

Alicja PUSZKAREWICZ, Jadwiga KALETA, Dorota PAPCIAK

Politechnika Rzeszowska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
ul. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów
e-mail: apuszk@prz.rzeszow.pl

Wykorzystanie węgla aktywnych do oczyszczania zaolejonych roztworów wodnych

Zaprezentowano rezultaty badań nad wykorzystaniem adsorpcyjnych właściwości wybranych pylistych węgla aktywnych do usuwania z wody zemulgowanego oleju maszynowego Mixol S metodą koagulacji. W badaniach zastosowano następujące reagenty: pylisty węgiel aktywny Organosorb 200-1 Wi (PWA 1), Organosorb 100-1 (PWA 2) oraz koagulanty podstawowe, tj.: chlorek żelaza(III) $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ i siarczan(VI) glinu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. Badania wykonywane były seriami w zależności od dawki pylistego węgla aktywnego (PWA) i rodzaju koagulantów podstawowych. Większą efektywnością w usuwaniu oleju Mixol z wody, przy użyciu obu koagulantów, wykazał się pylisty węgiel aktywny Organosorb 100-1 (PWA 2).

Największe, 97% usunięcie oleju ($C_k = 12 \text{ mg/dm}^3$), przy stężeniu początkowym $C_0 = 360 \text{ mg/dm}^3$, otrzymano dla $150 \text{ mg/dm}^3 \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3$ i pylistego węgla aktywnego PWA 2 w dawce $0,2 \text{ g/dm}^3$. W świetle przeprowadzonych badań koagulacja wspomagana procesem adsorpcji okazała się skuteczną metodą oczyszczania emulsji olejowych, a sole glinu lepszym koagulantem. Dużą korzyścią z zastosowania węgla aktywnego (czyli połączenia procesów koagulacji i adsorpcji) była lepsza jakość osadów pokoagulacyjnych. Osady uzyskiwane w wyniku prowadzonych testów z koagulantem podstawowym i węglami, w przeciwieństwie do osadów pochodzących tylko z samodzielnie stosowanych koagulantów, były o dużo większej gęstości i mniej uwodnione. Tworzyły szlam, łatwy do usunięcia i możliwy do regeneracji poprzez odwodnienie, wysuszenie i wyprażenie.

Słowa kluczowe: substancje ropopochodne, koagulacja, adsorpcja, węgle aktywne, oczyszczanie ścieków

Wstęp

Biorąc pod uwagę powszechność użytkowania ropy naftowej, musimy zdawać sobie sprawę ze skutków zanieczyszczenia środowiska naturalnego produktami ropopochodnymi. Starannego oczyszczania wymagają duże ilości ścieków technologicznych, powstające w zakładach rafineryjnych i petrochemicznych. Silnie zaolejone są również ścieki opadowe z tych terenów. Ilość i jakość ścieków zależą od wielkości rafinerii, rodzaju technologii przerobu ropy naftowej, jakości surowej ropy naftowej oraz stanu technicznego zakładu. Przeciętna zawartość oleju w takich ściekach mieści się w przedziale $50 \div 2000 \text{ mg/dm}^3$ [1, 2].

Powszechnie stosowane metody odolejania to procesy: mechaniczne (wyptywanie, flotacja, filtracja), fizykochemiczne (koalescencja, sorpcja, ultrafiltracja), chemiczne (koagulacja, ekstrakcja) oraz biodegradacja [3]. Usuwanie zdyspergowanych zanieczyszczeń ropopochodnych z wody jest trudne i bardzo często staje

się realne dopiero po połączeniu kilku jednostkowych procesów w sensowny model kombinowany. Inwestycja i eksploatacja takich układów technologicznych wiąże się niekiedy z dużymi nakładami finansowymi. Zastosowanie drogich technologii unieszkodliwiania zaolejonych odpadów jest nierealne szczególnie w ramach małych jednostek. Wciąż podejmuje się próby znajdowania coraz to nowszych i tańszych rozwiązań technologicznych obejmujących oczyszczanie ścieków z produktów ropopochodnych [4, 5]. Realizacja dwóch procesów jednostkowych na jednym etapie układu technologicznego mogłaby zwiększyć rentowność odolejania.

