

Chemiczne czyszczenie instalacji c.o.

Leszek Ziółkowski

Chemiczne czyszczenie instalacji c.o. zalecane jest okresowo lub w trakcie jej renowacji oraz przed kryzowaniem. Może to stanowić alternatywę dla wymiany całej instalacji.

Wątpliwości instalatorów

Wielu instalatorów zaleca wymianę instalacji c.o. zamiast czyszczenia chemicznego. Najczęściej stosowanymi argumentami są:

- ▶ czyszczenie wywołuje natychmiastową korozję instalacji,
- ▶ aby reakcja chemiczna przyniosła jakiś efekt, jej czas musi wynosić co najmniej 3 dni,
- ▶ czyszczenie na pewno spowoduje niekontrolowane wycieki, a wręcz zalanie pomieszczeń brudną mazią.

Postawa taka w pewnym stopniu wynika z negatywnego doświadczenia ze stosowania różnych technologii czyszczenia, ale także z chęci zwiększenia zakresu realizowanych prac.

odprowadzane bezpośrednio do kanalizacji) realizację czyszczenia,

- ▶ kontrolę uzyskanych efektów.

Podstawą merytoryczną opracowania były wyniki badań laboratoryjnych preparatu wykonane przez trzy niezależne laboratoria¹, zebrane wieloletnie doświadczenia z usług chemicznego czyszczenia instalacji c.o. zrealizowanych przez przedsiębiorstwa branży budowlanej i instalacyjnej, a także wyniki przeprowadzonych badań laboratoryjnych pobranych próbek osadów i roztworów procesowych, podczas których określono ich korozyjność.

Czas czyszczenia

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że cechą najważniejszą – być może decydującą – jest krótki czas czyszczenia, dzięki czemu może być ono realizowane pod nieustanną kontrolą wykonawcy, w celu monitorowania właściwego przebiegu reakcji. Z praktyki wielu przeprowadzonych czyszczeń różnych typów instalacji c.o. wiadomo, że całkowity czas wykonania wszystkich czynności (od podłączenia agregatu, cyrkulacji roztworu, do zakończenia odmulania i płukania) wynosi do 12 godzin.

Negatywne zjawiska występujące w instalacjach c.o.

W zależności od:

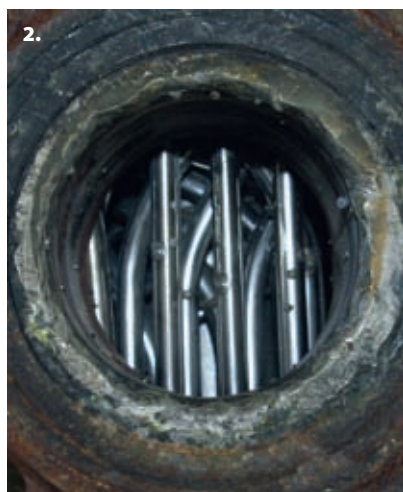
- ▶ typu instalacji,
- ▶ rodzaju zamontowanych rur i grzejników,
- ▶ jakości wody w zładzie i wielkości uzupełnień,
- ▶ stosowanych środków kondycjonujących,
- ▶ przestrzegania norm serwisowych (odmulania, odpowietrzania itp.),

■ Pożądaną cechą czyszczenia chemicznego jest krótki czas jego wykonania.

Warunki jakie musi spełniać dobra technologia chemicznego czyszczenia instalacji

PPH Kamix Sp.j. opracowało i wdrożyło technologię chemicznego czyszczenia instalacji c.o., która ma być odpowiedzią na obawy fachowców. W odróżnieniu od innych, jest kompleksowa i pozwala na:

- ▶ ocenę potrzeb w zakresie czyszczenia instalacji,
- ▶ planowanie i organizowanie przebiegu procesu czyszczenia,
- ▶ bezpieczną dla instalacji (armatury, grzejników, zaworów, pomp, wymienników i kotłów), ludzi (wykonujących czyszczenie i lokatorów) oraz neutralną dla środowiska (zneutralizowane popłuczyny po czyszczeniu mogą być



własne kotłownie gazowe, w zładzie często cyrkuluje woda nieuzdatniona, czego efekty można zobaczyć na zdjęciu 3.

