

# TECHNOLOGIA OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW METODAMI MECHANICZNO-CHEMICZNYMI

## 1. Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest określenie optymalnych warunków prowadzenia procesu oczyszczania ścieków metodą koagulacji i strącania w modelu zablokowanej chemicznej oczyszczalni ścieków. Ponieważ model odwzorowuje urządzenia i parametry hydrauliczne rzeczywistej oczyszczalni ścieków, możliwe jest także określenie wpływu parametrów hydraulicznych na przebieg procesu oczyszczania ścieków.

## 2. Podstawy teoretyczne

Metody oczyszczania ścieków można podzielić na: mechaniczne, biologiczne i fizykochemiczne. Wybór metody zależy od składu ścieków i ich właściwości oraz wymagań dla ścieków oczyszczonych.

Powodem intensywnego rozwoju i coraz częstszego stosowania chemicznych i fizykochemicznych metod w technologii ścieków jest występowanie w wodach zużytych coraz większej liczby trudno usuwalnych lub nierozkładalnych biologicznie zanieczyszczeń pochodzenia przemysłowego, tzw. substancji refrakcyjnych, oraz - z drugiej strony - wzrost wymagań w zakresie oczyszczania ścieków. Zastosowanie procesów fizykochemicznych ma miejsce w następujących fazach układów technologicznych oczyszczania:

- do podczyszczania ścieków przemysłowych przed ich odprowadzeniem do kanalizacji miejskiej w celu ochrony urządzeń kanalizacyjnych oraz procesów wspólnego oczyszczania biologicznego w oczyszczalni miejskiej,
- do końcowego lub pośredniego oczyszczania ścieków przemysłowych odprowadzanych do wód powierzchniowych lub użytkowanych powtórnie w szeregowych lub zamkniętych układach gospodarki wodno-ściekowej zakładów przemysłowych,
- w I stopniu oczyszczalni miejskiej w celu wspomaganie procesów odtłuszczenia i sedymentacji lub przygotowania ścieków do oczyszczania biologicznego,
- w II stopniu oczyszczalni miejskiej równocześnie z procesem biologicznym w celu wspomaganie lub uzupełniania albo zamiast procesu biologicznego,
- w III stopniu oczyszczalni miejskiej do oczyszczania ścieków przez usunięcie z nich substancji biogennej, części pozostałych substancji organicznych i refrakcyjnych oraz resztkowych zawiesin,
- w procesach pełnej odnowy wody ze ścieków, przeznaczonej do ponownego użytkowania przez odbiorców o wysokich wymaganiach jakościowych; procesy te mają za zadanie doprowadzić jakość ścieków do składu wód naturalnych, z reguły odpowiadających I klasie czystości.

W układach wieloskładnikowych i wielofazowych, jakimi są ścieki miejskie i przemysłowe zawierające dużą ilość mineralnych i organicznych zanieczyszczeń rozpuszczonych i rozproszonych, proces koagulacji występuje zazwyczaj łącznie z chemicznym strącaniem. Oba współdziałające procesy przebiegają przy zastosowaniu tych samych koagulantów.

Stosuje się je do osiągnięcia następujących celów: usunięcia ze ścieków zawiesin trudno opadających, substancji o rozproszeniu koloidalnym, bakterii, częściowo nieorganicznych i organicznych substancji rozpuszczonych, wytrącenie metali ciężkich, substancji barwnych, emulsji tłuszczowych i olejowych.

Mechanizm procesu koagulacji opisano w rozdziale 3. W charakterze koagulantów stosuje się sole glinu, żelaza, wapno. Do neutralizacji ścieków kwaśnych stosuje się wapno, wapienie, dolomity, wodorotlenek sodu; do neutralizacji ścieków alkalicznych stosuje się kwasy, np. kwas solny, siarkowy, dwutlenek węgla.

W trakcie wytrącania fazy stałej mogą również występować procesy współstrącania lub adsorpcji na wydzielonych osadach innych zanieczyszczeń z roztworu wodnego.

