

## ZASTOSOWANIE ANALIZATORA SCD W STEROWANIU I MONITOROWANIU PROCESU KOAGULACJI

### WSTĘP

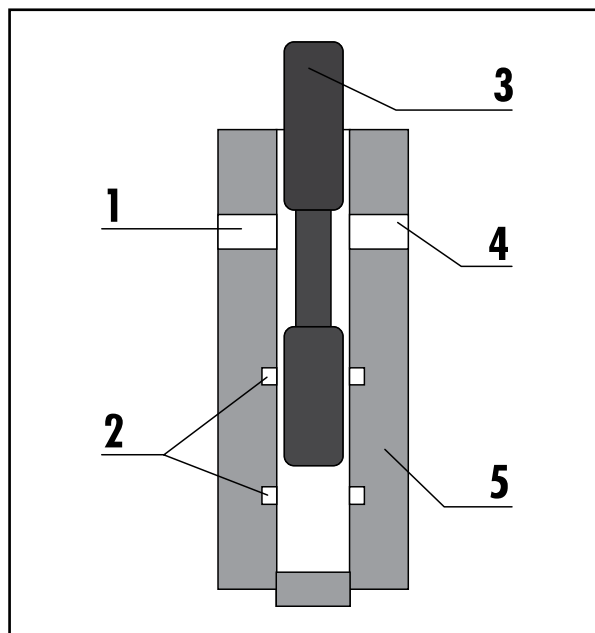
Niniejsze opracowanie zawiera krótki opis budowy i zasady działania analizatora SCD, jako przyrządu pomiarowego służącego do ciągłego pomiaru wpływu ilości dozowanego koagulanta. Przedstawiono również charakterystykę analizatora SCD pod kątem jego zastosowania w układach automatycznych. Szczególnie omówiono możliwości zastosowań SCD w układach automatycznej kontroli procesu koagulacji na podstawie uruchomionych w Polsce instalacji.



Analizator SCD model 4200

### ZASADA DZIAŁANIA

Przyrząd SCD jest ciągłym analizatorem stanu elektrokinetycznego cząstek zawieszonych w wodzie, który daje możliwość: monitorowania, pomiaru i/lub kontroli procesu koagulacji. Jest to jedyny przyrząd, który w sposób bezpośredni mierzy skutek dodawania koagulanta. Przyrząd SCD podaje niezwłocznie pomiar wartości prądu zmierzonego pomiędzy dwoma elektrodami, generowanego przez wolne jony o przeciwnych znakach znajdujące się w próbce wody lub ścieków. Jony te oddzielane są hydraulicznie od wolnych koloidalnych cząsteczek obecnych w próbce wody, a następnie adsorbowane na ściankach ogniwa. Oddzielanie to jest spowodowane ruchem nurnika poruszającym się ruchem postępowo-zwrotnym w obrębie otworu ogniwa, co powoduje hydrauliczne usuwanie jonów i ich przenoszenie w kierunku elektrod. W wyniku tego powstaje zmienny prąd, który jest proporcjonalny do stanu naładowania wody. Stan naładowania wody, lub gęstość ładunku zależy od nadwyżki jo-



Rys. 1 Celka pomiarowa SCD

1. Doprowadzanie próbki wody
2. Elektrody
3. Tłok
4. Odpływ
5. Obudowa celki SCD

nów dodatnich lub ujemnych obecnych w wodzie po procesie koagulacji.

