnio rewizja wewnętrzna i wykonane przez nasze przedsiębiorstwo badania symulacje pobranych próbek osadu wykazały, że jego usunięcie jest możliwe, ale przy koszcie większym o 60% od kotła zakamienionego typowym osadem z normalnej 3-letniej eksploatacji. Dodatkowo, jeszcze przed czyszczeniem należy zapewnić szczelność ciekących płomieniówek, ponieważ roztworzenie gipsu wymaga wyższej temperatury roztworu czyszczącego. Wszystko razem powoduje wzrost ceny wyczyszczenia kotła o 100%.

Temat uszkodzeń płomieniówek spowodowanych przez osad kamienia j jego nieumiejętne usuwanie poruszono między innymi w pracy naukowej¹⁵ Akademii Morskiej w Szczecinie i Polskiego Rejestru Statków. Jej Autorzy zauważyli, że „...większość uszkodzeń w postaci pęknięć (zdjęcie 18)



zdjęcie 15



zdjęcie 16



zdjęcie 17

powstaje w dolnej części przestrzeni wodnej, wzdłuż dolnego szwu walczaka górnego, w rurach opadowych kotłów stromorurkowych, w miejscach montażu palników i w kanałach dymowych. Pęknięcia są wynikiem mechanizmu zmęczenia korozyjnego, w czasie którego niszczący efekt działania środowiska korodującego jest wspomagany przez naprężenia zmęczeniowe. Powstają one w wyniku nieprawidłowego uzdatniania wody kotłowej, otwartego systemu zasilania kotła wodą i niskiej temperatury wody zasilającej”. Ponadto w razie mechanicznego odkuwania kamienia – zdjęcie 19 - (co jest możliwe wyłącznie dla górnego i dolnego rzędu płomieniówek, podczas gdy wszystkie pozostałe

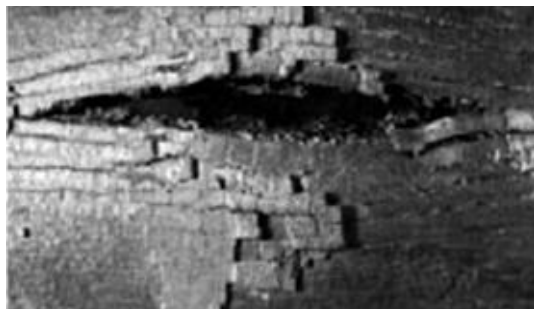


są nadal zakamienione – dopisek LZ) autorzy zauważyli, że „...kamień kotłowy usuwany mechanicznie pośrednio jest źródłem powstawania uszkodzeń w postaci nacięć powierzchni elementów konstrukcyjnych (zarówno po stronie ogniowej, jak i wodnej) powstałych wskutek uderzeń ostrymi narzędziami.

Nacięcia takie prowadzą do powstawania wewnątrz materiałowych włóskowatych pęknięć. Występuje tu działanie karbu zapoczątkującego postępującą w głąb materiału korozję”.



zdjęcie 18



zdjęcie 19

Podsumowując sytuację w branży, należy podkreślić ostatni ważny aspekt, który niewątpliwie wpływa na stosowane w praktyce rozwiązania, wynikający z wysokości opłat taryfowych w UDT, między innymi za badanie osadu (1050 zł) oraz uzgodnienie Instrukcji technologicznej chemicznego czyszczenia... (1050 zł). Należy podkreślić, że wysokość opłat jest taka sama zarówno dla dużych kotłów (gdzie cena usługi często przekracza 20 tys. złotych), jak i małych wytwornic pary, o pojemności wężownicy kilkadziesiąt litrów. Taka dysproporcja powoduje, że użytkownicy wytwornic pary chcąc zmniejszyć koszty, ich odkamienianie najczęściej zlecają zakładom do tego nieuprawnionym.

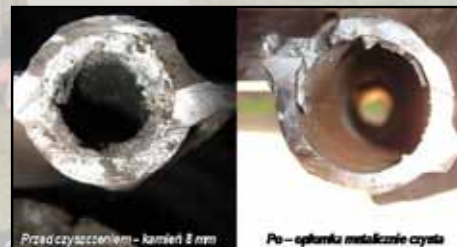
W drugiej części artykułu zostaną przedstawione szczegółowe czynności (algorytm postępowania), jakie należy wykonać w trakcie planowania, organizowania, realizacji czyszczenia i oceny uzyskanych efektów.

KAMIX

Przedsiębiorstwo Produkcyjno Handlowe KAMIX Sp. z o.o. Sp. k.
81-061 Gdynia ul. Hutnicza 40 tel. 58 785 00 85, fax 58 785 00 65
Dział Chemicznych Czyszczeń Urządzeń Ciśnieniowych
Tel. 507 028 499

Oferujemy usługi czyszczenia i trawienia kotłów:

- parowych opłomkowych (OR-35 i mniejszych);
- parowych płomienicowo-płomieniówkowych o pojemności wodnej do 35 m³;
- parowych żeliwnych;
- wodnych rurowych (WR- 25 i mniejszych);
- wodnych stalowych i żeliwnych;
- wytwornic pary.



Przed czyszczeniem – kamień 3 mm

Po – opłomka metalicznie czysta

Stosujemy nowoczesne sposoby czyszczenia, wykonujemy rewizje wewnętrzne z pobraniem próbek, we własnym laboratorium badania symulacyjne roztworzenia próbek, w celu opracowania optymalnej (w relacji koszt – efekt) technologii chemicznego czyszczenia, pasywację czyszczonej powierzchni, próby ciśnieniowe.

Gwarantujemy pełne usunięcie osadów z powierzchni grzewczej z zachowaniem bezpieczeństwa korozyjnego kotła i urządzeń w kotłowni

Z naszych usług korzystają między innymi: COLGATE PALMOLIVE, Lodziarnie Firmowe Grycan Sp. z o.o. S.K., Przedsiębiorstwo Produkcji Lodów KORAL, BAKALLAND, PROVIMI, PEC w Brzezinach, Szpital MSW z Centrum Onkologii w Olsztynie, Koral S.A., Krajowa Spółka Cukrowa S.A., Xella Polska Sp. z o.o., Fabryka Kosmetyków Pollena-Ewa S.A., Zakłady Mięsne Warmia



HEATMASTERS
the wizards of metal

- obróbka cieplna metali w piecach
 - wyżarzanie
 - normalizacja
 - przesycanie
- obróbka cieplna urządzeniami przewoźnymi
- sprzedaż i wynajem urządzeń do obróbki



HEATMASTERS Sp. z o.o.
ul. Staszica 41, 41-200 Sosnowiec

Biuro: tel./fax +48 32 292 12 43
biuro@heatmasters.pl
handlowy@heatmasters.pl

Produkcja: tel./fax +48 32 292 12 44
produkcja@heatmasters.pl