Osady wytrącone w procesie koagulacji i chemicznego strącania usuwa się w osadnikach. Rodzaje i parametry urządzeń oraz ich układ technologiczny, rodzaje reagentów, miejsca dawkowania i wielkości dawek dobiera się dla każdego rodzaju ścieków indywidualnie, na podstawie badań technologicznych. W uzasadnionych przypadkach oczyszczanie chemiczne poprzedzone jest oczyszczaniem mechanicznym za pomocą krat, sit, osadników, piaskowników, urządzeń do flotacji. Ścieki oczyszczane poprzez chemiczne wytrącenie i koagulację można doczyszczać (w miarę potrzeb) poprzez filtrację na filtrach żwirowych lub specjalnych (sorpcyjne, jonowymiennie).

W układzie klasycznym urządzenia do koagulacji składają się z:

- komory mieszania szybkiego, w której następuje rozproszenie koagulantu w całej objętości wody lub ścieków. W komorze konieczne jest bardzo intensywne mieszanie w czasie od kilku sekund do kilku minut,
- komory mieszania wolnego (flokulacji) - w której następuje aglomeracja drobnych cząsteczek wytworzonych w wyniku hydrolizy koagulantu z cząsteczkami zanieczyszczeń zawartymi w wodzie, w celu wytworzenia sedymentujących kłaczków osadu. Czas flokulacji zależy od typu komory i wynosi 6 - 45 minut,
- osadnika - w którym następuje zatrzymanie zawartych w wodzie zawiesin, dzięki działaniu sił grawitacji, powodujących sedymentację cząsteczek. Zwykle są to osadniki o przepływie poziomym lub pionowym. Czas sedymentacji i prędkości przepływu wody zależą od typu osadnika i dobiera się je w taki sposób aby uzyskać możliwie wysoką efektywność osadzania cząsteczek osadu.

Do najnowszej generacji należą urządzenia zespolone, w których zablokowane są funkcje poszczególnych urządzeń w układzie klasycznym. Są to klarowniki (osadniki kontaktowe z zawieszonym osadem) różnej konstrukcji, klarowniki o przepływie jednostajnym, pulsacyjnym, falującym, klarowniki z komorą mieszania (akcelatory). Dzięki zablokowaniu poszczególnych urządzeń, uzyskuje się zwiększenie efektywności procesu koagulacji oraz szereg efektów techniczno-ekonomicznych.

Do chemicznego oczyszczania należą także procesy utleniania zanieczyszczeń ścieków chlorem i jego związkami oraz ozonem, chemiczna redukcja (np.  $\text{Cr}^{+6}$  do  $\text{Cr}^{+3}$  przed chemicznym strąceniem), ekstrakcja (np. do usuwania fenolu), stosowane indywidualnie lub w układach łączonych.

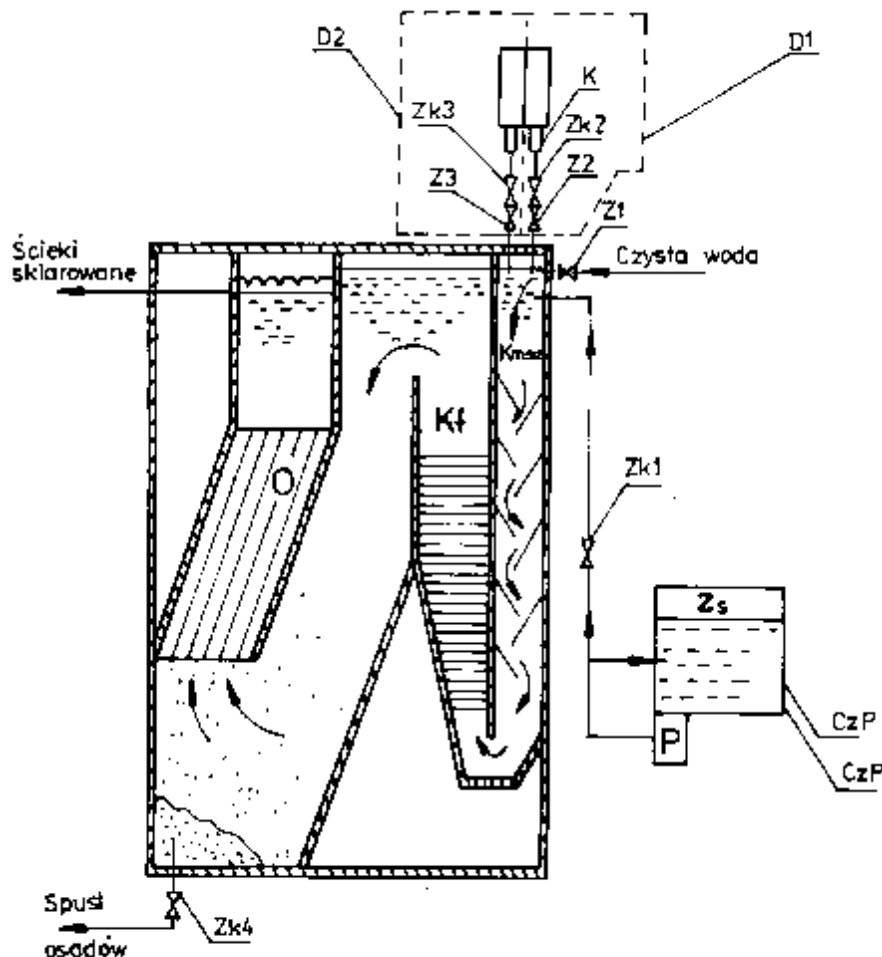
Wszystkie procesy chemiczne wymagają określonego czasu reakcji i mogą być prowadzone w reaktorach o działaniu okresowym lub przepływowych.