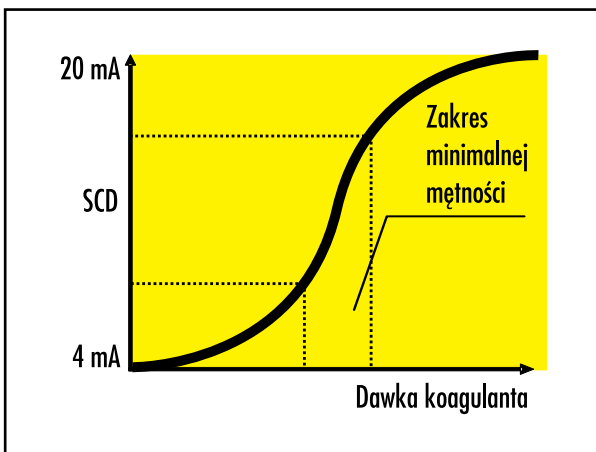
Sygnal z elektrod sondy przetwarzany jest na drodze elektronicznej. W rezultacie otrzymujemy sygnał wyjściowy 4 - 20 mA, proporcjonalny do stanu naładowania próbki wody, który jest pokazany na wyświetlaczu SCD, wyskalowanym od -100 do +100 umownych jednostek SC.

Typowa charakterystyka wyjściowego sygnału prądowego SCD w zależności od dawki koagulanta pokazana jest na **rysunku 2**.

### ZASTOSOWANIE SCD W UKŁADACH AUTOMATYCZNEJ REGULACJI

SCD jako przyrząd pomiarowy doskonale spełnia warunki konieczne do realizacji układów automatycznej regulacji dozowaniem koagulanta w procesie koagulacji takie jak:

1. Ciągłość pomiaru - system pomiarowy SCD mierzy



**Rys. 2** Charakterystyka SCD

próbkę wody 300 razy w ciągu minuty i dzięki temu reaguje nawet na chwilowe zmiany jakości wody.

**2.** Czas opóźnienia systemu pomiarowego - głównie zależy od zastosowanego systemu mieszania dozowanego koagulantu z uzdatnianą wodą. W układach rzeczywistych czas ten nie powinien przekraczać 3 minut, co pozwala na stosowanie układów regulacji pracujących w sprzężeniu zwrotnym według algorytmu PID.

**3.** Standardowy sygnał wyjściowy - SCD wyposażone jest w dwa wyjścia prądowe 4 - 20mA, które pozwalają na włączenie SCD w układ automatyki oraz rejestracji.

**4.** Funkcje pozwalające na dopasowanie SCD do parametrów dynamicznych dla danego obiektu - SCD posiada regulację czułości oraz filtracji pozwalające na dokładne dopasowanie się do realnych warunków dla konkretnego obiektu.

**5.** Dwustanowy sygnał wyjściowy - SCD wyposażone jest w dwa niezależne wyjścia dwustanowe z ustalnymi progami zadziałania w całym zakresie pomiarowym.

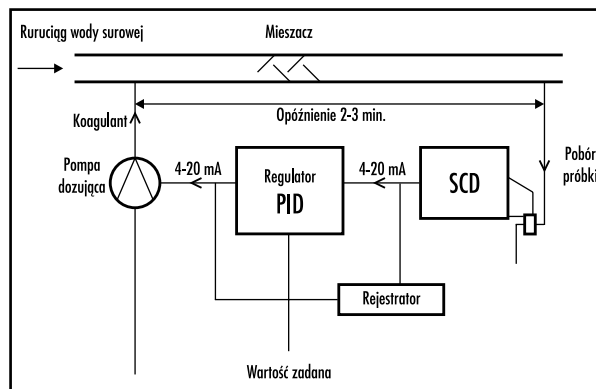
**6.** Bezobsługowość - SCD wyposażone jest w układ automatycznego przemywania celki pomiarowej oraz układem tzw. funkcji HOLD pozwalającej na niezakończony pomiar podczas przemywania. Układ automatycznego przemywania pozwala na zmniejszenie częstotliwości czynności obsługowych oraz na zwiększenie żywotności celki pomiarowej i elektrod.

**7.** INNE - SCD oferowane jest w dwóch modelach: SCD 4200 oraz SCD 5200. W obu modelach system pomiarowy jest taki sam. Model SCD 5200 wzbogacony jest w integralny mikroprocesorowy regulator PID.