Procesem, który znalazł powszechne zastosowanie w zakładach petrochemicznych, do oczyszczania wód i ścieków zaolejonych substancjami ropopochodnymi występującymi w formie zdyspergowanej, jest koagulacja [6-8]. Substancje hydrofobowe (większość związków ropopochodnych) wykazują się małą energią powinowactwa do wody. Przy odpowiednio dobranym środku wspomagającym, o małej energii powinowactwa do wody, a dużej do związków ropopochodnych, skuteczność koagulacji znacznie wzrośnie [5, 9, 10]. Dobrymi środkami wspomagającymi usuwanie zdyspergowanych substancji organicznych z wody są adsorbenty porowate o dużej powierzchni właściwej. Zaliczyć do nich można węgle aktywne uzyskane głównie z torfu, drewna, węgla brunatnych i węgla kamiennego [11, 12].

W niniejszej pracy podjęto badania mające określić, czy układ technologiczny złożony tylko z procesu koagulacji objętościowej zapewni wystarczające usunięcie związków ropopochodnych z roztworów wodnych ($< 15 \text{ mg/dm}^3$). Celem realizowanych badań było wykorzystanie adsorpcyjnych właściwości wybranych węgli aktywnych do usunięcia z wody zemulgowanego oleju maszynowego Mixol S. Realizacja połączonych procesów adsorpcji i koagulacji nastawiona była na zagwarantowanie wysokiego stopnia odolejania wody i określenia stopnia wykorzystania węgla aktywnych jako środka wspomagającego koagulację z zastosowaniem tradycyjnych reagentów.

1. Materiały i metodyka

1.1. Charakterystyka użytych reagentów

W przeprowadzonych badaniach zastosowano następujące reagenty:

- chlorek żelaza(III) $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$,
- siarczan(VI) glinu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
- węgle aktywne - pyliste (firmy DESOTEC):

a) PWA 1 - Organosorb 200-1 Wi

Węgiel aktywny - typ węgiel drzewny - o gęstości nasypowej $280 \pm 30 \text{ g/l}$.

Uziarnienie:

90% $> 200 \text{ mesh (USS)}$ - 90% $< 0,075 \text{ mm}$

powierzchnia właściwa (BET N_2) - min. $900 \text{ m}^2/\text{g}$

b) PWA 2 - Organosorb 100-1

Węgiel aktywny - typ węgiel kamienny (bitumiczny) - o gęstości nasypowej 500 ± 30 g/l.

Uziarnienie:

30÷100 mesh (USS) - 0,6÷0,15 mm

powierzchnia właściwa (BET N₂) - min. 920 m²/g

1.2. Charakterystyka emulsji olejowej

Do badań użyto oleju silnikowego Mixol S. Jest to olej będący mieszaniną głównie węglowodorów alifatycznych z domieszkami uszlechcającymi zwiększającymi właściwości smarne. Jego charakterystykę zawiera tabela 1. Na bazie tego oleju sporządzono emulsję modelową. Przeprowadzona obserwacja mikroskopowa wykazała, że krople olejowe były mniejsze od 3,0 μm, co świadczyło, że emulsję można zaliczyć do drobnodispersyjnych.

pH roztworu oscyloowało w zakresie 6,5÷7,0.

Średnie początkowe stężenie oleju w wodzie wynosiło $C_p = 360$ mg/dm³.

Tabela 1

Charakterystyka olejów w temperaturze 15°C

Cecha oleju	Jednostka	Olej Mixol S
Lepkość kinematyczna w 40°C	mm ² /s	min. 14,0
Gęstość właściwa	kg/m ³	893
Temperatura zapłonu	°C	min. 50

1.3. Sposób prowadzenia badań

Badania nad usuwaniem związków ropopochodnych prowadzono metodą koagulacji objętościowej (testy naczyniowe). Wykonywane były seriami w zależności od dawki pylistego węgla aktywnego (PWA) i zastosowanych koagulantów podstawowych.

