

Izabela PŁONKA¹, Barbara PIECZYKOLAN¹ i Łucja FUKAS-PŁONKA²

WYKORZYSTANIE WÓD POPLUCZNYCH W OCZYSZCZANIU ODCIEKÓW Z PRASY FILTRACYJNEJ

THE USE OF BACKWASH WATER IN THE PURIFICATION OF LEACHATE FROM THE FILTER PRESS

Abstrakt: W komunalnej oczyszczalni ścieków w technologii przeróbki osadów zazwyczaj stosowany jest proces odwadniania mechanicznego. W procesie tym oprócz odwodnionego osadu powstają tzw. odcieki. Odcieki charakteryzują się dużym ładunkiem zanieczyszczeń, w tym dużym stężeniem fosforu. W przypadku zwracania do ciągu oczyszczania ścieków stanowią one dodatkowe obciążenie ładunkiem zanieczyszczeń. Z tego względu powinny być wcześniej podczyszczane w bocznym ciągu oczyszczania. Z kolei wody popłuczne pochodzące ze stacji uzdatniania wód podziemnych zawierają duże stężenie jonów żelaza. Wymieszanie wód popłucznych z odciekami może okazać się korzystnym rozwiązaniem. W związku z tym podjęto badania wykorzystania wód popłucznych do oczyszczania odcieków. Wprowadzone sole żelaza(III) do odcieków ulegają hydrolizie, tworząc hydroksykompleksy. W takiej postaci hydroksykompleksy związków żelaza w odciekach mogą prowadzić do sorpcji zanieczyszczeń, powstawania kompleksów soli żelaza oraz współstrącania i strącania osadów. Celem badań było określenie wpływu wód popłucznych na jakość odcieków pochodzących z odwadniania osadów ściekowych z komunalnej oczyszczalni ścieków. Proces koagulacji odcieków z wodami popłuczными prowadzono w temperaturze 6 i 20°C. Odcieki z wodami popłuczными mieszano w taki sposób, aby uzyskać stosunek Fe/P, wynoszący 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0. Przeprowadzone badania wykazały, że po procesie w odciekach uzyskano obniżenie zarówno stężenia fosforu, jak i zawartości ChZT, odpowiednio do poziomu 4,5-20,7 mg/dm³ w temperaturze 6°C i 4,5-8,4 mg/dm³ w temperaturze 20°C oraz 79-180 mg/dm³ w temperaturze 6°C i 72-140 mg/dm³ w temperaturze 20°C.

Słowa kluczowe: wykorzystanie wód popłucznych, komunalne osady ściekowe, oczyszczanie odcieków z procesu odwadniania osadów

Wprowadzenie

W wyniku fizycznych i biologicznych procesów oczyszczania ścieków w komunalnej oczyszczalni ścieków powstają osady ściekowe. Osady te wymagają zastosowania procesów pozwalających na zmniejszenie ich objętości. W tym celu stosowane są procesy zagęszczania i odwadniania. Obecnie w większości oczyszczalni ścieków do odwadniania osadów wykorzystywane są urządzenia mechaniczne, takie jak wirówki, prasy taśmowe czy prasy komorowe. W procesie odwadniania uzyskuje się odwodniony osad oraz tzw. odcieki. Odcieki charakteryzują się dużym ładunkiem zanieczyszczeń, w tym dużym stężeniem fosforu. W przypadku zwracania odcieków do ciągu oczyszczania ścieków stanowią one dodatkowe obciążenie ładunkiem zanieczyszczeń. Z tego względu powinny być wcześniej podczyszczane w bocznym ciągu oczyszczania. Jest to związane z kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi.

Jedną z metod usuwania fosforu jest chemiczne strącanie, polegające na dodaniu koagulantu. W procesie strącania rozpuszczone fosforany ulegają przemianie do postaci

¹ Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Śląska, ul. S. Konarskiego 18, 44-100 Gliwice, tel. 32 237 16 98, fax 32 237 10 47, email: izabela.plonka@polsl.pl, rie4@polsl.pl

² Biuro Ekspertyz i Projektów, ul. Krokusów 9, 41-700 Ruda Śląska

* Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'15, Jarnołtówek, 14-16.10.2015

trudno rozpuszczalnej zawiesiny. Strącanie chemiczne przebiega w czterech fazach: strącanie właściwe, koagulacja, flokulacja i separacja zawiesiny. Do najczęściej stosowanych koagulantów należą między innymi siarczany żelazawy i żelazowy oraz chlorek żelazowy. Jednak jest to kosztowny proces [1, 2].

