



**TECHNOLOGIA  
CHEMICZNEGO CZYSZCZENIA  
WYMIENNIKÓW CIEPŁA  
PRZY UŻYCIU PREPARATU  
BIORENEX - BIORUSTER**



## Warka 2019

### **1. Wstęp**

Deltima Sp. z o.o. opracowała i wdrożyła nowoczesną, skuteczną i jednocześnie całkowicie bezpieczną technologię chemicznego czyszczenia wymienników ciepła z produktów korozji oraz osadów wytrąconych z wody. W technologii tej wykorzystuje się nowoczesne preparaty pod nazwami handlowymi BIORENEX - BIORUSTER (odmiany preparatu: BIORENEX S - BIORUSTER B1, BIORENEX S1 - BIORUSTER B2 i BIORENEX K - BIORUSTER S).

### **2. Zakres stosowania**

Preparaty BIORENEX - BIORUSTER przeznaczone są do chemicznego czyszczenia m.in. wymienników ciepła typu JAD, płytowych, WCO oraz innych przemysłowych, wykonanych ze stali węglowej zwykłej jakości lub ze stali chromoniklowych, dla których niedopuszczalne jest czyszczenie roztworami kwasu solnego.

### **3. Ogólna charakterystyka preparatów**

BIORENEX-y - BIORUSTER-y produkowane w formie koncentratów stanowią mieszaninę organicznych i mineralnych, lecz słabo agresywnych kwasów, inhibitorów korozji oraz środków powierzchniowo czynnych podwyższających skuteczność usuwania osadów.

Kąpiele na bazie BIORENEX-u - BIORUSTER-u według przeprowadzonych badań specjalistycznych:

- są nietoksyczne (*Wojskowy Instytut Chemii i Radiometrii*);
- po zużyciu i zneutralizowaniu do pH = 6,5 mogą być upuszczane do kanalizacji (*Państwowy Zakład Higieny*);
- mogą być stosowane do czyszczenia urządzeń i instalacji c.o. w budownictwie (*Centralny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Techniki Instalacyjnej INSTAL*);
- są bardzo skuteczne i mało korozyjne w stosunku do stali węglowych i wysokostopowych (*Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Ciepłownictwa przy SPEC*).

## Własności preparatów BIORENEX - BIORUSTER

| PARAMETR                                                      | JEDNOSTKA            | BIORENEX S<br>BIORUSTER B1 | BIORENEX S1<br>BIORUSTER B2 | BIORENEX K<br>BIORUSTER S |
|---------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Gęstość                                                       | [g/cm <sup>3</sup> ] | 1.237                      | 1.232                       | 1.224                     |
| pH                                                            |                      | ok.0                       | ok. 0                       | ok. 0                     |
| Przewodnictwo właściwe                                        | [mS/cm]              | 100                        | 136                         | 171                       |
| Kwasowość                                                     | [val/l]              |                            |                             |                           |
| - całkowita                                                   |                      | 13,4                       | 13,6                        | 13,5                      |
| - do pH 8,5                                                   |                      | 9,0                        | 10,0                        | 9,6                       |
| - do pH 4,5                                                   |                      | 4,5                        | 5,0                         | 4,8                       |
| Użytkowa kwasowość kapieli 1:10                               | [val/l]              | 0,42                       | 0,45                        | 0,44                      |
| Ilość CaCO <sub>3</sub> rozpuszczanego przez 1 l koncentratu  | [g]                  | 230                        | 250                         | 240                       |
| Ilość CaCO <sub>3</sub> rozpuszczanego przez 1 l kapieli 1:10 | [g]                  | 21                         | 22,5                        | 22                        |
| Ilość NaOH do neutralizacji 1 l koncentratu do pH = 6,5       | [g]                  | 240                        | 240                         | 240                       |

Przed czyszczeniem koncentrat rozcieńcza się wodą w proporcji 1: 5 ÷ 1 : 20 (zwykle 1 : 10), w zależności od grubości, struktury i składu chemicznego osadu.