Testy laboratoryjne składały się z następujących serii:

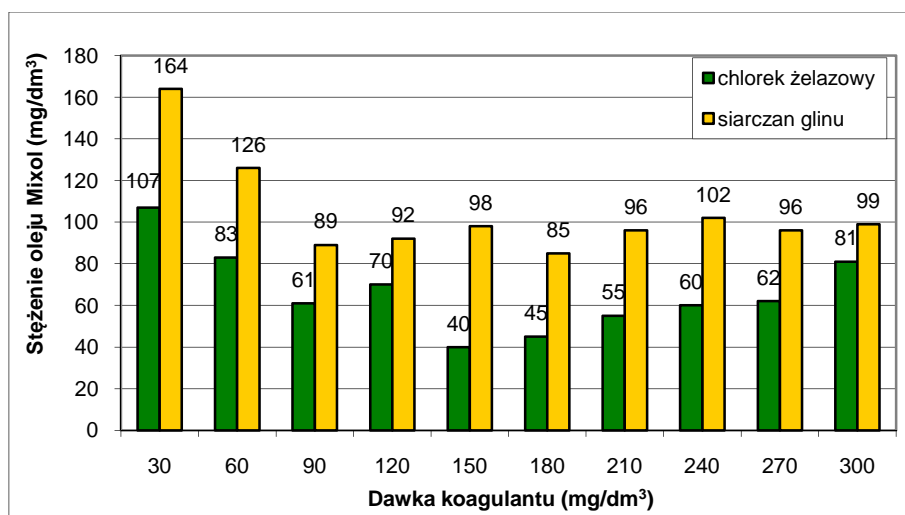
- koagulacja z zastosowaniem różnych dawek koagulantów podstawowych (od 30 do 300 mg/dm³)
- koagulacja z zastosowaniem PWA 1 i PWA 2 w dawkach: 0,1; 0,2; 0,5 i 0,8 g/dm³ i zmiennymi dawkami koagulantów podstawowych.

We wstępnych badaniach wyznaczono parametry przebiegu procesu koagulacji: czas szybkiego mieszania - 60 s, czas wolnego mieszania (flokulacji) - 30 min.

Czas sedymentacji wynosił 2 h, a w roztworze po dekantacji wykonywano oznaczenia. Podstawowym oznaczeniem kontrolnym była zawartość olejów w roztworze, określana metodą: ekstrakcja eterem naftowym - oznaczenie wagowe.

2. Wyniki i ich omówienie

Stężenia oleju Mixol, uzyskane po procesie koagulacji ze zmiennymi dawkami koagulantów ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ i $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Zawartość oleju Mixol po procesie koagulacji

Przy zastosowaniu chlorku żelazowego największe usunięcie oleju uzyskano dla dawki 150 mg/dm³. Zawartość oleju w roztworze pokoagulacyjnym wyniosła 40 mg/dm³. W przypadku siarczanu glinu rezultaty były dużo gorsze. Dla dawki 180 mg/dm³ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ zdołano obniżyć zawartość oleju tylko do wartości 85 mg/dm³. Na tym etapie badań bardziej skuteczny okazał się chlorek żelazowy, chociaż obniżenie zawartości oleju z 360 do 40 mg/dm³ było wynikiem tylko częściowo zadowalającym. Wynik był pozytywny z uwagi na to, że takie ilości związków ropopochodnych można z powodzeniem poddać końcowemu oczyszczaniu biologicznemu (zalecane poniżej 50 mg/dm³) [3]. Rezultat okazał się niewystarczający z punktu widzenia warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu zaolejonych ścieków do wód lub do ziemi.

Zgodnie z rozporządzeniem [13], najwyższa dopuszczalna zawartość substancji ropopochodnych odprowadzana do odbiornika nie powinna przekraczać 15 mg/dm³. Z tego powodu w kolejnych seriach badań stosowano dwa reagenty: koagulant podstawowy i PWA. Wprowadzenie pylistej frakcji węgla, jako adsorbentu, w czterech różnych dawkach, bezpośrednio przed koagulantem podstawowym, miało na celu zwiększenie efektywności usuwania oleju Mixol.