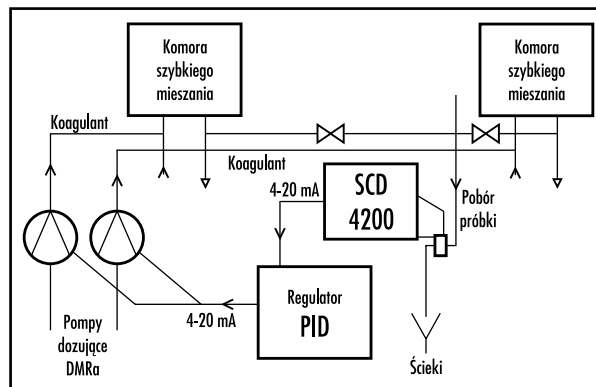
## SCD W UKŁADACH AUTOMATYCZNEJ REGULACJI

**Układ podstawowy** - proste sprzężenie zwrotne.

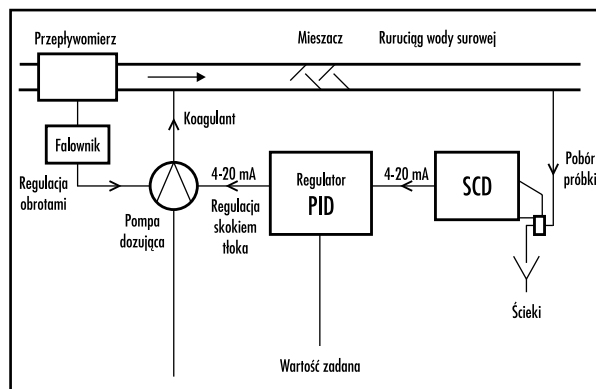
Pełny zakres korzyści wynikających z zastosowania SCD osiąga się po włączeniu SCD w automatyczny układ kontroli dozowania koagulantu. Nawet surowa -jednorodna woda daje czasami mikroodchylenia, które mogą być wykryte przez SCD, na które automatyczny układ kontroli reaguje i odpowiada dokładnie i automatycznie. Podczas pojawienia się zakłóceń takich jak zaburzenia przepływu, podczas których gwałtownie wzrasta mętność wody, układ kontroli SCD reaguje natychmiast zwiększoną dawką chemikaliów w ce-



**Rys. 3** Układ regulacji ze sprzężeniem zwrotnym od SCD



**Rys. 4** Schemat instalacji automatycznego dozowania siarczanu glinu na wydziale PW1 Mokry Dwór, Wrocław

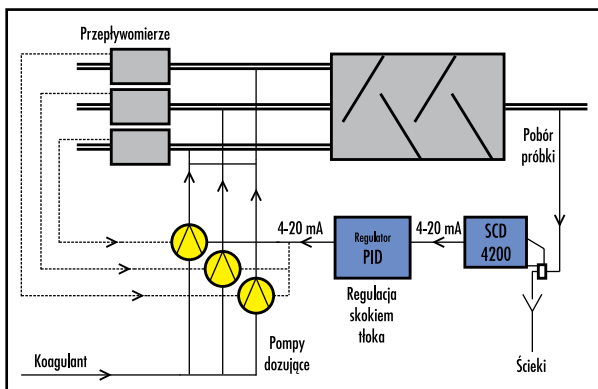


**Rys. 5** Schemat instalacji automatycznego dozowania koagulantu proporcjonalnie do przepływu wody surowej ze sprzężeniem zwrotnym od SCD