### 4. Charakterystyka osadów z wymienników ciepła

W wymiennikach ciepła woda sieciowa (grzewcza) z reguły przepływa przez rurki, a woda ogrzewana – przez przestrzeń międzyrurkową. W wodach korozyjnych, nie mających skłonności do tworzenia osadów węglanowych, w wymiennikach ciepła ze stali wysokostopowych gromadzą się osady (głównie produkty korozji żelaza) naniesione z sieci wodociągowej (wymenniki c.w.u.) lub z instalacji centralnego ogrzewania (wymenniki c.o.). Osady produktów korozji tworzą się również w wymiennikach ze stali węglowej (WCO) jako skutek ich korozji. Natomiast w wodach o znacznej twardości węglanowej mogą tworzyć się również osady węglanu wapniowego we wszystkich wymiennikach, niezależnie od ich obciążenia powierzchni wymiany ciepła i dlatego jest znacznie wyższa w wymiennikach typu JAD i płytowych, niż w wymiennikach WCO. Przy niedostatecznej jakości wody sieciowej mogą tworzyć się również osady w rurkach.

Niezależnie od składu chemicznego i struktury wszystkie osady są przyczyną występowania poważnych zakłóceń w pracy wymienników: zwiększają opory przepływu wody, a często całkowicie blokują jej przepływ (nawet po 3 ÷ 4 latach eksploatacji) i zmniejszają ich sprawność cieplną, nawet po jednym sezonie grzewczym. Znane są przypadki, że woda instalacyjna ma temperaturę rzędu 30°C przy prawidłowych parametrach wody sieciowej. Dlatego, zgodnie z ekspertyzą COBRTI INSTAL wymienniki ciepła, dla utrzymania ich sprawności grzewczej, winny być chemicznie czyszczone po każdym, a maksimum po dwóch sezonach grzewczych.

## 5. Podstawowe zasady chemicznego czyszczenia wymienników

### 5.1. Dane ogólne

Wymienniki ciepła można czyścić:

- bezpośrednio w węźle cieplnym – bez demontażu, po przyłączeniu zestawu płuczącego;
- *po demontażu - na wydzielonym stanowisku.*

W pierwszym przypadku czyści się z reguły cały zestaw wymienników wraz z kolektorami, w drugim – można czyścić pojedyncze wymienniki lub kilka po szeregowym połączeniu ich ze sobą za pomocą zbrojnych, giętkich przewodów. Na ogół czyści się jednocześnie rurki i przestrzeń międzyrurkową wymiennika. Dotyczy to głównie wymienników o zwartej konstrukcji i średnio zanieczyszczonych osadami.

Skuteczne czyszczenie wymaga:

- stałej cyrkulacji kąpieli z możliwie maksymalną szybkością przepływu;
- przygotowania kąpieli o odpowiednim stężeniu i ewentualnie jej podgrzania do temperatury ok. 40°C;
- zabezpieczenia przed zapowietrzeniem i tworzeniem się „martwych” przestrzeni w wymiennikach;
- dostatecznie długiego czasu płukania (6 ÷ 24 godzin), który jest ściśle uzależniony od ilości, struktury i składu chemicznego osadów;
- stałej kontroli skuteczności płukania w trakcie trwania procesu.

### 5.2. Przykładowy zestaw do chemicznego czyszczenia

W skład zestawu do chemicznego czyszczenia wchodzi:

- zbiornik o pojemności 150 l do przygotowania kąpieli, wykonany ze stali wysokostopowej, wyposażony w grzałkę elektryczną 6000 W, termoregulator, zawór spustowy i króćce przyłączeniowe z kołnierzami;
- pompy cyrkulacyjne o dwóch różnych wydatkach, stosowane przemiennie w zależności od wielkości czyszczonego urządzenia:
  - ze stali wysokostopowej, wydatek 4 ÷ 4,5 m<sup>3</sup>/h, wysokość podnoszenia 17 m sł. H<sub>2</sub>O;
  - z żeliwa krzemowego, wydatek 36 m<sup>3</sup>/h, wysokość podnoszenia 28 m sł. H<sub>2</sub>O.