Woda powierzchniowa pobierana do uzdatniania zawiera duże stężenie jonów żelaza oraz manganu, które w procesie uzdatniania są utleniane i wytrącane w postaci wodorotlenków, a następnie usuwane w filtrach. Filtry są okresowo płukane i podczas tego zabiegu powstają wody popłuczne, które zawierają głównie wodorotlenki. Popłuczyny poddawane są sedymentacji w odstojnikach. W wyniku tego powstają osady, które stanowią odpad i wymagają unieszkodliwienia. W Niemczech w procesach produkcji wody do picia powstaje około 40 000 Mg/rok suchej masy tego typu osadów. Z kolei w Holandii powstaje około 12 500 Mg/rok, z czego można odzyskać około 5000 Mg żelaza, które mogłoby być wykorzystane jako koagulant [3-5].

W związku z tym wymieszanie wód popłucznych z odciekami może okazać się korzystnym rozwiązaniem i dlatego podjęto badania wykorzystania wód popłucznych pochodzących z uzdatniania wody podziemnej do oczyszczania odcieków z prasy filtracyjnej. Wprowadzone wraz z popłuczynami sole żelaza(III) do odcieków ulegają hydrolizie, tworząc hydroksykompleksy. W takiej postaci hydrokompleksy związków żelaza w odciekach mogą prowadzić do sorpcji zanieczyszczeń, powstawania kompleksów soli żelaza oraz współstrącania i strącania osadów.

Metodyka i przedmiot badań

Celem badań było określenie wpływu wód popłucznych na jakość odcieków pochodzących z odwadniania osadów ściekowych z komunalnej oczyszczalni ścieków.

Przedmiot badań stanowiły odcieki pochodzące z odwadniania osadów ściekowych z mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków. W wyniku procesów oczyszczania ścieków powstają osady ściekowe, które są poddawane stabilizacji w zamkniętych komorach fermentacyjnych, a następnie odwadniane w prasie taśmowej. W procesie odwadniania powstają osad i odcieki. Odcieki charakteryzują się dużym ładunkiem zanieczyszczeń, w tym dużym stężeniem fosforu. Źródłem jonów żelaza były wody popłuczne pochodzące z płukania filtrów służących do uzdatniania wody podziemnej. Stacja uzdatniania wodę pobiera z 26 studni głębinowych podłączonych do wspólnego rurociągu. Są to studnie wiercone o głębokości od 16 do 40 m. Następnie woda ze studni tłoczona jest do 5-komorowego zbiornika. W pierwszej komorze zainstalowane są pompy strumienicowe napowietrzające wodę. Po napowietrzeniu woda wpływa grawitacyjnie do trzech środkowych komór, gdzie ulega dodatkowo kaskadowemu napowietrzeniu i odgazowaniu. Komory te są jednocześnie zbiornikami czerpalnymi dla czterech pomp II^o, które tłoczą napowietrzoną wodę do budynku filtrów. W budynku tym znajduje się 10 filtrów ciśnieniowych pośpiesznych, podzielonych na dwie sekcje. Pierwszą sekcję stanowią filtry odżelaziające, na których zachodzi proces usuwania żelaza. Skuteczność usuwania żelaza wynosi ponad 95%. Druga sekcja to filtry odmanganiające, na których usuwany jest mangan do ilości śladowych (poniżej 0,05 mg/dm³) oraz pozostałe żelazo (poniżej 0,02 mg/dm³). Uzdatniona woda gromadzona jest w trzech zbiornikach retencyjnych, które wyrównują niedobory godzinowych rozbiórów wody przez odbiorców.

Ostatnim etapem technologii uzdatniania jest dezynfekcja wody za pomocą promieniowania ultrafioletowego. W celu zapewnienia odpowiednich efektów uzdatniania wody występujące w ciągu technologicznym filtry wymagają okresowego płukania. W wyniku płukania powstają wody popłuczne zawierające duże ilości żelaza i manganu, które kierowane są do odstożników wód popłucznych.

W celu oczyszczenia odcieków przeprowadzono badania ich koagulacji wodami popłuczными. Zmieszano odcieki z wodami popłuczными w takich proporcjach, aby zachować stosunek masowy Fe/P wynoszący 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 oraz 3,0. Próby poddano mieszaniną z prędkością 35 obrotów/minutę przez 20 minut, a następnie sedymentacji trwającej pół godziny. W celu określenia wpływu temperatury na efektywność koagulacji proces był prowadzony w temperaturze 6 i 20°C.

