



Oczyszczanie ścieków ze stacji naprawy samochodów

*Tadeusz Piecuch, Ludmiła Andriyevska,
Janusz Dąbrowski, Tomasz Dąbrowski,
Barbara Juraszka, Anna Kowalczyk
Politechnika Koszalińska*

1. Wstęp – informacja literaturowa

Ścieki zaolejone jako ścieki poprodukcyjne pochodzą z różnych przemysłów (branż) i to determinuje ich charakter. Zatem, mogą to być po prostu ścieki miejskie, w których znajdują się substancje tłuszczowe [25], ścieki zawierające zużyte oleje smarowe, paliwa oraz oleje napędowe [3,9,11,12,14–16,34], ścieki zawierające oleje chłodząco-smarujące [42], ścieki z przemysłu spożywczego [32].

Zaolejone ścieki zawierają często także inne zanieczyszczenia z grupy związków chemii nieorganicznej oraz zanieczyszczenia stałe, które wpływają na ostateczny efekt oczyszczania. Do procesów, które są stosowane najczęściej dla oczyszczania ścieków zaolejonych należą m.in. biodegradacja, oczyszczanie mechaniczne polegające na zastosowaniu oddzielaczy tzw. lamelowych lub wypełnień kolumnowych, procesy mikrofiltracji na membranach [1,6,10,13,21,23], oczyszczanie ścieków na złożach hydrofitowych [2,5,7,17,27–31], oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego [8,18,20,22,24,25], w procesach filtracji grawitacyjnej, w tym biofiltracji [31], w procesie sorpcji [26,36], w procesie koagulacji [19], w procesie termokatalitycznego unieszkodliwiania ścieków zawierających oleje i detergenty [14], w procesach destabilizacji emulsji olejowych, metodami chemicznymi [33,37,38], oraz metodą flotacji [32,39].

W niniejszej publikacji przedstawione są badania rozpoznawcze możliwości podczyszczania ścieków będących nośnikiem głównie benzyny i oleju napędowego a więc takich, które powstają w każdym zakładzie usługowym naprawy samochodów oraz na stacjach benzynowych. Jest to ogromna ilość punktów usługowych, które co prawda w roboczym odniesieniu do jednej doby, nie produkują dużych ilości ścieków a wręcz odwrotnie ilości niewielkie, to jednak w skali kraju jest to ilość ogromna, która najczęściej odprowadzana jest do kanalizacji – niekoniecznie spełniająca warunki dla takich zrzutów, które to wytycza dana oczyszczalnia ścieków miejsko-gminna odbierająca te ścieki olejowo-benzynowe.

Na każdej stacji benzynowej i w każdym zakładzie naprawczym samochodów znajduje się na wyposażeniu sprężarka, a więc jest dostęp do strugi sprężonego powietrza.

Dlatego też autorzy podjęli rozważania nad koncepcją zastosowania procesu flotacji, celem podczyszczenia ścieków olejowo-benzynowych, jako mała instalacja podczyszczania ścieków, która mogłaby być zainstalowana w oddzielnym pomieszczeniu warsztatu samochodowego lub też stacji benzynowej. Niniejsza praca zawiera wstępne testy o charakterze pilotażowo-rozpoznawczym.

Badania laboratoryjne procesów flotacji przeprowadzono w dwóch niezależnych grupach badań tj. na ściekach modelowych a potem na ściekach rzeczywistych.

2. Badania własne – laboratoryjne

2.1. Badania procesu flotacji na ścieku modelowym

Badania procesu flotacji wykonano na flotowniku mechanicznym typu MECHANOBR.

W pierwszej serii badań spreparowano roztwór modelowy na bazie czystej wody tak, że w każdym dm^3 takiego roztworu znajdowało się $1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ benzyny oraz $1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ detergentu. Stosowanym w badaniach detergentem był płyn o nazwie handlowej LUDWIK GRUPA INCO, w którego skład wchodzi: 5–15% – środki anionowe powierzchniowo-czynne/anionic surfactants, 5% – amfoteryczne środki powierzchniowo czynne/amphoteric surfactants, konserwant/preservative (Methylchloroisothiazolinone, Methilisothiazolinone, 2-Bromo-2- Nitropropane-1,3-Diol), barwnik/dye (CI 9140, CI 42080), kompozycja zapachowa/perfume.