Wyniki zawarte w tabelach 2 i 3 przedstawiają zawartości oleju uzyskane metodą koagulacji wspomaganą procesem adsorpcji.

Rezultaty uzyskane z użyciem koagulantu podstawowego FeCl_3 i PWA 1 wskazują, że największe usunięcie oleju otrzymano dla dawki węgla 0,5 g/dm³ i chlorku żelazowego w dawce 150 mg/dm³. Dla tych wspólnie zastosowanych reagentów

stężenie oleju w uzdatnionej wodzie znacznie się obniżyło i wyniosło $C_k = 30 \text{ mg/dm}^3$. Nieco lepszy rezultat, przy koagulacji solami żelazowymi, uzyskano z zastosowaniem adsorbentu PWA 2 ($C_k = 21 \text{ mg/dm}^3$) (tab. 3).

Tabela 2

Zawartość oleju Mixol po procesie koagulacji z zastosowaniem pylistych węgla aktywnych i koagulantu FeCl_3

Dawka koagulantu FeCl_3 mg/dm^3	Stężenie oleju Mixol, mg/dm^3							
	dawka PWA 0,1 g/dm^3		dawka PWA 0,2 g/dm^3		dawka PWA 0,5 g/dm^3		dawka PWA 0,8 g/dm^3	
	PWA 1	PWA 2	PWA 1	PWA 2	PWA 1	PWA 2	PWA 1	PWA 2
30	109	162	217	148	182	319	161	131
60	97	138	147	94	133	147	115	84
90	72	56	98	70	84	75	61	85
120	37	30	73	64	45	65	59	70
150	52	43	56	55	30	32	124	75
180	167	75	85	21	30	43	145	78

Tabela 3

Zawartość oleju Mixol po procesie koagulacji z zastosowaniem pylistych węgla aktywnych i koagulantu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Dawka koagulantu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mg/dm^3	Stężenie oleju Mixol, mg/dm^3							
	dawka PWA 0,1 g/dm^3		dawka PWA 0,2 g/dm^3		dawka PWA 0,5 g/dm^3		dawka PWA 0,8 g/dm^3	
	PWA 1	PWA 2	PWA 1	PWA 2	PWA 1	PWA 2	PWA 1	PWA 2
30	119	180	139	184	46	157	53	62
60	96	92	54	172	35	71	61	68
90	43	42	48	65	26	67	60	179
120	48	33	46	20	30	58	83	180
150	106	27	82	12	38	30	78	182
180	109	26	29	14	56	24	100	183

Badania przeprowadzone z adsorbentami węglowymi i siarczanem glinu wykazały, że największe usunięcie oleju otrzymano z użyciem $150 \text{ mg/dm}^3 \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3$ i PWA 2 w dawce $0,5 \text{ g/dm}^3$ (tab. 3). Końcowe stężenie oleju Mixol w uzdatnionej wodzie wyniosło 12 mg/dm^3 . Wynik ten spełniał wszystkie wcześniej omówione wymagania jakościowe odprowadzanych ścieków, a tak znaczną redukcję olejów uzyskano dla mniejszej dawki koagulantu podstawowego.

W przypadku zastosowania PWA 1 usunięcie oleju z roztworu było znaczne i chociaż nie w pełni zadowalające, to uzyskane przy dużo mniejszej dawce siarczanu glinu ($D = 90 \text{ mg/dm}^3$). Końcowe stężenie oleju Mixol w uzdatnionej wodzie wyniosło $C = 26 \text{ mg/dm}^3$.

Podsumowanie

Najskuteczniejsze rezultaty z wszystkich serii badań zamieszczono w tabeli 4.