Zakres badań obejmował oznaczenia stężenia manganu i żelaza w wodach popłucznych, zawartości zawiesiny ogólnej i wartości wskaźnika ChZT w wodach popłucznych i odciekach oraz stężenia fosforu w odciekach. Oznaczenia ChZT i stężenia fosforu wykonano na spektrofotometrze metodą testów kuwetowych firmy MERCK. Zawiesinę ogólną oznaczono metodą wagową, mangan metodą kolorymetryczną z nadsiarczanem, a zawartość żelaza metodą rodankową.

Analizę badawczą po procesie koagulacji przeprowadzono w sklarowanej cieczy nadosadowej po półgodzinnej sedymentacji. W cieczy wykonano oznaczenia stężenia fosforu, ChZT i zawiesiny ogólnej zgodnie z opisaną wcześniej metodyką.

Dyskusja i wyniki badań

Przeprowadzone badania wykazały, że odcieki charakteryzowały się stężeniem fosforu 22,9 mg P/dm³, wartość wskaźnika ChZT wynosiła 258 mg O₂/dm³, a zawartość zawiesiny ogólnej - 0,43 g/dm³. Natomiast w wodach popłucznych zawartość żelaza wynosiła 10 mg Fe/dm³, manganu 6 mg Mn/dm³, wskaźnik ChZT był na poziomie 44 mg O₂/dm³, a zawiesina ogólna - 28,5 g/dm³.

Tabela 1

Zestawienie wyników badań

Table 1

Summary of test results

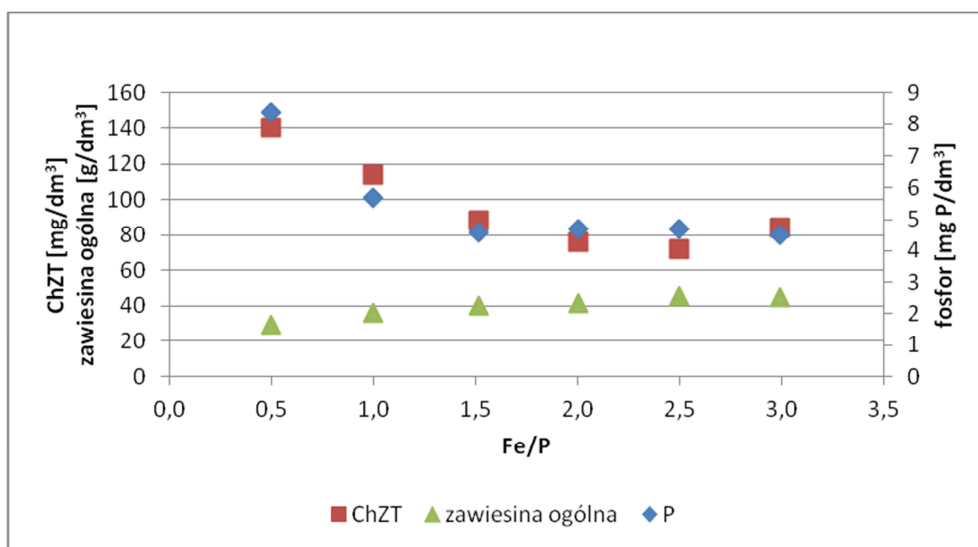
Stosunek masowy Fe/P	Stężenie fosforu		Wartość wskaźnika ChZT		Zawiesina ogólna	
	[mg P/dm ³]		[mg O ₂ /dm ³]		[g/dm ³]	
	temp. 6°C	temp. 20°C	temp. 6°C	temp. 20°C	temp. 6°C	temp. 20°C
0,5	20,7	8,4	180	140	29,3	29,1
1,0	17,5	5,7	164	114	32,4	35,9
1,5	15,3	4,7	146	88	36,1	40,4
2,0	5,1	4,6	88	76	38,5	39,9
2,5	5,1	4,7	79	72	39,9	45,3
3,0	4,5	4,5	79	84	41,7	44,7