Kocioł oraz instalacja były czyszczone chemicznie przez jedną z firm warszawskich latem 2010, a więc rok po oddaniu budynku do użytku. Już kilka miesięcy później okazało się, że w wyniku złego doboru preparatu i nieuwzględnienia

1. Stan przed czyszczeniem;
2. Stan po 2-godzinnym czyszczeniu preparatem Kamix S+–

w instalacji c.o. zachodzą jednocześnie reakcje powodujące powstawanie wielu negatywnych zjawisk, takich jak: osadzanie się kamienia kotłowego i rozwój skażeń bakteryjnych. W efekcie występują zjawiska takie jak: zapowietrzanie, korozja wżerowa oraz przykry zapach, których uciążliwość nasila się z wiekiem instalacji. Ze względu na straty energetyczne, zjawiskiem szczególnie niekorzystnym jest wytrącanie się kamienia. W zamkniętych instalacjach c.o. wyróżnia się dwie formy skryształizowane formy i jeden osad w formie szlamu.

Powstawanie skryształizowanego osadu z zawartością magnetytu

W instalacjach c.o. wykonanych ze stali czarnej wypełnionych wodą uzdatnioną (sieciową) powstaje pierwszy rodzaj kamienia, charakteryzujący się dużą zawartością czarnego osadu tlenków żelaza tzw. magnetytu. Przykład takiego osadu z wymiennika c.o. JAD 6/50 z PEC w Suwałkach² przedstawia zdjęcie numer 1 i 2.

Przyczyną powstawania magnetytu jest reagowanie, przy obniżonym poziomie pH wody, elementów żelaznych z tlenem w niej rozpuszczonym. Kamień ten odznacza się małą wytrzymałością mechaniczną i ma największe przewodniczość cieplną spośród wszystkich rodzajów kamienia.

Powstawanie skryształizowanego osadu przerośniętego związkami Fe^{2+}

Na tworzenie się drugiego rodzaju kamienia zasadniczy wpływ ma skład chemiczny wody. Zjawisko to występuje głównie w przypadku, gdy do uzdatniania, bądź bezpośredniego uzupełniania zładu, stosowana jest zażelaziona woda studzienna. Wówczas w instalacjach c.o. oraz kotłach wodnych powstaje kamień przerośnięty związkami Fe^{2+} .

Praktyka wskazuje, że w instalacjach nowego typu, w osiedlach nie podłączonych do miejskiej sieci ciepłowniczej i mających



3. Zakamieniony wymiennik kotła kondensacyjnego Brotje po 2 latach eksploatacji.³

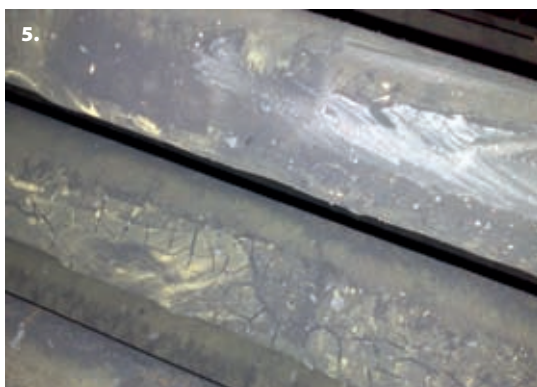
nia, że wymiennik kotła wykonany jest z aluminium, w wyniku przepalenia wymiennika, woda napływała do przestrzeni ogniowej, tam ulegała szybkiemu odparowaniu i wraz ze spalinami uchodziła kominem do atmosfery, osadzając także po stronie ogniowej wymiennika kamień kotłowy – zdjęcie 4. W efekcie nieprofesjonalnie wykonanego czyszczenia instalacji nie tylko nie usunięto całego osadu, ale uszkodzono nowe kotły, których naprawa była bardzo kosztowna.

