Zanieczyszczenia mechaniczne w sieciach ciepłowniczych – metody ich usuwania na przykładzie odmulaczy siatkowo-inercyjnych IOW



Joanna Borkowska

Dyrektor Handlowy
INFRACORR Sp. z o.o.
ul. Raduńska 20 C
83-331 Niestępowo Polska
www.infracorr.com.pl

Streszczenie
Utrzymanie odpowiedniej jakości wody sieciowej jest jednym z istotnych warunków niezawodnej pracy systemów ciepłowniczych. Oprócz właściwości fizykochemicznych czynnika grzewczego szczególne znaczenie ma obecność zanieczyszczeń mechanicznych, które mogą zakłócać przepływ, pogarszać warunki wymiany ciepła oraz przyspieszać zużycie urządzeń, zwiększając ryzyko awarii.
W artykule omówiono źródła zanieczyszczeń mechanicznych, ich wpływ na urządzenia ciepłownicze oraz metody usuwania z wody obiegowej. Na przykładzie odmulaczy siatkowo-inercyjnych IOW produkcji INFRACORR przedstawiono współdziałanie separacji inercyjnej, sedymentacji grawitacyjnej, filtracji siatkowej oraz dodatkowej separacji magnetycznej w wykonaniu IOW/M.

Wprowadzenie

Współczesne systemy ciepłownicze podlegają ciągłej modernizacji, której celem jest poprawa efektywności energetycznej, ograniczenie strat ciepła oraz zwiększenie niezawodności dostaw energii. Wprowadzane są nowe rozwiązania w zakresie źródeł ciepła, pompowni, wymiennikowni oraz układów automatycznej regulacji pracy. Niezależnie jednak od stopnia zaawansowania technicznego tych urządzeń, ich prawidłowa praca pozostaje w znacznym stopniu uzależniona od jakości przepływającego przez nie czynnika grzewczego.

Woda sieciowa pełni funkcję nośnika energii cieplnej, ale jednocześnie stanowi środowisko, w którym zachodzą procesy fizykochemiczne wpływające na stan techniczny instalacji. Obecność rozpuszczonych gazów, soli mineralnych i produktów korozji może prowadzić do stopniowego pogarszania warunków eksploatacji.

Szczególną grupę stanowią zanieczyszczenia mechaniczne przemieszczające się wraz ze strumieniem wody. Ich obecność nie zawsze znajduje odzwierciedlenie w podstawowych parametrach fizykochemicznych czynnika, natomiast może bezpośrednio oddziaływać na pracę wymienników ciepła, pomp, zaworów regulacyjnych i innych elementów systemu ciepłowniczego.

Dlatego utrzymanie jakości wody ciepłowniczej nie powinno ograniczać się wyłącznie do jej przygotowania przed napełnieniem instalacji. Równie ważne jest systematyczne usuwanie zanieczyszczeń powstających i przemieszczających się podczas eksploatacji.

Źródła zanieczyszczeń mechanicznych w wodzie sieciowej

Zanieczyszczenia mechaniczne występują zarówno w nowych, jak i eksploatowanych sieciach ciepłowniczych. W nowych rurociągach są to przede wszystkim pozostałości procesów produkcyjnych i montażowych, takie jak drobiny metali, zgorzelina spawalnicza czy piasek.

W eksploatowanych sieciach istotnym źródłem zanieczyszczeń są produkty korozji stalowych elementów, w tym magnetyt (Fe_3O_4), powstający w wyniku procesów korozyjnych zachodzących w kontakcie stali z wodą. Magnetyt może tworzyć na powierzchni stali warstwę ograniczającą korozję, jednak jego oderwane cząstki, unoszone przez wodę, stanowią zanieczyszczenie mechaniczne.

Zmiany natężenia przepływu, uruchamianie pomp po postoju oraz remonty sieci mogą dodatkowo powodować ponowne unoszenie nagromadzonych wcześniej zanieczyszczeń.

Wpływ zanieczyszczeń na pracę urządzeń ciepłowniczych

Zanieczyszczenia mechaniczne obecne w wodzie sieciowej mogą pogarszać warunki pracy urządzeń ciepłowniczych i przyspieszać ich zużycie.

W wymiennikach ciepła, szczególnie płytowych, gromadzące się cząstki mogą ograniczać przepływ w wąskich kanałach, zwiększać opory hydrauliczne i obniżać efektywność wymiany ciepła.

W pompach obiegowych zanieczyszczenia przyspieszają zużycie elementów roboczych i uszczelnień, natomiast w armaturze regulacyjnej i odcinającej mogą zakłócać prawidłową regulację oraz utrudniać szczelne zamykanie zaworów.

