1. Właściwości i wymagania dla ciepłej wody

1.1. Wstęp

Przez ciepłą wodę rozumie się wodę z instalacji wodociągowej spełniającą wymagania stawiane wodzie do picia, podgrzaną maksymalnie do 90°C [11], przygotowaną w urządzeniach służących do tego celu. Jest ona szeroko stosowana w gospodarstwach domowych, restauracjach, hotelach, szpitalach, pralniach i zakładach przemysłowych. W gospodarstwach domowych ciepła woda używana jest do przygotowania posiłków, prania, utrzymania czystości oraz kąpieli. Do tych samych celów pobierana jest w restauracjach, hotelach, szpitalach i pralniach. Największe zużycie występuje w zakładach przemysłowych, szczególnie branży spożywczej i farmaceutycznej.

Instalacji i układom przygotowania ciepłej wody w budynkach mieszkalnych, szpitalach i hotelach stawiane są następujące wymagania:

— pobór ciepłej wody w wymaganej objętości oraz o określonej temperaturze, powinien być możliwy w każdej chwili,

— powinna istnieć możliwość regulacji temperatury ciepłej wody wypływającej z punktu czerpalnego,

— ciepła woda powinna spełniać normy sanitarno-epidemiologiczne,

— instalacje ciepłej wody powinny być niezawodne w działaniu,

— obsługa instalacji ciepłej wody powinna być łatwa,

— koszty inwestycyjne i eksploatacyjne instalacji ciepłej wody powinny być możliwie niskie.

Zadaniem projektanta instalacji ciepłej wody jest zaprojektowanie instalacji spełniającej sformułowane powyżej wymagania techniczne i sanitarne. Na cele centralnego ogrzewania i ciepłej wody najczęściej stosowane jest wspólne źródło ciepła, co warunkuje rozwiązania techniczne układu przygotowania ciepłej wody. Wybór rozwiązania źródła ciepła oraz instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody zależy od szeregu czynników takich jak:

— wymagania i rozwiązanie architektoniczno-konstrukcyjne budynku,

— lokalne warunki zaopatrzenia w ciepło,

— wymagania użytkownika lub technologii produkcji,

— sposób użytkowania budynku,

— wymagania ekologiczne,

— możliwości finansowe inwestora.

Zaprojektowane i wykonane układy przygotowania i rozprowadzenia ciepłej wody powinny charakteryzować się niską energochłonnością przy eksploatacji i być przygotowane do dezynfekcji termicznej. Instalacje eksploatowane przez wielu użytkowników powinny umożliwić indywidualne rozliczenie zużycia ciepła do podgrzania wody.

Roczne zużycie ciepła do przygotowania ciepłej wody nie jest duże. W budynkach mieszkalnych wielorodzinnych, zbudowanych przed rokiem 1990, przy prawidłowej eksploatacji wy-

nosi 10—20% zużycia ciepła na cele c.o. Chwilowe zapotrzebowanie na ciepło do przygotowania ciepłej wody dla obiektów mieszkalnych, wynikające ze specyfiki jej poboru, może być kilkakrotnie większe niż zapotrzebowanie na ciepło na cele ogrzewania. Sposób bilansowania zapotrzebowania ciepła przy doborze źródła ciepła zależy od zastosowanego rozwiązania układu przygotowania ciepłej wody i jego współpracy z instalacją centralnego ogrzewania. Bilansowanie ciepła na przygotowanie ciepłej wody jest istotne przy doborze źródeł ciepła, zwłaszcza że udział zapotrzebowania ciepła na cele przygotowania ciepłej wody rośnie wraz ze zwiększającymi się wymaganiami dotyczącymi izolacyjności cieplnej przegród budowlanych.

Książka ta dotyczy rozwiązywania układów zaopatrzenia w ciepłą wodę i jej instalacji ze szczególnym uwzględnieniem budownictwa mieszkaniowego. W książce szczególną uwagę zwrócono na stosowane obecnie rozwiązania instalacji ciepłej wody umożliwiające rozliczanie zużycia ciepła i dezynfekcję termiczną instalacji oraz na bezzasobnikowe układy przygotowania ciepłej wody pracujące w układach z priorytetem jej przygotowania.

1.2. Wpływ temperatury ciepłej wody na korozję oraz wytrącanie się osadów i kamienia

1.2.1. Korozja

Korozja jest to niszczenie materiału, zapoczątkowane na powierzchni metalu, rozpoczęte i podtrzymywane przez reakcje chemiczne lub elektrochemiczne. Na zwiększenie szybkości korozji często wpływają mechaniczne uszkodzenia powierzchni. Korozja powoduje wysokie straty techniczne i ekonomiczne. Środki ochrony przeciwkorozyjnej muszą być dostosowane do warunków eksploatacyjnych i bardzo często znacznie różnią się między sobą. W instalacjach ciepłej wody wykonanej z przewodów metalowych (stalowych ocynkowanych, miedzianych) występuje tzw. korozja wodna.