Po procesie koagulacji w mieszaninach dokonano analizy, a uzyskane wyniki badań zostały przedstawione w tabeli 1. W wyniku koagulacji w każdym przypadku została obniżona zawartość fosforu, co zostało przedstawione na rysunkach 1 i 2. Najgorsze efekty

otrzymano dla najniższego stosunku Fe/P wynoszącego 0,5, wówczas stężenie fosforu w mieszaninach po procesie wynosiło 20,7 mg P/dm³ w temperaturze 6°C oraz 8,4 mg P/dm³ w temperaturze 20°C. Wraz ze wzrostem udziału jonów żelaza w mieszaninie efektywność procesu oczyszczania odcieków ulegała poprawie. W przypadku mieszanin, w których stosunek Fe/P był równy 3,0, stężenie fosforu zostało obniżone do wartości 4,5 mg P/dm³ zarówno dla procesu prowadzonego w temperaturze 6°C, jak i 20°C. Przy czym, porównując pozostałe wyniki, efektywność koagulacji była wyższa w temperaturze 20°C. Dla mieszanin ze stosunkiem Fe/P wynoszącym 1,5 uzyskano stężenie fosforu 15,3 oraz 4,7 mg P/dm³ odpowiednio dla temperatury procesu 6 oraz 20°C.

Podobną zależność zaobserwowano w przypadku wskaźnika ChZT, jego wartość ulegała obniżeniu wraz ze wzrostem jonów żelaza w mieszaninie poddawanej koagulacji. ChZT ulegało zmianie od 180 do 79 mg O₂/dm³ dla temperatury procesu 6°C oraz od 140 do 72 mg O₂/dm³ dla temperatury procesu 20°C (rys. 1 i 2).

Badania zawiesiny ogólnej w mieszaninach po procesie koagulacji wykazały wzrost jej zawartości. Jest to związane z wytrącaniem fosforu z odcieków i świadczy o prawidłowości procesu koagulacji. Zawartość zawiesiny zmieniała się w zakresie 29,3-41,7 g/dm³ oraz 29,1-44,7 g/dm³ odpowiednio dla procesu przeprowadzonego w temperaturze 6°C oraz w temperaturze 20°C.

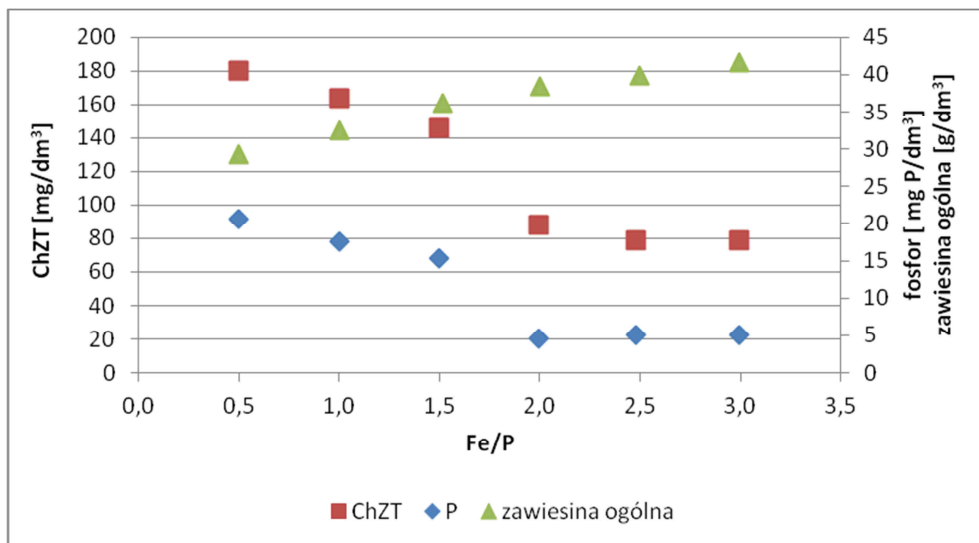


Rys. 1. Zmiany parametrów odcieków po procesie koagulacji w temperaturze 20°C

Fig. 1. Changes of the effluent parameters after coagulation process at a temperature of 20°C

Proces koagulacji odcieków z prasy taśmowej z wykorzystaniem popłuczyn pochodzących z uzdatniania wody podziemnej zależy od ilości wprowadzanych jonów żelaza, czyli stosunku ilości żelaza zawartego w popłuczynach do ilości fosforu zawartego w odciekach. Na przebieg procesu duży wpływ ma również temperatura, co jest niezwykle istotne z punktu eksploatacyjnego z uwagi na zmiany temperatur w ciągu roku. Proces

koagulacji w niskich temperaturach jest nieskuteczny w przypadku stosunku Fe/P w zakresie od 0,5 do 1,5. Jednak zapewnienie odpowiedniej ilości żelaza pozwala na uzyskanie zadowalających efektów w postaci usunięcia zarówno fosforu, jak i związków organicznych określanych wartością wskaźnika ChZT. Na podstawie uzyskanych wyników badań można wywnioskować, że w procesie koagulacji odcieków z wykorzystaniem wód popłucznych, niezależnie od temperatury, zasadne jest zachowanie stosunku Fe/P nie mniejszego niż 2,0.