Analogiczna sytuacja ma miejsce w starych kotłowniach osiedlowych, a ewentualne różnice wynikają jedynie ze skali zjawiska. Problem zanieczyszczenia zładu c.o. i pogorszenia wymiany ciepła poprzez warstwę osadu kamienia kotłowego zaczyna narastać wraz z upływem czasu i w skrajnych przypadkach jest przyczyną nawet braku ogrze-

4. Kamień po stronie ogniowej wymiennika



5. Stan płomieniówek wysokotemperaturowego kotła wodnego SERMET OY w dużej kotłowni osiedlowej



6. Kamień kotłowy w postaci szlamu

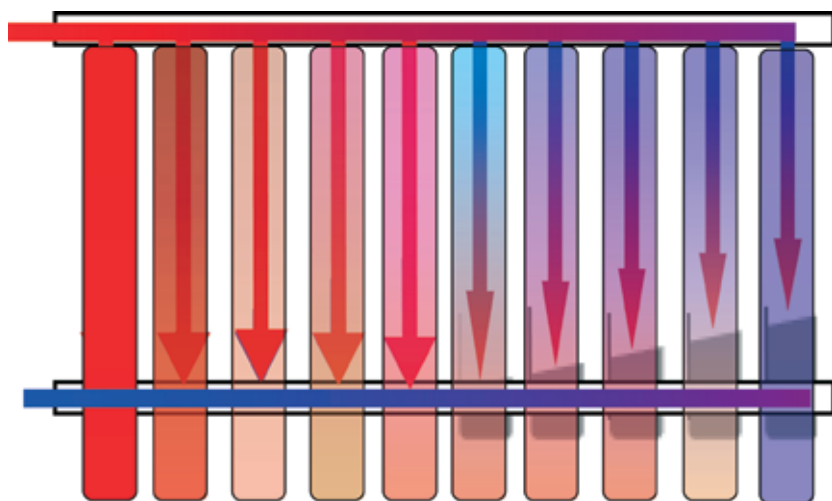
wania, spowodowanego niedrożnością rur. Dla zilustrowania wagi problemu na zdjęciu 5 przedstawiono stan płomieniówek wysokotemperaturowego kotła wodnego SERMET OY w dużej kotłowni osiedlowej, jaki stwierdzono w wyniku okresowej rewizji wewnętrznej, kiedy szlam, przy niesprawnym odmulaczu, naniosła do kotła woda z instalacji c.o. i który tam uległ krystalizacji. Grubość twardego kamienia wynosiła 3 mm, masa aż 422 kg, a straty energetyczne tylko w samym kotle ponad 12%⁴

Wpływ kamienia na moc cieplną instalacji

Zasadniczymi czynnikami mającymi wpływ na brak właściwej mocy cieplnej instalacji jest zwężenie przekroju rur powodujące zmniejszenie strumienia przepływu wody, zarastanie powierzchni grzewczej grzejników osadem kamienia oraz zasklepanie powstałym szlamem ich dolnych fragmentów, co w skrajnych sytuacjach prowadzi do odcięcia części grzejnika od cyrkulacji ciepłej wody i gwałtownego obniżenia parametrów pracy – rysunek 1.

Dla przykładu w 15-letnim budynku wspólnoty na Bemowie w Warszawie, zjawisko to spowodowało, że temperatura

Rysunek 1.



grzejników w zimie 2009/2010 wynosiła 37°C. W wyniku usługi kompleksowego chemicznego czyszczenia instalacji c.o. i wymienników ciepła⁵ przywrócono jej początkową sprawność.