Zagadnienia korozji instalacji wodnych w wyższej temperaturze były już szczegółowo omawiane przez wielu autorów, zarówno w czasopismach naukowych, jak i w podręcznikach [2, 5, 12]. W urządzeniach technicznych pracujących w wysokiej temperaturze stosuje się wodę odpowiednio uzdatnioną, z której usunięto agresywny tlen za pomocą odgazowania i środków chemicznych. Uzdatnianie wody, a przede wszystkim usuwanie agresywnych soli, jest przeprowadzane za pomocą sprawdzonych urządzeń, np. metodą całkowitego odsalania. Jeżeli w tych urządzeniach występuje korozja, to jest ona niewielka, a wynika ze stosowania odpowiednio uzdatnionej wody.

Inaczej przedstawia się zagadnienie korozji w instalacjach i urządzeniach służących do zaopatrywania w ciepłą wodę o temperaturze od 15° do 90° C. Na jakość wody służącej do zasilania urządzeń i instalacji ciepłej wody można oddziaływać w małym stopniu za pomocą środków chemicznych lub elektrochemicznych, ponieważ przepisy dotyczące wody wodociągowej (przeznaczonej do spożycia przez ludzi) bardzo dokładnie ustalają jej skład i właściwości. W myśl tych przepisów jakość i skład wody mogą być zmieniane tylko nieznacznie.

Bardzo trudno w układach przygotowania i rozprowadzania ciepłej wody przeciwdziałać korozji, ponieważ zachodzi tam jednocześnie dużo różnych reakcji wzajemnie oddziałują-

cych na siebie, a ponadto odkładające się produkty korozji nie wykazują tendencji przechodzenia do roztworu. Określenie dla tych warunków intensywności korozji jest bardzo trudne.

Podwyższają się ciągle wymagania użytkowników dotyczące komfortu i wygody korzystania z ciepłej wody. Ze względu na wymogi sanitarne (rozwój bakterii *Legionella)* temperatura ciepłej wody powinna wynosić od 55°C do 60°C. Natomiast ze względu na trwałość rurociągów i ich ochronę przed korozją temperatura ciepłej wody powinna zawierać się w przedziale od 45° do 50°C. Taka temperatura całkowicie wystarcza dla natrysków i przygotowania kąpieli. Również, przy stosowaniu nowoczesnych środków piorących, do prania nie jest potrzebna woda o wyższej temperaturze. Przy eksploatacji licznych instalacji ciepłej wody stwierdza się, że korozja wzrasta wraz z temperaturą wody. Przepisy [13] wymagają, aby temperatura ciepłej wody w punkcie jej poboru wynosiła 55° C. Dla tych samych metali i takich samych warunków zaobserwowano, że w zakresie temperatury od 45° do 50°C korozja zachodzi powoli, intensywność jej znacznie się zwiększa w zakresie temperatury od 60° do 65°C. Przy dalszym podwyższaniu temperatury do 70°C i wyżej występują dodatkowe skomplikowane procesy korozyjne, które mogą doprowadzić do szybkiego skorodowania przewodów na wskroś. Dotyczy to przede wszystkim ocynkowanych zbiorników i rurociągów. Podczas gdy dla żelaza i miedzi podwyższenie temperatury do 70°C i więcej prowadzi do zwiększenia intensywności korozji, której rozmiary można przewidzieć, to dla rur i zbiorników stalowych ocynkowanych sprawy przedstawiają się inaczej i mniej jednoznacznie. Zachowanie się ocynkowanego żelaza zależy przy tych wartościach temperatury od rodzaju wody. W literaturze wiele pisze się o zmianie potencjału cynku w temperaturze od 60°C do 70°C i to zjawisko jest traktowane jako główna przyczyna zwiększonej korozji. Zmiana potencjału cynku może się jednak odbywać tylko w obecności żelaza, a więc dopiero po uszkodzeniu powłoki cynkowej. Należy dodać, że cynk w wyższej temperaturze wody, a zwłaszcza w zakresie 60° do 70° C koroduje znacznie szybciej niż w niższej temperaturze. Wynika to z faktu, że powstające w niższej temperaturze osady tlenków są zwarte i zabezpieczają cynk przed dalszą korozją, natomiast w wyższej temperaturze mają one strukturę luźną i są wymywane przez wodę. Na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych ubiegłego wieku w Polsce można było zaobserwować dużą liczbę spowodowanych korozją uszkodzeń instalacji ciepłej wody wykonywanych z rur stalowych ocynkowanych. Prawdopodobną tego przyczyną była wysoka temperatura ciepłej wody powodująca z jednej strony tworzenie wymywalnych osadów z cynku pełniącego rolę anody, zaś z drugiej strony przy zbyt wysokiej temperaturze zmianę biegunowości cynku względem żelaza i wżerową korozję stali.