Tabela 4

Zestawienie najlepszych rezultatów z wszystkich serii badań

Nr serii	Dawka i rodzaj reagenta	Zawartość oleju w roztworze mg/dm ³	Procentowe usunięcie oleju %
1	150 mg/dm ³ FeCl ₃	40	89
2	180 mg/dm ³ Al ₂ (SO ₄) ₃	85	76
3	150 mg/dm ³ FeCl ₃ + 0,5 g/dm ³ PWA 1	30	91
4	90 mg/dm ³ Al ₂ (SO ₄) ₃ + 0,5 g/dm ³ PWA 1	26	92
5	180 mg/dm ³ FeCl ₃ + 0,2 g/dm ³ PWA 2	21	94
6	150 mg/dm ³ Al ₂ (SO ₄) ₃ + 0,2 g/dm ³ PWA 2	12	97

Analizując te wyniki, wyraźnie widać, że w przeprowadzonych badaniach uzyskano duże usunięcia oleju. Dla węgla PWA 1 optymalna okazała się dawka 0,5 g/dm³, zaś dla PWA 2 najskuteczniejszą okazała się dawka mniejsza, wynosząca dla obu koagulantów 0,2 g/dm³.

Chlorek żelazowy zastosowany samodzielnie usuwał olej w 89%, zaś w połączeniu z PWA 2 obniżenie zawartości oleju wyniosło 94%. Zastosowanie w procesie koagulacji koagulantu Al₂(SO₄)₃ i testowanych węgla aktywnych przyczyniło się do znacznego obniżenia stężenia oleju w wodzie przy zastosowaniu niższych dawek koagulantu podstawowego (tab. 4). Najwyższą, 97% redukcję olejów, otrzymano dla 150 mg/dm³ Al₂(SO₄)₃ i pylistego węgla kamiennego PWA 2 w dawce 0,2 g/dm³. Większą efektywnością w usuwaniu oleju Mixol z wody dla obu koagulantów wykazał się pylisty węgiel aktywny PWA 2.

Zastosowanie koagulantów podstawowych do usuwania zemulgowanego oleju Mixol polegało głównie na neutralizowaniu ładunku elektrycznego podwójnej warstwy elektronowej cząsteczek oleju (zawarte w bazie olejowej Mixolu dodatki - pochodne kwasów organicznych mają zazwyczaj ładunek ujemny). Powstające wodorotlenki, produkty hydrolizy koagulantów (w tym przypadku Al(OH)₃ i Fe(OH)₃) przyczyniały się do zmniejszenia dyspersji oleju, którego cząsteczki mogły sorbować się na ich powierzchni [14]. Oba koagulanty okazały się dość efektywne, ale otrzymane redukcje oleju Mixol (76% dla Al₂(SO₄)₃ i 89% FeCl₃) nie były w pełni zadowalające.

W związku z powyższym do procesu koagulacji wprowadzono adsorbent jako środek wspomagający. Do adsorpcji zanieczyszczeń ropopochodnych użyto pylistych węgla aktywnych. Znaczenie węgla aktywnego w przeprowadzonym procesie podnosi fakt, że jest to substancja nietoksyczna (nawet przy spożyciu), stosunkowo tania w produkcji (głównie węgiel drzewny), a jednocześnie łatwa do utylizacji po zużyciu (np. przez spalanie lub ponowne użycie).

Wykorzystując jego specyficzne właściwości (przede wszystkim charakter chemiczny i porowatość), znacznie zwiększono udział sorpcji w realizowanym procesie koagulacji.

Analizując otrzymane rezultaty, wyraźnie widać, że wykazał się on zdolnościami adsorpcyjnymi w odniesieniu do substancji ropopochodnych. Ze względu na naturę działających sił międzycząsteczkowych oraz rozmiary cząstek adsorbentu związki olejowe najprawdopodobniej zatrzymane zostały na powierzchni oraz wewnątrz makro- i mezoporów adsorbentu. Wprowadzone do badań węgle pyliste spowodowały kilkukrotne zmniejszenie stężenia oleju w wodzie pokoagulacyjnej w stosunku do ich zawartości po koagulacji koagulantami podstawowymi, obniżając jego zawartość w najkorzystniejszej serii nr 6 do 12,0 mg/dm³.