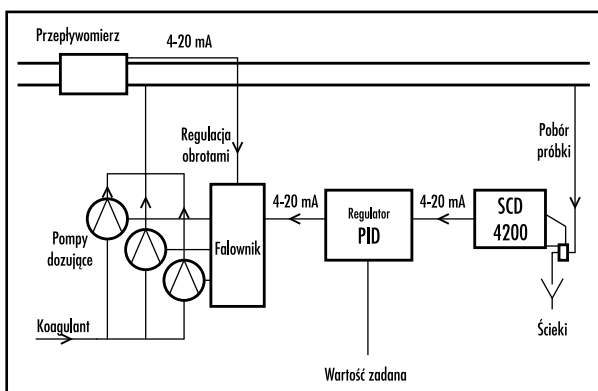
lu utrzymania wartości zadanej. Praca operatora jest w tym przypadku ograniczona lub b.często po prostu wyeliminowana. Typowy automatyczny układ kontroli dawkowania koagulantu przedstawiono na **rys. 3**. Zastosowanie SCD w powyższym układzie automatycznej regulacji pozwala zrealizować następujące cele:

- 1.** Odpowiednie dawkowanie chemikaliów w stosunku do zawartości zawiesiny w wodzie.
- 2.** Odpowiednie dawkowanie niezależnie od fluktuacji w zawiesinie i/lub od natężenia przepływu surowej wody.





**Rys. 6** Instalacja w ZPW Pomorzany-Szczecin, układu automatycznej regulacji z SCD



**Rys. 7** Realizacja układu automatycznego dozowania koagulantu na ujęciu wody "Zwiężczyca"

**3.** Odpowiednie dawkowanie niezależnie od zmian w koncentracji chemicznego roztworu koagulantu.

Realizacja powyższego układu znajduje odzwierciedlenie przy kontroli procesu koagulacji oraz na wydziale PW1 MPWiK "Mokry Dwór" we Wrocławiu.

Powyższy układ realizuje automatyczne dozowanie koagulantu tylko na podstawie pomiaru SCD, czyli wpływu dozowanego koagulantu na proces koagulacji. Układ automatycznie doregulowuje wydajność pompy do zmian przepływu wody oraz zmian jakości wody. Czas opóźnienia układu czyli czas potrzebny na doregulowanie wydajności pompy na skutek skokowej zmiany przepływu wynosi od 15 do 45 minut. Natomiast czas pomiędzy wystąpieniem zmiany przepływu wody a momentem reakcji SCD na tą zmianę wynosi do 2 minut. Lepsze parametry dynamiczne można uzyskać stosując układ automatycznej regulacji, ze złożoną pętlą sprzężenia zwrotnego.

Układ automatycznej regulacji, (**rys 5**), w którym wydajność pomp sterowana jest proporcjonalnie do przepływu, (regulacja obrotów pompy), z korekcją przeprowadzaną przez SCD, (regulacja skoku tłoka), pozwala na zdecydowane polepszenie parametrów dynamicznych.

Realizacja powyższego układu wymaga zastosowania pomp dozujących wyposażonych w urządzenia pozwalające na niezależną zdalną regulację częstotliwości dozowania oraz regulację skoku tłoka pompy. Układ powyższy został zrealizowany w Szczecinie

w Zakładzie Produkcji Wody "Pomorzany" w oparciu o pompy dozujące Dosapro Milton Roy wyposażone w układy falowników oraz serwowmotory do zdalnego sterowania wydajnością w pełnym zakresie sygnałami standardowymi 4-20 mA. Schemat przedstawiono na **rys.6**.

Realizacja tego układu automatycznej kontroli dozowaniem koagulantu w ZPW Pomorzany w Szczecinie pozwoliło na znaczne skrócenie czasu odpowiedzi układu na zmiany przepływu wody oraz zmiany jej jakości. SCD koryguje również ilości dozowanego koagulantu w zależności od zmian w jego stężeniu. W przypadku skokowej zmiany przepływu wody surowej, wydajność pomp również ulega zwiększeniu w sposób skokowy z czasem opóźnienia rzędu kilku-nastu sekund.

Pewną modyfikacją układu ze złożoną pętlą sprzężenia zwrotnego jest realizacja układu automatycznego dozowania koagulantu na ujęciu wody "Zwiężczyca" w Rzeszowie. Uproszczony schemat blokowy tej instalacji przedstawiono na **rys.7**.