W wyższej temperaturze korozja żelaza, cynku i miedzi w agresywnych wodach ulega znacznemu zwiększeniu. Najbardziej wytrzymałym materiałem w tym środowisku i w tej temperaturze jest niewątpliwie miedź.

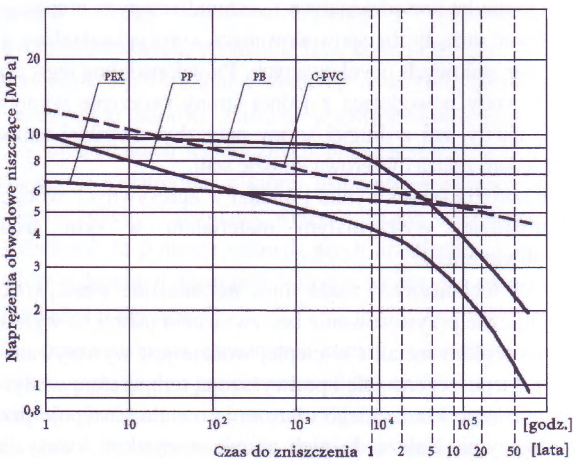
Natomiast woda dla celów technicznych może mieć ograniczone właściwości korozyjne przez odpowiednie jej chemiczne przystosowanie bez zwracania uwagi na wymogi sanitarne. Korozja dotyczy przede wszystkim metali i w ciepłej wodzie jest wywoływana przede wszystkim przez obecność tlenu, rozpuszczone sole i podwyższoną temperaturę wody.

Właściwy początek stopniowego korozyjnego niszczenia metalu następuje przez jego zetknięcie z czynnikami korodującymi. Należą do nich przede wszystkim kwasy, ich roztwory wodne i roztwory soli (elektrolity) [5, 12]. Zalicza się do nich również wodę do picia zawierającą rozpuszczone sole, mającą pewną przewodność elektryczną. Przyczynę procesów korozyjnych zachodzących w wodzie wyjaśniono poniżej.

Powierzchnia metalowych wyrobów instalacyjnych, ze względu na ich obróbkę mechaniczną i strukturę (ziarnisto-krystaliczną) nie jest jednorodna, a ponadto zanieczyszczenia, różne warunki temperaturowe i uszkodzenia powodują różnice we właściwościach elektrochemicznych. W wyniku tego przy zetknięciu z elektrolitem między różnymi obszarami powierzchni powstają różne potencjały elektryczne, które powodują przepływ prądu. W określonych miejscach dodatnio naładowane jony metalu wchodzą do elektrolitu, podczas gdy w innych miejscach związane zostają ujemnie naładowane nośniki ładunków. Proces ten, wyjaśniony już w 1830 r. przez de la Rivego, został przez niego nazwany powstawaniem „ogniw lokalnych". Jeżeli powierzchnia dwóch różniących się elektrochemicznie obszarów metalu styka się z elektrolitem, to powstają przy tym dwa zasadniczo różniące się od siebie obszary reakcji anodowy i katodowy. W obszarze anodowym prąd wypływa z metalu i powraca do niego w obszarze katodowym. Obwód prądowy jest zamknięty przez przewodzący metal. W ten sposób powstaje mikroogniwo galwaniczne, do którego odnoszą się również prawa sztucznie tworzonych ogniw galwanicznych.

Ogniwo lokalne, nazywane dalej ogniwem korozyjnym, składa się z anody i katody. Na anodzie metalu ubywa na skutek przechodzenia do roztworu dodatnich jonów, które pozostawiają wolne elektrony, więc anodowa powierzchnia metalu wzbogaca się w elektrony. Anoda rozpuszcza się w wodzie w zależności od mocy ogniwa, wolniej lub szybciej. Uwolnione na anodzie elektrony, przepływają przez metal do katody, do której wędrują jony dodatnie i są rozładowywane przez ujemne elektrony. Katoda przy tym nie jest niszczona (zwykle obrasta osadami ze zobojętnianych jonów).

Jeżeli chodzi o tworzywa sztuczne, to wraz ze wzrostem temperatury rośnie szybkość procesu ich starzenia, w wyniku którego następuje zmniejszenie ich wytrzymałości i pogorszenie właściwości mechanicznych. Przykładowy wpływ temperatury na wytrzymałość tworzyw pokazano na rys. 1.1.



Rys. 1.1. Wpływ temperatury na wytrzymałość tworzyw (PEX — polietylen sieciowany, PP — polipropylen, PB — polibutylen, C-PVC — chlorowany polichlorek winylu)