Istnieje możliwość zmiany przepływu za pomocą zaworu regulacyjnego oraz pomiar spadku ciśnienia manometrami;

- zbrojone, giętkie przewody z zaworami odcinającymi, o średnicy 3/4" lub 1 1/4".

Dodatkowe wyposażenie stanowi pompa ze zbiornikiem do sprawdzania szczelności wymiennika przed i po czyszczeniu oraz niezbędne materiały i narzędzia.

### 5.3. Zapotrzebowanie preparatu do chemicznego czyszczenia

Niezbędna ilość koncentratu i kąpieli do chemicznego czyszczenia zależy od;

- pojemności wymiennika lub baterii wymienników;

- pojemności kolektorów i przewodów (do zaworów odcinających wymiennik od dalszej części instalacji);
- stopnia zanieczyszczenia wymienników osadami;
- wymaganej objętości kąpieli w zbiorniku pomocniczym dla utrzymania poziomu cieczy gwarantującego zasilanie pompy i wykluczającego tym samym jej zapowietrzanie się.

Wymienniki eksploatowane kilka lat, silnie „zarośnięte” osadami i często o małej drożności wymagają zwykle wymiany kąpieli na skutek jej wyczerpania i zanieczyszczenia mułem powstałym w trakcie czyszczenia. W takich przypadkach zużycie koncentratu będzie odpowiednio większe.

Ilość koncentratu dla oczyszczenia poszczególnych typów wymienników po ich demontażu i przy średnim zanieczyszczeniu osadami łatwo rozpuszczalnymi:

|                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| <b>JAD 3/18 i WWB-1</b> | <b>5 ÷ 7 l</b>   |
| <b>JAD 6/50</b>         | <b>10 l</b>      |
| <b>JAD 9/88</b>         | <b>12 ÷ 15 l</b> |
| <b>WCO 150</b>          | <b>25 l</b>      |
| <b>WCO 250</b>          | <b>30 l</b>      |

#### 5.4. Kontrola procesu chemicznego czyszczenia

Podczas trwania procesu chemicznego czyszczenia konieczna jest kontrola polegająca na:

- sprawdzaniu prawidłowości cyrkulacji kąpieli;
- pomiarze temperatury kąpieli;
- kontroli stężenia kąpieli i stopnia jej zużycia.

W celu kontroli stężenia systematycznie co 0,5 h pobiera się próbki kąpieli w ilości ok. 1000 ml i po ich ostudzeniu do 20°C mierzy się pH i przewodnictwo właściwe. W trakcie wyczerpywania się kąpieli pH wzrasta, a przewodnictwo właściwe maleje. Kąpiel jest nieprzydatna, gdy jej pH wzrośnie do 4 ÷ 4,5.

Najdokładniejszą metodą kontroli jest miareczkowanie za pomocą 1 n NaOH wobec wskaźnika fenoloftaleiny. W tym celu z pobranej próbki kąpieli po opadnięciu zawiesiny odmierza się pipetą 10 ml, przelewa do kolby stożkowej i miareczkuje 1 n NaOH, aż do uzyskania różowego zabarwienia. Ilość mililitrów zużytego NaOH po podzieleniu przez 10 odpowiada kwasowości kąpieli wyrażonej w val/l.

Orientacyjną metodą sprawdzania mocy kąpieli jest wrzucenie do pobranej próbki niewielkiej ilości wcześniej pobranego osadu z wymiennika ciepła. Szybkie rozpuszczanie się tego osadu (często z wydzielaniem się pęcherzyków dwutlenku węgla) świadczy o tym, że kąpiel jest w dalszym ciągu aktywna.

Po zakończeniu czyszczenia kąpiel neutralizuje się roztworem wodorotlenku sodowego (lub wapnem gaszonym) i dopiero po uzyskaniu pH = 6,5 ÷ 7 upuszcza do kanalizacji. Należy również sprawdzać pH wody podczas płukania, a płukanie zakończyć z chwilą, gdy wyciek będzie bezbarwny, klarowny i o pH równym wodzie dopływającej.