Powstawanie osadu w postaci szlamu

W tym miejscu niezbędne jest przedstawienie trzeciego rodzaju osadu, który w wyniku wymiany ciepła jeszcze nie uległ krystalizacji do postaci kamienia kotłowego i krąży w instalacji w postaci szlamu – zdjęcie 6, o charakterystycznym czarnym kolorze. Składa się on z tlenków żelaza (magnetytu) z dodatkiem innych zanieczyszczeń, takich jak np. uwolnione osady mineralne, resztki piasku z form odlewniczych pozostałego po produkcji grzejników żeliwnych i aluminiowych oraz oleje techniczne, którymi od wewnątrz były zabezpieczone rury i inne elementy.

W starszych instalacjach c.o. typu otwartego z naczyniem wzbiórczym rozszerzalnym, które nadal funkcjonują w kotłowniach węglowych, uzupełnianie ubytków następuje najczęściej wodą nieuzdatnioną. W efekcie w szybkim tempie powstaje kamień z przewagą osadu węglanowego, zlokalizowany głównie na powierzchni grzewczej kotła, w grzejnikach oraz w poziomych odcinkach rur (gałązkach) i na kryzach.

Rodzaj osadu a rodzaj preparatu czyszczącego

Każdy z przedstawionych typów osadu zawiera odmienny skład chemiczny, co powoduje, że do jego rozтворzenia wymagany jest inny preparat. Skuteczność preparatu, poza metodami analitycznymi, można także rozpoznać po gwałtowności reakcji, w tym szybkości zmiany barwy roztworu, ilości gazów i objętości powstającej piany. Temat ten zostanie omówiony szczegółowo w kolejnej części artykułu.

Zasadniczym problemem jest rozтворzenie tlenków żelaza, a należy pamiętać, że użycie kwasu solnego, ze względu

na trwałość i szczelność instalacji, nie jest wskazane. W tej sytuacji kryteriami doboru preparatu powinny być:

- ▶ skuteczność usunięcia osadu w jak najkrótszym czasie (przy dużej prędkości liniowej roztwarzania w odpowiednio dobranym roztworze, znikomej korozyjności i minimalnym zużyciu preparatu, kupionego w przystępnej cenie),
- ▶ brak niebezpieczeństwa poparzeń,
- ▶ brak przykrego zapachu,
- ▶ możliwość spuszczenia zneutralizowanych popłuczyn do kanalizacji.

Porównanie kilku preparatów

W wyniku przeprowadzonych laboratoryjnych badań porównawczych⁶ i uzyskanych wyników, na wykresie 1 przedstawiono porównanie ilości popularnych preparatów [kg], niezbędną do usunięcia 1 kg kamienia (z tej samej próbki, w identycznych warunkach laboratoryjnych statycznych). Uzyskane wyniki są lepsze, aniżeli stechiometryczne, ponieważ określano całkowitą masę usuniętego osadu. Różnica wynika stąd, że nawet po zakończeniu kwasowania, w wyniku dużego przepływu wody podczas płukania, rozpułchniony osad wynoszony jest mechanicznie.⁷

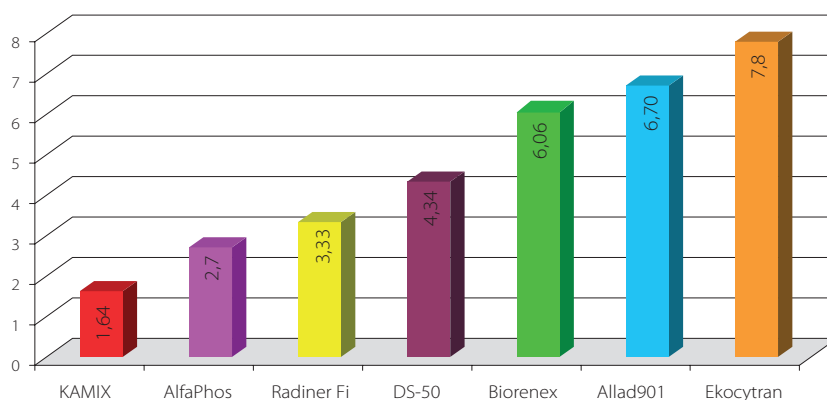
Tabela 1 Zestawienie wydajności preparatów do usuwania osadu