Skutkiem tych zjawisk są częstsze interwencje serwisowe, pogorszenie parametrów pracy urządzeń i wzrost kosztów eksploatacji. Stopień oddziaływania zanieczyszczeń zależy nie tylko od ich ilości, lecz także od wielkości, twardości, kształtu, gęstości oraz właściwości magnetycznych cząstek.

Uzdatnianie wody a usuwanie zanieczyszczeń mechanicznych

W ciepłownictwie stosuje się różne metody uzdatniania wody. Zmiękczanie ogranicza jej twardość, demineralizacja służy usuwaniu rozpuszczonych składników mineralnych, a odgazowanie zmniejsza zawartość gazów, w szczególności tlenu sprzyjającego korozji. Korekcja chemiczna pozwala natomiast utrzymywać odpowiednie parametry wody, w tym odczyn pH.

Procesy te mają istotne znaczenie dla trwałości sieci ciepłowniczych i mogą ograniczać powstawanie niektórych zanieczyszczeń. Ich uzupełnieniem jest mechaniczne oczyszczanie wody obiegowej, wykorzystujące różne metody usuwania zanieczyszczeń, takie jak separacja inercyjna, sedymentacja grawitacyjna, filtracja siatkowa oraz separacja magnetyczna. Połączenie tych mechanizmów w jednym urządzeniu umożliwia usuwanie zanieczyszczeń o zróżnicowanych właściwościach fizycznych.

Odmulacze siatkowo-inercyjne IOW – budowa i zasada działania

Przykładem urządzeń wykorzystujących współdziałanie różnych mechanizmów oddzielania zanieczyszczeń są odmulacze siatkowo-inercyjne IOW produkowane przez firmę INFRACORR.

Konstrukcja urządzeń wywodzi się z rozwiązań opracowanych w Instytucie Ogrzewnictwa i Wentylacji Politechniki Warszawskiej. Odmulacze IOW występują w dwóch podstawowych wykonaniach: IOW/S, wykorzystującym separację inercyjną, sedymentację grawitacyjną i filtrację siatkową, oraz IOW/M, w którym dodatkowo zastosowano stos magnetyczny.

Podstawowym elementem konstrukcyjnym odmulacza jest pionowy, cylindryczny zbiornik wyposażony w przegrodę spiralną, wymienny wkład siatkowy oraz dolną przestrzeń przeznaczoną do gromadzenia oddzielonych zanieczyszczeń. W wykonaniu IOW/M wewnątrz wkładu siatkowego umieszczony jest dodatkowo stos magnetyczny, zbudowany z magnesów stałych. W górnej części zbiornika zastosowano zamknięcie hydroforowe oraz króciec odpowietrzający, wykorzystywany między innymi podczas napełniania urządzenia. Budowę magnetoodmulacza w wykonaniu IOW/M wraz z oznaczeniem głównych elementów konstrukcyjnych przedstawiono na Rysunku 1.

Separacja inercyjna

Woda wpływająca do odmulacza kierowana jest do przestrzeni pomiędzy ścianą zbiornika a przegrodą spiralną.

Odpowiednio ukształtowana droga przepływu nadaje strumieniowi ruch wirowy. W wyniku działania sił bezwładności większe i cięższe cząstki zanieczyszczeń wykazują tendencję do przemieszczania się ku zewnętrznym obszarom przepływu (Rysunek 2).

Część cząstek oddzielonych od głównego strumienia trafia do dolnej części zbiornika, gdzie zachodzi **sedymentacja**, czyli opadanie cząstek wytrąconych ze strumienia i ich gromadzenie przed okresowym usunięciem przez króciec spustowy bez konieczności każdorazowego demontażu całego urządzenia (Rysunek 3).

Wstępne oddzielenie większych frakcji ogranicza ilość zanieczyszczeń docierających bezpośrednio do powierzchni wkładu siatkowego.