## 6. Przebieg procesu chemicznego czyszczenia

### 6.1. Prace wstępne

Przed przystąpieniem do chemicznego czyszczenia należy:

- pobrać próbki osadu z wymiennika i określić stopień jego zanieczyszczenia;
- *określić skład chemiczny osadu, głównie zawartość żelaza, wapnia i magnezu (w formie tlenków) oraz krzemionki;*
- sprawdzić rozpuszczalność osadów w kąpielach o różnym stężeniu;
- ustalić miejsce i sposób podłączenia zestawu do płukania do wymienników ciepła, a także możliwość odprowadzenia kąpeli i wody po płukaniu do kanalizacji;
- obliczyć zapotrzebowanie koncentratu i roztworu do neutralizacji kąpeli;
- wypełnić protokół przeglądu kwalifikacyjnego zgodnie z załącznikiem Nr 1.

Celowy jest także pomiar temperatury wody sieciowej i instalacyjnej przed i za wymiennikiem, co pozwoli na ocenę stopnia jego zanieczyszczenia, a po płukaniu – ocenę skuteczności czyszczenia. W przypadku czyszczenia wymienników bez ich demontażu należy zabezpieczyć instalację przed przedostawaniem się kąpeli do jej dalszych części, tzn. sprawdzić szczelność zaworów odcinających i zwrotnych, ewentualnie zastosować zaślepki.

Przed podłączeniem zestawu konieczne jest sprawdzenie szczelności wymiennika po stronie wody sieciowej i instalacyjnej. W tym celu należy przeprowadzić próbę ciśnieniową, najlepiej przy użyciu zbiornika z pompą ciśnieniową (dobijającą), zaworem odcinającym manometrem. Pompę podłącza się do dolnego króćca wymiennika, zbiornik napełnia wodą wodociągową, którą następnie przepompowuje się kolejno do rurek i do przestrzeni międzyrurkowej, aż do uzyskania przelewu, po czym uszczelnia górny króciec. Dalsze czynności to zwiększenie ciśnienia do 2 MPa, zamknięcie zaworu odcinającego przy pompie i utrzymywanie wody pod takim ciśnieniem w wymienniku ciepła przez około 30 minut. Jeżeli podczas tej próby ciśnienie nie spadnie i nie stwierdzi się wyraźnych przecieków wody (na zewnątrz płaszcza lub przez rurki) wymiennik, po odłączeniu pompy ciśnieniowej można chemicznie czyścić. Podobną próbę należy przeprowadzić po zakończeniu czyszczenia.

Po pozytywnej próbie ciśnieniowej przed czyszczeniem, do wymiennika (lub baterii wymienników) podłącza się zestaw do chemicznego czyszczenia w ten sposób, by dopływ kąpeli był od dołu, a odpływ do zbiornika od góry, co zabezpiecza przed tworzeniem się korków gazowych wewnątrz wymiennika. W dalszej kolejności zbiornik napełnia się wodą, włącza pompę i sprawdza szczelność wszystkich połączeń oraz prawidłowość cyrkulacji. Dopiero po zakończeniu tej czynności można przystąpić do właściwego czyszczenia.

### 6.2. Przebieg procesu chemicznego czyszczenia

Proces chemicznego czyszczenia polega na:

- wstępnym płukaniu wymiennika wodą w celu usunięcia mułu i osadu luźno związanego z podłożem;
- upuszczeniu wody, zamknięciu zaworów odcinających i przygotowaniu w zbiorniku pomocniczym odpowiedniej ilości kąpeli o wymaganym stężeniu (zwykle 10 l koncentratu rozcieńcza się wodą w ilości 100 l). W przypadku czyszczenia wymienników o pojemności większej niż pojemność zbiornika, kąpiel przygotowuje się porcjami i kolejno przepompowuje do wymiennika, aż do uzyskania przelewu;
- utrzymaniu stałej cyrkulacji kąpeli tak długo, aż stężenie przestanie spadać;
- upuszczeniu kąpeli do kanalizacji po neutralizacji do  $\text{pH} = 6,5 \div 7$  i przy ciągłym rozcieńczaniu wodą;
- płukaniu wymiennika wodą, najlepiej przy ciągłym jej dopływie, aż do usunięcia mułu i resztek kwasu; płukanie to kończy się, gdy wyciek będzie bezbarwny, klarowny i o obojętnym odczynie  $\text{pH}$ .