### 3. Opis stanowiska laboratoryjnego

Schemat modelu chemicznej oczyszczalni ścieków przedstawiono na rys. 4.1.

Ścieki do komory mieszania szybkiego (Kmsz) pompowane są ze zbiornika ścieków surowych (Zs) pompą wirnikową (P) o zasilaniu  $\sim 220$  V. W celu uśrednienia składu ścieków, na doprowadzeniu ścieków do komory mieszania szybkiego, znajduje się przewód przelewowy, pozwalający na zawracanie ścieków do zbiornika ścieków surowych, powodując jednocześnie ich mieszanie. Zastosowany przelew umożliwia nawet całkowite odcięcie dopływu ścieków do modelu oczyszczalni bez konieczności wyłączenia pompy.

Do komory mieszania szybkiego dawcowane są reagenty z niezależnych dozowników ( $D_1$ ,  $D_2$ ), które pozwalają na dozowanie różnych roztworów reagentów. Konstrukcja dozowników umożliwia bardzo precyzyjne, niezmiennie w czasie całego cyklu, dawcowanie reagentów. Roztwór reagentu wprowadzany jest grawitacyjnie do komory (Kmsz) ze zbiorników (Zbr) poprzez kroplomierze (K), zawór kulowy (Zk2, Zk3) i elektromagnetyczne zawory przepływowe (Z2 i Z3).



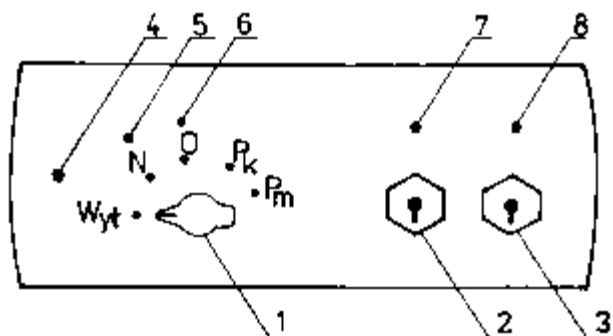
Rys. 4.1. Schemat modelu oczyszczalni ścieków [4.3]

W komorze mieszania szybkiego następuje hydrauliczne mieszanie ścieków z reagentem. Efekt mieszania hydraulicznego uzyskuje się wskutek gwałtownych zmian kierunków i prędkości przepływu.

Następnie ścieki płyną do komory flokulacji (Kf), gdzie zachodzi proces flokulacji osadów. Wbudowany w komorze wkład siatkowy przyspiesza proces powstawania kłaczków i wytrącania się zanieczyszczeń.

Z górnej części komory flokulacji ścieki z wytrąconymi osadami płyną do komory osadnika (O), gdzie następuje proces sedymentacji. Komora osadnika posiada wbudowany wkład wielostrumieniowy, który pozwala na skrócenie czasu opadania wytrąconych zawiesin. Dzięki specjalnej budowie wkładu osadnika wykorzystuje się tzw. efekt płytkiej sedymentacji. Osady po grawitacyjnym zsunięciu się z przewodów wkładu wielostrumieniowego na dno osadnika, są okresowo usuwane poprzez zawór kulowy (Zk4). Sklarowane ścieki wypływające z osadnika wielostrumieniowego mogą być skierowane do przyłączonego filtru.