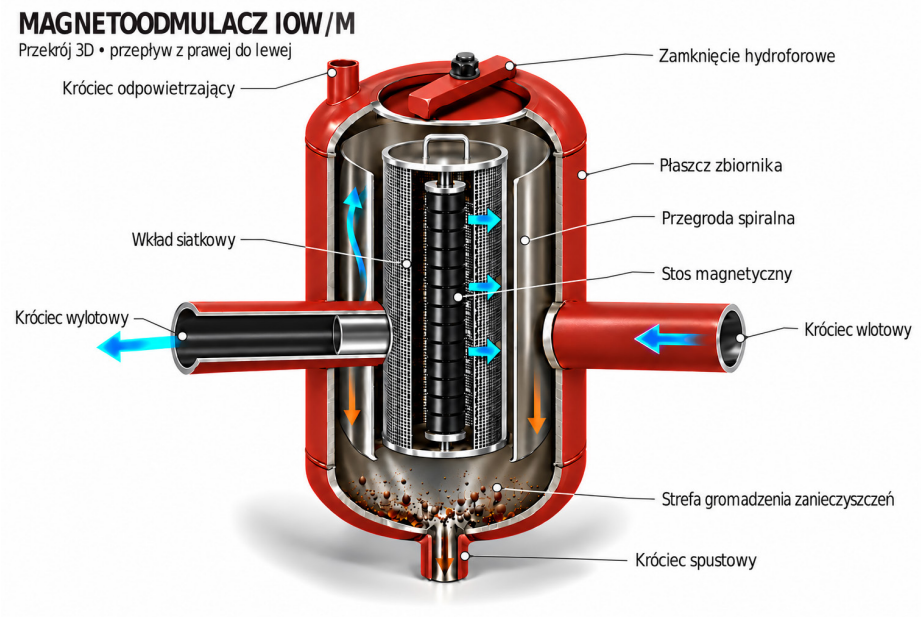
Filtracja siatkowa

Kolejnym elementem oczyszczania jest wymienny wkład siatkowy wykonany ze stali odpornej na korozję.

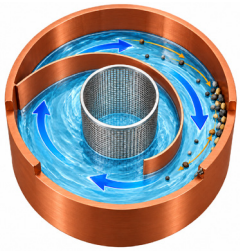
Woda przepływa przez siatkę z zewnątrz do wnętrza wkładu, a następnie kierowana jest do króćca wylotowego (Rysunek 4).

Wkład siatkowy stanowi barierę mechaniczną zatrzymującą zanieczyszczenia o wymiarach od 100 µm.

Istotną zaletą takiego rozwiązania jest to, że również w przypadku ponownego uniesienia części zanieczyszczeń zgromadzonych w dolnej przestrzeni zbiornika woda kierowana do króćca wylotowego musi przepłynąć przez wkład siatkowy. Filtracja stanowi zatem dodatkowy etap oczyszczania, uzupełniający separację inercyjną i sedymentację grawitacyjną.



Rysunek 1. Magnetoodmulacz siatkowo-inercyjny IOW/M – budowa i główne elementy konstrukcyjne. *Źródło: INFRACORR Sp. z o.o. (2026)*



Rysunek 2. Separacja inercyjna – schemat ruchu wirowego wody wymuszanego przez przegrodę spiralną i przemieszczania cząstek ku ścianie zbiornika. *Źródło: INFRACORR Sp. z o.o. (2026)*



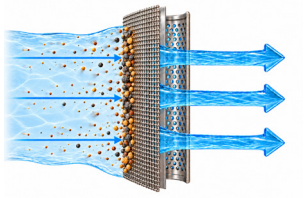
Rysunek 3. Sedymentacja grawitacyjna – schemat gromadzenia oddzielonych zanieczyszczeń w dolnej przestrzeni zbiornika, skąd są okresowo usuwane przez króciec spustowy. *Źródło: INFRACORR Sp. z o.o. (2026)*

Separacja magnetyczna

Stos magnetyczny, zbudowany z magnesów stałych, wychwytuje cząstki podatne na oddziaływanie pola magnetycznego, w szczególności magnetyt oraz inne magnetyczne produkty korozji (Rysunek 5).

Rozwiązanie to ma znaczenie w systemach, w których znaczna część zanieczyszczeń pochodzi z procesów korozyjnych zachodzących na powierzchniach elementów stalowych.

Separacja magnetyczna uzupełnia filtrację mechaniczną, umożliwiając zatrzymywanie również części drobnych cząstek, których rozmiary mogą być mniejsze od oczek siatki.



Rysunek 4. Filtracja siatkowa – schemat zatrzymywania zanieczyszczeń na zewnętrznej powierzchni siatki podczas przepływu wody do wnętrza wkładu. *Źródło: INFRACORR Sp. z o.o. (2026)*



Rysunek 5. Separacja magnetyczna – schemat wychwytywania i zatrzymywania na stosie magnetycznym cząstek zanieczyszczeń podatnych na oddziaływanie pola magnetycznego. *Źródło: INFRACORR Sp. z o.o. (2026)*

Znaczenie konstrukcji IOW dla eksploatacji systemów ciepłowniczych

Znaczenie konstrukcji odmulaczy sieciowych IOW wynika nie tylko z zastosowania współdziałających mechanizmów oddzielania zanieczyszczeń, lecz również z rozwiązań wpływających na warunki ich eksploatacji. Wstępne oddzielanie części zanieczyszczeń przed skierowaniem strumienia wody na wkład siatkowy może ograniczać tempo jego zanieczyszczania, a tym samym zmniejszać częstotliwość niezbędnych czynności konserwacyjnych.