Preparat	1 kg preparatu usuwa [g] osadu	Do usunięcia 1 kg osadu potrzeba [kg] preparatu
Kamix	610 g	1,64 kg
Alfa Phos	370 g	2,70 kg
RadinerFi	300 g	3,33 kg
Biorenex	165 g	6,06 kg
Allad 901	145 g	6,70 kg

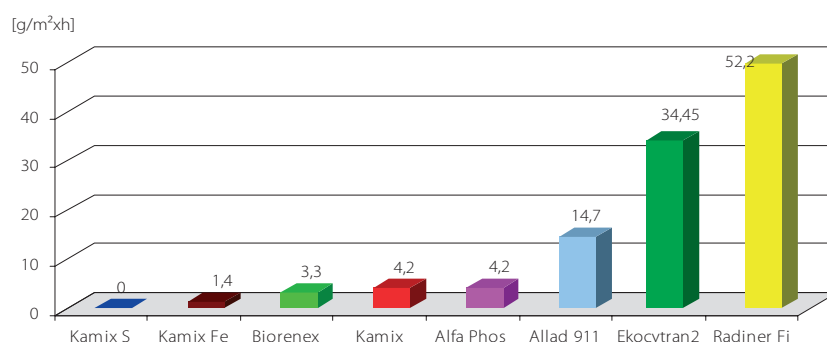
Z uwagi na fakt, że dla skutecznego roztworzenia osadu wymagane jest zużycie odpowiedniej ilości preparatu, kryterium roztwarzalności jest bardzo istotne, także z ekonomicznego punktu widzenia – im słabszy preparat, tym więcej należy go zużyć. Ilustruje to zestawienie przedstawione w tabeli 1. Duże dysproporcje zwiększa dodatkowo znaczna różnica w cenie zakupu 1 kg preparatu. Z powyższego względu w tabeli 2 porównano preparaty, wg aktualnych cen katalogowych netto (bez upustu) pod względem kosztu roztworzenia 1 kg kamienia kotłowego.

Dla trwałości czyszczonej instalacji oraz zachowania szczelności ważna jest prędkość korozji metali i uszczelnień poddanych działaniu roztworu czyszczącego. Dlatego wszystkie preparaty poddano badaniom porównawczym korozyjności, wykonanym zgodnie z normą PN-78/H-04610.⁹ Wyniki dla stali R35 przedstawiono na wykresie 2.

Roztwór czyszczący można podgrzewać w płytowym lutowanym miedzią wymienniku ciepła c.o., dzięki czemu czas cyr-



Wykres 1. Porównanie zużycia preparatów [kg] do usunięcia 1 kg kamienia kotłowego o identycznym składzie



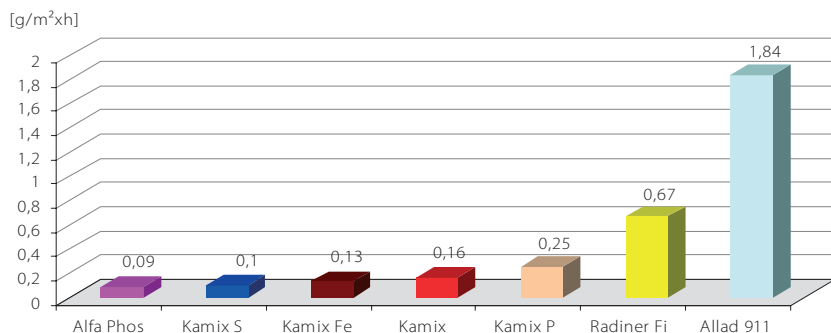
Wykres 2. Porównanie korozyjności preparatów dla stali R35

kulacji w trakcie czyszczenia można skrócić nawet o połowę, a tym samym obniżyć koszt robocizny. Na wykresie 3 przedstawiono prędkość korozji określoną dla luty miedzianego. Ostatni wykres przedstawia prędkość korozji określoną dla żeliwa, z którego wykonana jest większość grzejników eksploatowanych w starszych instalacjach.