Schemat płyty czołowej sterownika przedstawiono na rys. 4.2.



**Rys. 4.2.** Płyta czołowa sterownika:

- 1- przelącznik warstwowy
- 2- wyłącznik zaworu elektromagnetycznego dozownika D1
- 3- wyłącznik zaworu elektromagnetycznego dozownika D2
- 4- dioda sygnalizacyjna włączenia sterownika
- 5- dioda sygnalizacyjna napełniania
- 6- dioda sygnalizacyjna cyklu oczyszczania
- 7- dioda sygnalizacyjna włączonego dozownika D1
- 8- dioda sygnalizacyjna włączonego dozownika D2

#### 4. Metodyka badań

- Zbiornik ścieków surowych napełnić badanymi ściekami.
- Pojemnik D<sub>1</sub> napełnić roztworem koagulantu, np. siarczanu glinowego. Pojemnik D<sub>2</sub> napełnić roztworem alkalizującym (np. NaOH) lub roztworem flokulantu - zależnie od potrzeb.
- Uruchomić oczyszczalnię włącznikiem „1”.
- Określić wydajność oczyszczalni w następujący sposób: pod węzem odprowadzającym ścieki oczyszczane umieścić cylinder miarowy i za pomocą stopera zmierzyć objętość ścieków - v<sub>s</sub>, wypływających w ciągu 1 minuty. Pomiar powtórzyć 3-krotnie.

Wydajność oczyszczalni - Q<sub>h</sub> obliczyć w następujący sposób:

$$Q_h = \frac{v_s (\text{cm}^3/\text{min}) \cdot 60\text{min}}{1000} \quad \text{dm}^3/\text{h} \quad (4.1)$$

- Włączyć dozownik roztworu koagulantu (2 lub 3) lub jednocześnie 2 i 3.
- Wyregulować wypływ roztworów z dozowników na podstawie danych uzyskanych od prowadzącego ćwiczenia.
- Obserwować w ciągu 45 minut przebieg procesu oczyszczania (flokulację, sedymentację osadów, klarowność oczyszczonych ścieków).
- W razie potrzeby korygować wydajność oczyszczalni i dawki reagentów. Dawka koagulantu i flokulantu powinna być dobrana w taki sposób, aby przy najmniejszych ich wielkościach dobrze przebiegał proces wytrącania, flokulacji i sedymentacji osadów.
- W ściekach surowych i oczyszczonych oznaczyć pH, barwę, mętność i ewentualnie inne oznaczenia wskazane przez prowadzącego ćwiczenia.

#### 5. Analiza wyników i wnioski

Wyniki dla optymalnych warunków pracy oczyszczalni zestawić w tabeli:

**Tabela 4.1.** Tabela pomiarowa

Oznaczenie	Jednostka	Ścieki	
		surowe	oczyszczone
$Q_h$	$\text{dm}^3/\text{h}$	-	
Dawka koagulantu	$\text{mg}/\text{dm}^3$		
Dawka flokulantu	$\text{mg}/\text{dm}^3$		
Odczyn	pH		
Barwa	$\text{mg Pt}/\text{dm}^3$		
Mętność	$\text{mg SiO}_2/\text{dm}^3$		
Inne oznaczenia			

Na podstawie wyników oraz obserwacji pracy oczyszczalni podać wnioski.

## 6. Literatura

- [4.1] Cywiński B., Gdula S., Kempa E.: Oczyszczanie ścieków. Arkady. Warszawa 1983
- [4.2] Jankowska M., Piankowski M., Zabłocki L.: Stacja uzdatniania wody powierzchniowej z akcelatorem. V ICMR. Bydgoszcz 1995
- [4.3] Małuch W.: Projekt konstrukcyjny laboratoryjnego modelu oczyszczania ścieków z mycia pojazdów. Praca dyplomowa pod kierunkiem M. Jankowskiej. Wydział Mechaniczny. ATR Bydgoszcz 1996