



Rok założenia 1955

INSTYTUT CHEMICZNEJ PRZERÓBKİ WĘGLA

ul. Zamkowa 1, 41-803 Zabrze
tel. centrala: 32-271-00-41 • faks: 32-271-08-09
tel. sekretariat: 32 271 51 52, 32 274 50 07
e-mail: office@ichpw.pl • www.ichpw.pl
NIP 648-000-87-65 • REGON 000025945 • KRS 0000138095

KANCELARIA OGÓLNA
UM Świeradów-Zdrój

12-07-2019

Ilość załączników
podpis

4273/2019

SPRAWOZDANIE

z wykonania pracy pt.:

Filtracja wód naturalnych zawierających glin



Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla

D/DBR
Dyrektor
dr inż. Aleksander Sobolewski

Zabrze, 2019 r.

nr ewidencyjny IChPW

Zleceniodawca: MWS Technical Solutions Włodzimierz Sieradzki

Komórka organizacyjna: CBT


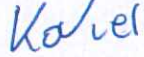

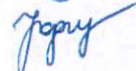
Kierownik komórki organizacyjnej: dr inż. Sławomir Stelmach

Tytuł pracy: Filtracja wód naturalnych zawierających glin

Termin rozpoczęcia pracy: 28.06.2019

Termin zakończenia pracy: 08.07.2019

Autorzy pracy:


- 1 dr inż. Anna Kwiecińska-Mydlak 
(imię i nazwisko, podpis)
2 inż. Mateusz Kochel 
(imię i nazwisko, podpis)
3 dr inż. Katarzyna Rychlewska 
(imię i nazwisko, podpis)
1 mgr inż. Barbara Jagustyn 
(imię i nazwisko, podpis)

Praca wykonana w ramach projektu nr: 43.19.013

Tytuł projektu: Filtracja wód naturalnych zawierających glin

Termin rozpoczęcia projektu: 28.06.2019

Termin zakończenia projektu: 08.07.2019

Kierownik projektu: dr inż. Anna Kwiecińska-Mydlak 
(imię i nazwisko, podpis)

Sprawdził:

Dr inż. Sławomir Stelmach
(imię i nazwisko, podpis)



Ilość stron: 6
Ilość tablic: 3
Ilość rysunków: 1

Rozdzielnik:

- 1 kopia – MWS Technical Solutions
- 1 kopia - IChPW

Spis treści

1.	PODSTAWA OPRACOWANIA	4
2.	CEL I ZAKRES PRACY	4
3.	WYNIKI PRAC	4
3.1	PARAMETRY WÓD SUROWYCH	4
3.2	FILTRACJA MEMBRANOWA	4
3.2.1.	Charakterystyka membrany	5
3.2.2.	Jakość filtratów	5
3.2.3.	Wydajność procesu	6
4.	PODSUMOWANIE I WNIOSKI	6

Spis tabel

Tabela 1. Parametry wód surowych	4
Tabela 2. Charakterystyka membrany DL	5
Tabela 3. Wyniki analiz filtratów po procesie nanofiltracji	5

Spis rysunków

Rysunek 1. Wydajność procesu nanofiltracji	6
--	---

1 PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania jest zlecenie otrzymane przez MWS Technical Solutions Włodzimierz Sieradzki dotyczące przeprowadzenia procesu filtracji wód naturalnych zawierających glin.

2 CEL I ZAKRES PRACY

Niniejsza praca ma na celu przedstawienie wyników badań procesu nanofiltracji trzech wód naturalnych zawierających glin i określenie przydatności procesu do usuwania zanieczyszczenia pod kątem produkcji wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

3 WYNIKI PRAC

3.1 Parametry wód surowych

W tabeli 1 przedstawiono parametry analiz wód surowych, które stanowiły:

- woda 1 – ujęcie Bronka Czecha
- woda 2 – ujęcie Łużyca
- Woda 3 – ujęcie Czarny Potok

Tabela 1. Parametry wód surowych

Parametr	Jednostka	Woda 1	Woda 2	Woda 3	RMZ2017*
pH	-	5,57	5,5	5,46	n/d
Przewodność wł.	μS/cm	37,8	45,8	30,9	n/d
ChZT	mgO ₂ /L	<5	<5	<5	n/d
Al.	mg/L	0,464	0,497	0,403	0,2
Na ⁺	mg/L	2,58	2,13	1,97	200
K ⁺	mg/L	0,37	0,40	0,33	n/d
Mg ²⁺	mg/L	0,37	0,95	0,32	7-125
Ca ²⁺	mg/L	1,69	2,45	1,43	n/d
F ⁻	mg/L	0,29	0,18	0,18	1,5
Cl ⁻	mg/L	1,88	1,41	0,85	250
NO ₃ ⁻	mg/L	2,76	1,11	2,08	50
SO ₄ ²⁻	mg/L	8,34	13,7	7,43	250

*ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi

Wyniki analiz wskazują, że badane wody odznaczają się bardzo niskim stopniem mineralizacji i w większości spełniają wymagania stawiane wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi, poza stężeniem glinu, którego ilość, we wszystkich analizowanych wodach, ponad dwukrotnie przekracza dopuszczalną wartość.

3.2. Filtracja membranowa

3.2.1. Charakterystyka membrany

Bazując na parametrach wody surowej w celu usunięcia glinu zastosowano proces nanofiltracji. Do badań wykorzystano membranę nanofiltracyjną firmy GE o właściwościach podanych w tabeli 2.