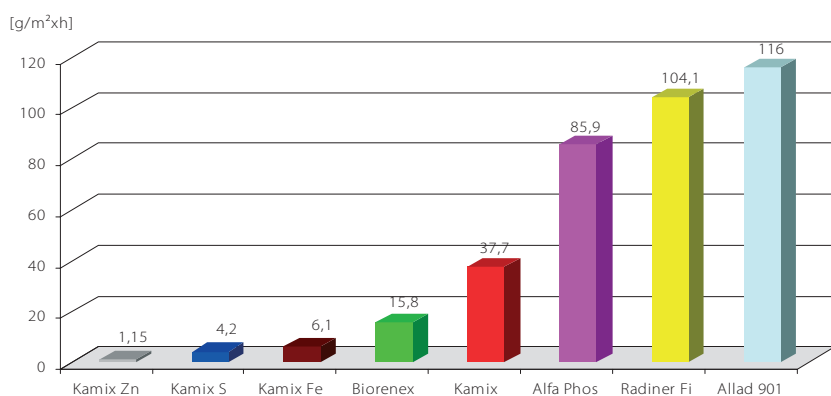
Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że w przypadku czyszczenia grzejników żeliwnych, właściwe jest użycie preparatu Kamix-S,-Fe lub -Zn.¹⁰, ponieważ w instalacji c.o. kontakt z roztworem będą miały także elementy wykonane z innych stopów i metali – głównie stali nierdzewnej (wymienniki ciepła), stali kotłowej, aluminium i mosiądzu.

Tabela 2 Zestawienie kosztów roztworzenia 1 kg osadu dla różnych preparatów

Preparat	Cena netto jednostkowa	Cena za 1 kg ⁸	Koszt roztworzenia 1 kg osadu
Kamix	1 kg = 13,80 zł	13,80 zł	22,63 zł
Radiner Fi	1 l = 11,60 zł	8,11 zł	27,01 zł
Biorenex	1 l = 8,50 zł	7,33 zł	44,41 zł
Ekocytran-2	1 l = 8,00 zł	6,40 zł	49,92 zł
Allad 901	1 l = 14,00 zł	10,45 zł	70,02 zł
Alfa Phos	20 l = 208,03 €	26,84 zł	72,47 zł
DS-50	5 l = 338,13 zł	52,84 zł	229,33 zł



Wykres 3. Porównanie korozyjności preparatów dla luty i miedzi



Wykres 4. Porównanie korozyjności preparatów dla żeliwa

Tabela 3 Wyniki korozyjności dla preparatu Kamix

Rodzaj metalu/stopu	Prędkość korozji [g / m² x h]
Stal nierdzewna 316 L	0,004
1H18N9T	0,0031
K18	0,21
St41K	0,26
Miedź	0,46
Nikiel	0,72
Mosiądz	0,26
Aluminium	0,56

Stan skupienia a efektywność czyszczenia

Stały stan skupienia preparatów Kamix, w stosunku do porównywanych, nie jest bez znaczenia. Okazuje się bowiem, że przy podgrzaniu roztworu do temperatury 50-60°C, większość preparatów w stanie płynnym szybko odparowuje, wydzielając przy tym przykry zapach, który przedostaje się do części mieszkalnej budynku. Płynny preparat nie zawiera, tak jak w wypadku preparatów w proszku, obok inhibitorów korozji, aktywnego kwasu w stężeniu 90%, ale znacznie mniejszą ich zawartość (spowodowaną przez rozcieńczenie kwasów w wodzie), co skutkuje mniejszą zdolnością roztwa-

rzania osadów. Z kolei dla kwasu cytrynowego, będącego składnikiem wielu przebadanych preparatów, problemem jest niekorzystne zjawisko wytrącania się cytrynianów.¹¹