Powyższa realizacja układu automatyki spełnia te same funkcje co układ z **rys.6**. Jedyną zmianą jest sterowanie falownikiem pomp dozujących w sposób kaskadowy tzn. że pompy są włączane kolejno wraz ze wzrostem sygnału sterującego ich wydajnością. Układ charakteryzuje się krótkim czasem odpowiedzi na zmiany natężenia przepływu surowej wody. Ujęcie "Zwiężczyca" - Rzeszów jest ujęciem powierzchniowym co powoduje znaczne wahania jakości wody, spowodowane m.in. deszczami. Zastosowanie SCD w układzie automatycznym pozwoliło na bezobsługowe dozowanie odpowiedniej ilości koagulantu w stosunku do zmian jakości wody surowej podczas gwałtownych (nocnych) opadów deszczu. Czas reakcji SCD wynosi do 10 min. Podobne zastosowanie znalazł analizator SCD w PWiK Dębica.

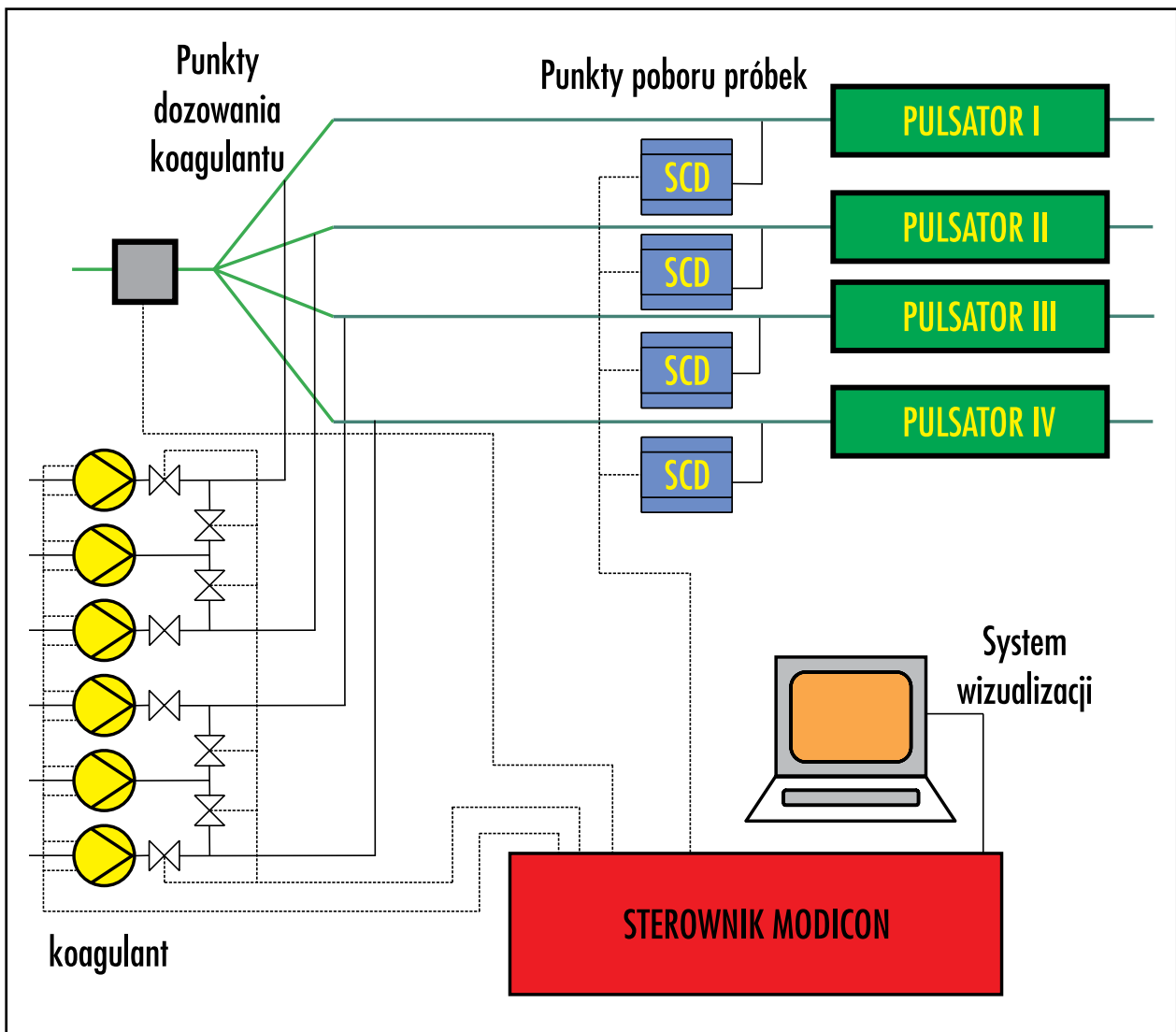
Najbardziej rozbudowanym, jest układ automatycznego sterowania procesem koagulacji w Zakładzie Wodociągu Centralnego w Warszawie. Zainstalowano tam cztery analizatory SCD 4200 monitorujące pracę czterech pulsatorów. System automatycznego sterowania opiera się na sterowniku przemysłowym Modicon wraz z systemem wizualizacji opartym na oprogramowaniu FactoryLink. Całość instalacji została zaprojektowana i uruchomiona przez Aqua Seen\*. Schemat uproszczony przedstawiono na **rys. 8**.