Ponieważ decydującym wskaźnikiem efektywności koagulacji jest szybkość opadania powstałych flokuł, odpowiednio dobrany środek wspomagający (flokulant) jest w stanie znacznie przyspieszyć ich opadanie. Węgiel aktywny (PWA 2) jako dobry adsorbent olejofilny z dużą skutecznością adsorbował olej z wody, a w połączeniu z produktami hydrolizy koagulantów znacząco poprawiał sedimentację powstałych flokuł. Pełnił zatem również rolę flokulantu - obciążnika. Mniejszą efektywnością odolejania wykazał się węgiel aktywny (PWA 1), nawet przy zastosowaniu większych dawek od PWA 2. Przyczyną tego mogła być mniejsza granulacja węgla, która nie sprzyjała tworzeniu się dużych, dobrze opadających kłaczków. Być może w odniesieniu do tego adsorbentu i zastosowanych koagulantów należałoby wprowadzić dodatkowy środek wspomagający - flokulant z grupy polielektrolitów [15].

Dużą korzyścią z zastosowania węgla aktywnego (czyli połączenia procesów koagulacji i adsorpcji) była lepsza jakość osadów pokoagulacyjnych. Osady uzyskiwane w wyniku prowadzonych testów z koagulantem podstawowym i węglami, w przeciwieństwie do osadów pochodzących tylko z samodzielnie stosowanych koagulantów, były o dużo większej gęstości i mniej uwodnione. Tworzyły szlam, łatwy do usunięcia i możliwy do regeneracji poprzez odwodnienie, wysuszenie i wyprażenie.

Należy pamiętać również, że ilość powstających osadów pokoagulacyjnych determinuje dawka i rodzaj użytego koagulantu [16]. Sole glinu generują znacznie mniej osadów od soli żelazowych. Wariant z dawkami wprowadzonymi w serii 6 okazał się skutecznym i ekonomicznym rozwiązaniem technologicznym, który może mieć zastosowanie w praktyce.

Wnioski

- W świetle przeprowadzonych badań koagulacja objętościowa wspomagana procesem adsorpcji okazała się efektywną metodą oczyszczania emulsji olejowych.
- Oba koagulanty zastosowane samodzielnie okazały się dość skuteczne, ale otrzymane usunięcie oleju Mixol (76% dla $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ i 89% dla FeCl_3) nie było w pełni zadowalające.

- Wprowadzone do badań pyliste węgle aktywne (jako flokulanty) spowodowały zmniejszenie stężenia oleju w wodzie pokoagulacyjnej do $12,0 \text{ mg/dm}^3$ (97% usunięcie). Wynik ten uzyskano dla $150 \text{ mg/dm}^3 \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3$ i pylistego węgla aktywnego (typ - węgiel kamienny) w dawce $0,2 \text{ g/dm}^3$.
- Dodatkową korzyścią z zastosowania węgla aktywnego (czyli połączenia procesów koagulacji i adsorpcji) była lepsza jakość osadów pokoagulacyjnych.