Rys. 2. Zmiany parametrów odcieków po procesie koagulacji w temperaturze 6°C

Fig. 2. Changes of the effluent parameters after coagulation process at a temperature of 6°C

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania koagulacji odcieków z prasy taśmowej przy użyciu wód popłucznych pochodzących z uzdatniania wody podziemnej wykazały, że jest to metoda skuteczna. Zastosowanie wód popłucznych zawierających jony Fe(III) pozwoliło na obniżenie w odciekach z prasy stężenia fosforu do 4,5 mg P/dm³ przy początkowej wartości 22,9 mg P/dm³, a także wartości wskaźnika ChZT z poziomu 258 do 72 mg O₂/dm³. Ponadto wykorzystanie żelaza zawartego w wodach popłucznych nie wymaga przeprowadzenia obróbki chemicznej. Taki sposób postępowania umożliwia obniżenie kosztów związanych z podczyszczaniem odcieków w bocznym ciągu technologicznym w komunalnej oczyszczalni ścieków. Stanowi to również alternatywę do rozwiązania problemu unieszkodliwiania wód popłucznych, które są produktem ubocznym uzdatniania wody podziemnej, a które również wymagają unieszkodliwienia.

Literatura

- [1] Dymaczewski Z i inni. Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków. Poznań: Wyd. PZITS Oddział Wielkopolski; 2011.

- [2] Bever J, Stein A, Teichmann H. Zaawansowane metody oczyszczania ścieków. Bydgoszcz: Wyd. Projprzem-EKO; 1997.
- [3] Świdarska-Bróz M, Kowal AL. Oczyszczanie wody. Warszawa: Wyd. Nauk PWN; 2007.
- [4] Oberacker F, Maier D, Maier M. Arsenic and drinking water, Part 2 - A review of the arsenic elimination processes for drinking water production and sustainable handling options for arsenic containing water works sludges. *Vom Wasser*. 2003;100:9-48. DOI: 10.1002/3527600892.ch2.
- [5] Shalini Ch, Pragnesh ND. Removal of iron for safe drinking water. *Desalination*. 2012;303:1-11. DOI:10.1016/j.jhazmat.2015.03.028.

THE USE OF BACKWASH WATER IN THE PURIFICATION OF LEACHATE FROM THE FILTER PRESS

Faculty of Energy and Environmental Engineering, Silesian University of Technology, Gliwice

Abstract: Mechanical dewatering process is most typically method of sludge treatment used on municipal sewage treatment plant. In this process leachate are generated besides the dewatered sludge. Leachate has a high pollutant load, including a high concentration of phosphorus. In the case of discharging them to the main line of wastewater treatment, they are additional load of organic and phosphorus compounds. Therefore, they should be previously pre-treating in the side-treatment system. The backwash water from groundwater treatment plants contain a high concentration of iron ions. Mixing backwash water and leachate may be preferred solution. Therefore, study was carried using backwash water to leachate treatment. Salts of iron(III) submitted to the effluents are hydrolyzed and are formed hydroxy complexes. In this form iron can cause sorption of pollutants, formation of complexes of iron salts and co-precipitation or precipitation of sludge. The aim of this study was to determine the effect of backwash water on quality of leachate from the dewatering process of sludge from municipal sewage treatment plant. The coagulation process of backwash water with leachate was carried out in 6 and 20°C. The leachate and backwash water were mixed in such proportion to obtain the ratios of Fe/P equaled to 0.5; 1.0; 1.5; 20; 2.5; 30. The study showed that the following process allowed to reduce both phosphorus and COD concentration in the leachate. Concentrations of phosphorus compounds after process were in range of 4.5-20.7 and 4.5-8.4 mg/dm³ respectively at 6 and at 20°C. In the case of COD, its value in leachate after coagulation was in range of 79-180 and 72-140 mg/dm³ respectively at 6 and at 20°C.

Keywords: use of backwash water, municipal sewage sludge, treatment of leachate from the dewatering process of sludge