Zastosowanie agregatu czyszczącego

Dysponując preparatem i znając wpływ jego zastosowania, zarówno na samą instalację, jak też na przebieg procesu czyszczenia oraz koszt wykonania usługi, można przystąpić do przedstawienia agregatu czyszczącego. Do czyszczeń instalacji dużych budynków wielokondygnacyjnych polecany jest agregat UCz 12-15 (zdjęcie 7) z pompą o mocy 1,6 kW i przepływie 10 m³/h, zasilany prądem jednofazowym o napięciu 230V. Takiego agregatu użyto w maju 2009 do czyszczenia 12-piętrowego budynku w Warszawie przy ul. Ateńskiej 2. Czas czyszczenia instalacji o zładzie 6 m³ wyniósł 12 godzin, a koszt zużytego preparatu Kamix nie przekroczył 4 tys. zł. Podczas czyszczenia przed agregatem, na powrocie z instalacji, podłączany jest specjalny odmulacz z filtrem (zdjęcie 8), który skutecznie odseparowuje szlam zawierający tlenki żelaza i produkty korozji stali czarnej. Układ płukania w przeciwnym kierunku ułatwia oczyszczanie odmulacza, bez potrzeby jego demontażu, a zastosowana średnica DN 50 armatury nie zmniejsza przepływu pompy. Dzięki temu do instalacji c.o. tłoczony jest klarowny roztwór, co sprawia, że instalacja podczas czyszczenia jest nieustannie odmulana.

Koszt chemicznego czyszczenia instalacji

Ostatni aspekt stanowi zużycie preparatu i koszt czyszczenia. W wyniku przeprowadzonych czyszczeń potwierdzo-



7. Agregat UCz 12-15



no, że optymalne stężenie roztworu czyszczącego Kamix powinno wynosić 7%. W tej sytuacji dla budynku o zładzie 3 m³ zapotrzebowanie wyniesie ok. 200 kg, a koszt preparatu, uwzględniający upust branżowy w wysokości 15%, 200 x 11,73 zł/kg = 2346 zł.

W świadomości inwestorów koszt wykonania usługi chemicznego czyszczenia instalacji c.o. jest bardzo wysoki. Aby rozwiązać wszelkie mity, poniżej przedstawiono koszt renowacji instalacji c.o. (obejmujący jej chemiczne czyszczenie), wykonanej w ramach termomodernizacji, typowego pięcikonkondygnacyjnego, trzyklatkowego budynku mieszkalnego zbudowanego w 1994 r., o powierzchni użytkowej 2040 m², mającego 30 lokali. Kubatura budynku wynosiła 5100 m³, pojemność zładu 3 m³, a ilość żeberek w 171 żeliwnych grzejnikach ok. 1700 sztuk.

Koszt netto inwestycji w zakresie robót instalacyjnych, zawierający robociznę i materiały, wynosił 206 950 zł i obejmował cztery zasadnicze przedsięwzięcia:

- ▶ wykonanie dokumentacji projektowej na budowę kotłowni, regulację oraz docieplenie elewacji 9350 zł;
- ▶ chemiczne czyszczenie instalacji c.o. 8800 zł;
- ▶ budowę kotłowni z możliwością wspomagania solarami lub pompą ciepła 121500 zł;
- ▶ montaż zaworów: podpionowych regulacyjnych, termostatycznych przy grzejnikach oraz rozdzielaczowych 67300 zł.

Udział kosztu chemicznego czyszczenia instalacji w koszcie inwestycji wynosił 4,25%, a w przeliczeniu na 1 m³ kubatury budynku koszt czyszczenia wyniósł: 8800/5100 = 1,73 zł/m³. Dzięki wykonaniu renowacji metodą chemicznego czyszczenia, koszt inwestycji można było zmniejszyć o 85550 zł, ponieważ o taką kwotę wyższa była wymiana całej instalacji.