Literatura

- [1] Bartkiewicz B., Ścieki przemysłowe, WPW, Warszawa 2000.
- [2] Ruffer H., Rosenwinkel K., Oczyszczanie ścieków przemysłowych, Wyd. Projprzem-EKO, Bydgoszcz 1998.
- [3] Anielak A., Chemiczne i fizykochemiczne oczyszczanie ścieków, WN PWN, Warszawa 2000.
- [4] Srinivasan A., Viraraghavan T., Removal of oil by walnut shell media, Bioresource Technology, 2008, 99, 17, 8217-8220.
- [5] Kaleta J., Puzzkarewicz A., Evaluation of usability clinoptilolite and diatomite for sorption of oil contaminants from water solutions, Archives of Environmental Protection 2005, 31, 107-113.
- [6] Kowal A.L., Odnowa wody, Podstawy teoretyczne procesów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.
- [7] Mavros M., Xekoukoulotakis N., Complete treatment of olive pomace leachate by coagulation, activated-carbon adsorption and electrochemical oxidation, Water Research 2008, 42, 12, 2883-2888.
- [8] Amuda O.S., Alade A., Coagulation/flocculation process in the treatment of abattoir wastewater, Desalination 2006, 196, 1-3, 22-31.
- [9] Morawski A.W., Tryba B., Eksfoliowane grafity jako sorbenty do usuwania substancji ropopochodnych z wody, Przegląd Komunalny 2002, 11, 37-45.
- [10] Alther G., Cleaning wastewater: Removing oil from water with organoclays, Filtration and Separation 2008, 45, 4, 22-24.
- [11] Szlachta M., Adamski W., Modelowanie skuteczności procesu adsorpcji na pylistym węglu aktywnym w układzie technologicznym oczyszczania wody, Ochrona Środowiska 2008, 2, 57-60.
- [12] Tomaszewska M., Mozia S., Usuwanie wybranych zanieczyszczeń organicznych z wody w procesie koagulacji wspomaganiej adsorpcją na pylistym węglu aktywnym, Przemysł Chemiczny 2002, 81, 1, 36-41.
- [13] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, DzU Nr 137, poz. 984.
- [14] Montgomery J.M., Water treatment principles and design, John Wiley & Sons, Inc., New York 2005.
- [15] Jagoszewski T., Świdarska-Bróz M., Wpływ polielektrolitów na zagęszczanie grawitacyjne osadów pokoagulacyjnych, Ochrona Środowiska 2000, 1, 7-10.
- [16] Technologia usuwania i unieszkodliwiania osadów z uzdatniania wody, praca zbiorowa pod redakcją M.M. Sozańskiego, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999.

Activated Carbon Usage for Purification of Water Solutions with Oil Contaminants

The paper presents the results of research related to removal of oil emulsion (on base of 'Mixol S') from water solution in coagulation process. The selected powdery activated car-

bons were used as aid reagent by reason of adsorptive properties refer to organic compounds. The research was realized on model emulsion. Carried microscopic observation has showed, that oil drops were smaller than $3.0\ \mu\text{m}$. It testified that objective emulsion could be described as fine-dispersion emulsion. The solutions have pH values in the range 6.5-7.0. The following reagents were applied in the research tests: powdery activated carbon Organosorb 200-1 Wi (PWA 1), Organosorb 100-1 (PWA 2), as well as basic coagulants - i.e. iron(III) chloride $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and aluminum sulfate, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. The tests were conducted in series, depending on the dose of powdery activated carbon and the type of basic coagulants. In case of PWA 1 (powder wood carbon) employment, removal of oil from water solution was considerable but not completely satisfactory. Final concentration of oil Mixol in water has amounted to $C = 26\ \text{mg}/\text{dm}^3$. It gets it at dose aluminum $D = 90\ \text{mg}/\text{dm}^3$ and $0.5\ \text{g}/\text{dm}^3$ active carbon. When both coagulants were used the 'Organosorb 100-1' (PWA 2) powdery activated carbon exhibited higher effectiveness in removal of Mixol oil from water.

The highest oil reduction, i.e. 97% ($C_k = 12\ \text{mg}/\text{dm}^3$), from its initial concentration of $C_0 = 360\ \text{mg}/\text{dm}^3$, was obtained for $150\ \text{mg}/\text{dm}^3$ of $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ and for PWA 2 powdery activated carbon dosed at $0.2\ \text{g}/\text{dm}^3$. Coagulation assisted by the adsorption process appeared to be a more effective method of water purification from oil emulsions, while aluminum salts were better coagulants. The big advantage of using powdery activated carbon (i.e. the combination of coagulation and adsorption processes), was a better quality of post-coagulation sediments. Unlike the sediments formed from coagulant used alone, the sediments obtained as a result of tests with basic coagulant and carbons had much higher density and contained less water. The sludge formed by the latter was easy to remove and could be regenerated by dewatering, drying and roasting.

Keywords: oil substances, coagulation, adsorption, activated carbons, waste-water treatment