Przebieg procesu musi być przez cały czas kontrolowany w sposób podany w pkt. 5.4. W przypadku znacznego zanieczyszczenia wymiennika osadami i szybkiego wyczerpania się kąpeli należy ją upuścić do kanalizacji, a wymiennik dokładnie przepłukać wodą w celu usunięcia powstałej zawiesiny mechanicznej. Dopiero po tym można przystąpić do dalszego etapu czyszczenia, napełniając wymiennik nową kąpielą.

Niedopuszczalne jest:

- napełnianie wymiennika nową kąpielą bez uprzedniego płukania go wodą;
- uzupełnianie stężenia mocno zanieczyszczonej kąpeli przez dodawanie koncentratu;
- upuszczanie gorącej kąpeli z wymiennika; przy konieczności podgrzewania kąpeli w trakcie czyszczenia należy ją przed upuszczeniem oziębic, doprowadzając w sposób ciągły zimną wodę do zbiornika;
- przerywanie cyrkulacji kąpeli przez wymiennik.

W przeciwnym razie mogą wytrącać się z kąpeli wtórne osady, bardzo trudne do usunięcia.

W celu usprawnienia procesu chemicznego czyszczenia zaleca się:

- usuwanie z kąpeli zawiesiny mechanicznej np.: metodą filtracji części kąpeli przez filtry o małych oporach przepływu;
- płukanie wodą wraz ze sprężonym powietrzem.

### 6.3. Prace końcowe

Po zakończeniu chemicznego czyszczenia należy odłączyć zestaw i sprawdzić przede wszystkim uzyskany efekt czyszczenia np. przez:

- oględziny dostępnych powierzchni wymiennika;
- ocenę różnicy masy zdemontowanych wymienników przed i po płukaniu;
- pomiar temperatury wody sieciowej i instalacyjnej przed i za wymiennikiem i porównanie tych wartości z uzyskanymi przed czyszczeniem;





- pomiar oporów przepływu wody przez wymiennik.

Przed włączeniem wymiennika do ponownej pracy konieczne jest sprawdzenie jego szczelności w sposób podany w punkcie 6.1.

Kończącą czynnością jest komisyjne, potwierdzone protokołem odbioru przekazanie wymiennika użytkownikowi.

## **7. Warunki BHP przy chemicznym czyszczeniu wymienników**

Preparaty BIORUSTER to wprawdzie stosunkowo mało agresywne mieszaniny kwasów organicznych i nieorganicznych, ale ze względu na bardzo wysokie ich stężenie w handlowych produktach wymagają zachowania specjalnych wymogów BHP przy transporcie, przelewaniu i przygotowaniu kąpeli przed jej odprowadzeniem do kanalizacji.

Pracownicy muszą być wyposażeni w rękawice gumowe, maski lub okulary ochronne, fartuch chemoodporny gumowy i kalosze oraz apteczkę podręczną, zawierającą roztwory do przemywania skóry i oczu w razie ochłapania kwasem lub ługiem (1% roztwór wodny wodorotlenku sodowego i 1% roztwór kwasu cytrynowego lub octowego). Czyszczenie winno być prowadzone na wolnym powietrzu lub w dobrze wentylowanych pomieszczeniach (zalecane jest umieszczenie zbiornika z kąpielą na zewnątrz) przez wyspecjalizowaną ekipę, przeszkoloną zarówno w zakresie samego przebiegu procesu, jak i warunków BHP.

W czasie pracy na jednej zmianie powinno być jednocześnie dwóch pracowników. Powinni oni mieć możliwość korzystania z oddzielnego pomieszczenia, niezanieczyszczonego oparami środków chemicznych.

Przed przystąpieniem do czyszczenia należy sprawdzić skuteczność zerowania zestawu płuczącego i stan izolacji przewodów elektrycznych. W przypadku konieczności spawania należy przestrzegać specjalnych przepisów BHP w tym zakresie.