W tej części artykułu, przedstawiono tylko zasadnicze zagadnienia, reprezentatywne dla poszczególnych aspektów chemicznego czyszczenia instalacji c.o. W części drugiej zostanie szczegółowo zaprezentowany aspekt techniczny, a więc sposób wykonania czyszczenia, będący relacją z usług wykonanych przez warszawskie firmy F.B.I. TASBUD, TRANS-NET i BILSAN w latach 2007-2010 technologią Kamix. ■

(fot. Kamix)

Przypisy

¹ Sprawozdanie Centralnego Laboratorium Dozoru Technicznego w Poznaniu nr 696/2003 – LPC, Sprawozdanie NMT/1986/2002 Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Techniki Instalacyjnej INSTAL, Sprawozdanie 69/704/95 Zakładów Pomiarowo-Badawczych Energetyki ENERGOPOMIAR w Gliwicach.

² 26.10.2010 r. przeprowadzono czyszczenie kontrolne trzech wymienników ciepła, prezentując skuteczność trzech preparatów Kamix.

³ Wymiennik aluminiowy kotła CGB 500 C.

⁴ Wykonane chemiczne czyszczenia kotłów wodnych wysokotemperaturowych, poprzedzone rewizjami wewnętrznymi, pobraniem próbek osadu i wykonaniem badań laboratoryjnych (symulacyjnych roztwarzania osadu oraz analizy jego składu chemicznego), zwieńczone opracowaniem technologii, są dla autora okazją do zdobywania wielu cennych doświadczeń.

⁵ Usługę, na zlecenie Wspólnoty Mieszkaniowej Rostworowskiego 2-14, wg naszej technologii, wykonała firma TRANS-NET Daniel Januszkiewicz.

⁶ Badania wykonała Główny Technolog mgr inż. Ewa Bowszyc-Gawęda, używając sprzętu z aktualnymi świadectwami wzorcowania, w tym fotometru SLANDI typ LF 205, pehametru CP-401 i wagi analitycznej ZMP WA-33. Aby zachować rzetelność, wszystkie preparaty zakupiono bezpośrednio u producentów. Badania prowadzono z zachowaniem zaleceń stosowania podanych na opakowaniu, a wszystkie próby realizowano w temperaturze roztworów 50°C. Szczegółowy opis metody dostępny na naszej stronie internetowej.

Badania porównawcze prowadzone są corocznie, w celu właściwego pozycjonowania produkowanych preparatów w aktualnej ofercie rynku.

W cz. II artykułu, która zostanie opublikowana w następnym numerze PI, zostanie przedstawiony sposób czyszczenia instalacji.

⁷ Potwierdzają to wyniki czyszczenia ponad 25 tys. wymienników ciepła technologią Kamix, m. in. w DALKIA ŁÓDŹ S.A., Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej w Dąbrowie Górniczej S.A. i ECO S.A. w latach 2007-2010, gdzie realne zużycie preparatu było o 30-40% niższe, niżeli stechiometryczne, określone podczas prób laboratoryjnych.

⁸ Ze względu na większą gęstość kwasów, cena kg preparatów jest niższa od ceny litra. Przeliczenia na kg dokonano w wyniku oznaczenia: AlfaPhos 1,55 kg/l; Allad 901 1,34 kg/l; Radiner Fi 1,43 kg/l; DS-50 1,28 kg/l; Biorenex 1,19 kg/l; Ekocytran-2 1,25 kg/l.

⁹ Katalog norm PN-78/H-04610, Korozja metali – Metody oceny badań korozyjnych.

¹⁰ Kamix Zn można stosować do czyszczenia urządzeń ze stali ocynkowanej. Ubytek cynku jest < 3%.

¹¹ Proces ten polega na wytrącaniu się związków z kąpieli czyszczącej, które trudno jest usunąć poprzez płukanie – patrz: Opracowanie metody czyszczenia powierzchni ogrzewalnej kotłów wodnych i parowych s. 45, COBPBP „BISTYP”, Warszawa 1984.