Realizacja układu automatycznego sterowania procesem koagulacji w Zakładzie Wodociągu Centralnego w Warszawie pozwala na automatyczną kontrolę czterech równoległych ciągów.

Wykorzystanie w tej aplikacji sterownika programowalnego pozwoliło na optymalne zastosowanie SCD do kontroli procesu koagulacji. System spełnia następujące funkcje:

1. Zdalne sterowanie automatyczne lub ręczne (z klawiatury stacji wizualizacyjnej) dozowaniem koagulantu. Sterowanie automatyczne dozowaniem koagulantu odbywa się proporcjonalnie do przepływu wody oraz z korekcją od SCD - jakość wody.
2. Optymalizowanie procesu koagulacji na podstawie rejestrów oraz wyników laboratoryjnych - odpowiedni dobór wartości zadanych.

\* wcześniej jako Seen Technologie



**3.** Zdalna rejestracja i monitorowanie pracy czterech ciągów - system wizualizacji rejestruje przebiegi pomiaru SCD, wydajności pomp, przepływy wody, stany alarmowe.

**4.** Zdalne włączanie pomp rezerwowych do pracy.

**5.** Zdalne sterowanie zaworami - wybór zbiornika magazynowego siarczanu.

**6.** Sterownik również kontroluje pracą dwóch linii dozowania węgla aktywnego.

### **Korzyści wynikające z uzdatniania wody przy zastosowaniu SCD**

W zastosowaniach w uzdatnianiu wody SCD zapewnia utrzymanie wartości zadanej, wyselekcjonowanej na podstawie testów słoikowych oraz innych obserwacji. Wartość ta odpowiada optymalnym warunkom naładowania cząstek w uzdatnianej wodzie, co w rezultacie gwarantuje jakość wody w procesie uzdatniania.

SCD zapewnia:

- zredukowanie zużycia koagulanta dla tej samej jakościowo uzdatnianej wody,
- zredukowanie objętości szlamu przy optymalnej dawce koagulanta,
- dłuższą żywotność filtrów ze względu na zredukowane tworzenie się szlamu,
- zmniejszenie ilości wody płuczącej filtry,
- zautomatyzowanie procesu koagulacji pozwalające na zredukowanie siły roboczej lub bezobsługowe działanie,
- minimalne pozostałości aluminium poniżej wartości dopuszczalnych dla zdrowia,
- ściślejszą kontrolę pH w związku z optymalizacją dawki koagulanta.