Na szczególną uwagę zasługuje górne zamknięcie hydroforowe, wyposażone w pałąk i jedną śrubę mocującą. W porównaniu z tradycyjnymi zamknięciami wielośrubowymi znacząco upraszcza ono dostęp do wnętrza odmulacza, ułatwiając kontrolę i czyszczenie wkładu siatkowego oraz stosu magnetycznego w wykonaniu IOW/M. Rozwiązanie to ogranicza pracochłonność czynności obsługowych, co ma szczególne znaczenie w instalacjach wymagających regularnej kontroli stanu urządzeń. Wszelkie czynności serwisowe należy wykonywać po odcięciu urządzenia od instalacji, obniżeniu ciśnienia i schłodzeniu, zgodnie z dokumentacją techniczno-ruchową.

Skuteczność oczyszczania oraz warunki pracy odmulacza zależą nie tylko od jego konstrukcji, lecz także od właściwego doboru do parametrów instalacji. Należy uwzględnić przede wszystkim natężenie przepływu, charakterystykę hydrauliczną urządzenia oraz przewidywany rodzaj i ilość zanieczyszczeń. Nadmierna prędkość przepływu może pogarszać warunki separacji inercyjnej, natomiast niewłaściwy dobór wkładu siatkowego może prowadzić do zwiększonych strat ciśnienia. Z tego względu dobór odmulacza powinien opierać się na charakterystykach technicznych i zaleceniach producenta.

Odmulacze sieciowe IOW oferowane są w zakresie średnic nominalnych DN 32–DN 150, przy maksymalnej temperaturze roboczej 150°C oraz maksymalnym ciśnieniu roboczym 16 bar (INFRACORR Sp. z o.o., 2026).

Zastosowanie odmulaczy w węzłach cieplnych i sieciach ciepłowniczych

Jednym z typowych miejsc montażu odmulaczy IOW jest przewód zasilający węzeł cieplny wodą sieciową. Zainstalowanie urządzenia przed wymiennikami ciepła i armaturą regulacyjną ogranicza ilość docierających do nich zanieczyszczeń.

Odmulacze stosowane są również na przewodach powrotnych instalacji centralnego ogrzewania oraz w obiegach technologicznych.

Szczególne znaczenie mają podczas modernizacji istniejących instalacji, gdy nowe wymienniki, pompy i zawory współpracują z wieloletnimi rurociągami, w których mogły nagromadzić się produkty korozji i inne zanieczyszczenia.

Montaż i eksploatacja odmulaczy IOW

Urządzenia IOW montowane są w położeniu pionowym, zgodnie z kierunkiem przepływu wskazanym przez producenta, z zapewnieniem dostępu do elementów wymagających okresowej obsługi.

Czynności eksploatacyjne obejmują kontrolę i czyszczenie wkładu siatkowego, usuwanie zanieczyszczeń zgromadzonych w dolnej przestrzeni zbiornika oraz w wykonaniu IOW/M, czyszczenie stosu magnetycznego. Króciec odpowietrzający umożliwia usuwanie powietrza z górnej części urządzenia.

Metodą kontroli stopnia zanieczyszczenia wkładu siatkowego jest pomiar różnicy ciśnień między wlotem a wylotem odmulacza. Jego wzrost przy porównywalnym natężeniu przepływu może wskazywać na nagromadzenie zanieczyszczeń na wkładzie siatkowym. Zakres i częstotliwość czynności obsługowych powinny być dostosowane do warunków eksploatacji oraz zaleceń dokumentacji techniczno-ruchowej.

Ilość i charakter usuwanych zanieczyszczeń mogą również dostarczać informacji o stanie technicznym instalacji, w tym o zachodzących procesach korozyjnych. Odmulacz może zatem wspomagać ocenę stanu eksploatacyjnego obiegu.

Podsumowanie

Skuteczna ochrona urządzeń ciepłowniczych przed zanieczyszczeniami mechanicznymi wymaga kompleksowego podejścia do jakości wody, obejmującego zarówno jej uzdatnianie, jak i oczyszczanie podczas eksploatacji systemu.

Przedstawione na przykładzie odmulaczy siatkowo-inercyjnych IOW produkcji INFRACORR rozwiązania pokazują, że współdziałanie różnych mechanizmów separacji oraz odpowiednio zaprojektowana konstrukcja urządzenia umożliwiają skuteczne oczyszczanie wody przy jednoczesnym zachowaniu dogodnych warunków obsługi i konserwacji.

Właściwie dobrane i eksploatowane odmulacze stanowią istotny element ochrony infrastruktury ciepłowniczej, wspierając utrzymanie sprawności technicznej urządzeń oraz niezawodności pracy całego systemu.

Źródła

INFRACORR Sp. z o.o. (2026). *Odmulacze siatkowo-inercyjne IOW/S i IOW/M: Materiały techniczne i informacyjne* [Materiały firmowe, niepublikowane].