Tabela 2. Charakterystyka membrany DL

Model membrany	Klasyfikacja	Retencja soli	Max. ciśnienie pracy, bar	Zakres roboczy pH	Typowy strumień, L/m ² /h/1MPa	Dawka chloru	Max. temperatura pracy, °C	Material
DL	NF	96%-MgSO ₄	40	2-10	31	zabronione	80	TFC

Badania nanofiltracji wód surowych prowadzono przy ciśnieniu 1.0 MPa, przy czym próbę wody poddawaną filtracji alkalizowano bezpośrednio przed procesem z wykorzystaniem 5% roztworu wodorotlenku sodu (zgodnie z zaleceniem zamawiającego) do pH = 9,1-9,2. Badania prowadzono przy założonym stopniu odzysku wody na poziomie 80%.

3.2.2. Jakość filtratów

Wyniki analiz uzyskanych strumieni filtratu przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki analiz filtratów po procesie nanofiltracji

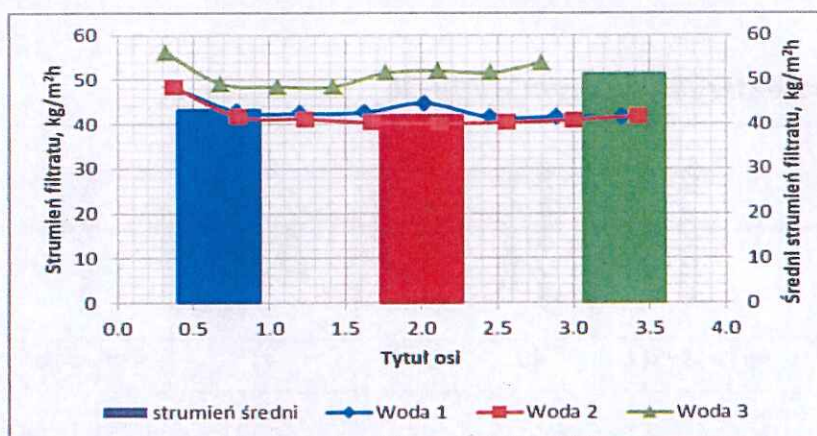
Parametr	Jednostka	Woda 1	Filtrat 1	Woda 2	Filtrat 2	Woda 3	Filtrat 3	RMZ 2017*
pH	-	5,57	8,06	5,5	7,75	5,46	7,9	n/d
Przewodność wł.	μS/cm	37,8	13,6	45,8	15,06	30,9	14,6	n/d
ChZT	mgO ₂ /L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	n/d
Al	mg/L	0,464	0,0136	0,497	0,0110	0,403	0,0361	0,2
Na ⁺	mg/L	2,58	2,2	2,13	2,24	1,97	2,52	200
K ⁺	mg/L	0,37	0,24	0,40	0,15	0,33	0,14	n/d
Mg ²⁺	mg/L	0,37	<0,05	0,95	0,08	0,32	<0,05	7-125
Ca ²⁺	mg/L	1,69	0,19	2,45	0,33	1,43	<0,05	n/d
F ⁻	mg/L	0,29	0,06	0,18	0,09	0,18	<0,05	1,5
Cl ⁻	mg/L	1,88	1,11	1,41	1,01	0,85	0,60	250
NO ₃ ⁻	mg/L	2,76	1,45	1,11	0,84	2,08	1,24	50
SO ₄ ²⁻	mg/L	8,34	0,44	13,7	0,96	7,43	0,62	250

Wyniki badań wskazują na wysoką skuteczność procesu nanofiltracji do usuwania glinu z wody surowej. Przy wysokim stopniu odzysku (80%) stężenie zanieczyszczenia w filtracie było 10 do 35 krotnie niższe niż w przypadku wody surowej. Proces umożliwił także obniżenie stężenia jonów

dwuwartościowych obecnych w wodach surowych, tj. wapnia, magnezu oraz siarczanów. Zaobserwowano także częściowe usunięcie jonów jednowartościowych, w szczególności fluorków.

3.3. Wydajność procesu

Na rysunku 1 przedstawiono wydajność procesu nanofiltracji.



Rysunek 1. Wydajność procesu nanofiltracji

Badania wykazały, że pomimo znaczącego stopnia zagęszczenia nadawy (80% odzysku filtratu) proces przebiegał stabilnie, a stabilizacja strumienia filtratu została osiągnięta po ok. 30 minutach niezależnie od rodzaju filtrowanej wody. Średnia wydajność procesu wahała się od 42 do 51 $\text{kg/m}^2\text{h}$, co jest wartością wyższą niż średnia wydajność podawana dla zastosowanych membran przez producenta. Tak wysoka sprawność procesu może wynikać ze zalkalizowania wody przed procesem lub też z powleczenia powierzchni membrany warstwą soli (warstwa polaryzacyjna) o hydrofilowości większej niż hydrofilowość materiału membranotwórczego. Niemniej jednak otrzymane wyniki potwierdzają wysoką wydajność procesu.

4 Podsumowanie

W ramach niniejszej pracy przeprowadzono badania filtracji membranowej wód naturalnych zanieczyszczonych glinem. Do usunięcia zanieczyszczenia zaproponowano proces nanofiltracji z wykorzystaniem membrany DL. Badania wykazały wysoką skuteczność zaproponowanego rozwiązania. Przy 80% stopniu odzysku filtratu uzyskano obniżenie stężenia glinu ze średnio 0.45 mg/L w wodzie surowej do $<0.05 \text{ mg/L}$ w filtracie. Proces cechował się stabilnym przebiegiem, a stałą wartość strumienia filtratu osiągnięto po 30 minutach.

Podsumowując, proces nanofiltracji może być z powodzeniem zastosowany do usuwania glinu z badanych typów wód, a jakość filtratów odpowiada parametrom zawartym w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi w odniesieniu do glinu.