Wartością zawsze stałą był czas flotacji $t = 3$ min, natomiast wartością zmienną, tzw. niezależną, była ilość wprowadzanego oleju napędowego do 1 dm^3 takiego ścieku, odpowiednio: $1,0 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, $2,0 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ oraz $3,0 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ – tabela 1.

Tak spreparowane 3 różne ścieki odpowiadały tzw. wskaźnikowi ekstraktu eterowego, który charakteryzował roztwór przeznaczony do flotacji.

W tabeli 1 podano rezultat flotacji wszystkich trzech ścieków modelowych, natomiast w tabeli 2 podano wartość wskaźnika substancji rozpuszczonych SR, zarówno przed flotacją, jako parametr zmienny niezależny oraz po procesie flotacji, jako parametr zmienny zależny (wynikowy).

Rezultaty badań zawarte w tabeli 1 i 2 przedstawiono graficznie w formie wykresów na rysunku 1 oraz na rysunku 2.

Tabela 1. Wpływ stężenia oleju dodawanego do ścieku modelowego na wartość wskaźnika EE oznaczoną przed i po procesie flotacji

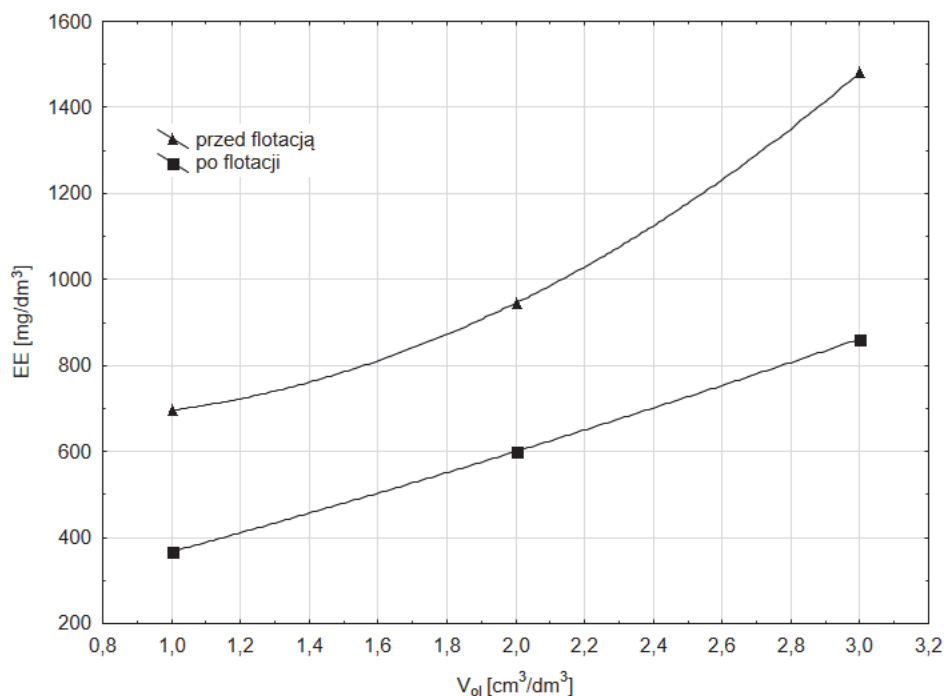
Table 1. Influence of concentration of oil added to model wastewater on EE value determined before and after the flotation process

Stężenie oleju dodawanego $V_{ol} [\text{cm}^3/\text{dm}^3]$	Ekstrakt eterowy EE [mg/dm^3]	
	przed flotacją	po flotacji
1,0	696	367
2,0	945	589
3,0	1481	862

Tabela 2. Wpływ stężenia oleju dodawanego do ścieku modelowego na ilość substancji rozpuszczonych SR przed i po procesie flotacji

Table 2. Influence of concentration of oil added to model wastewater on amount of dissolved substances before and after the flotation process

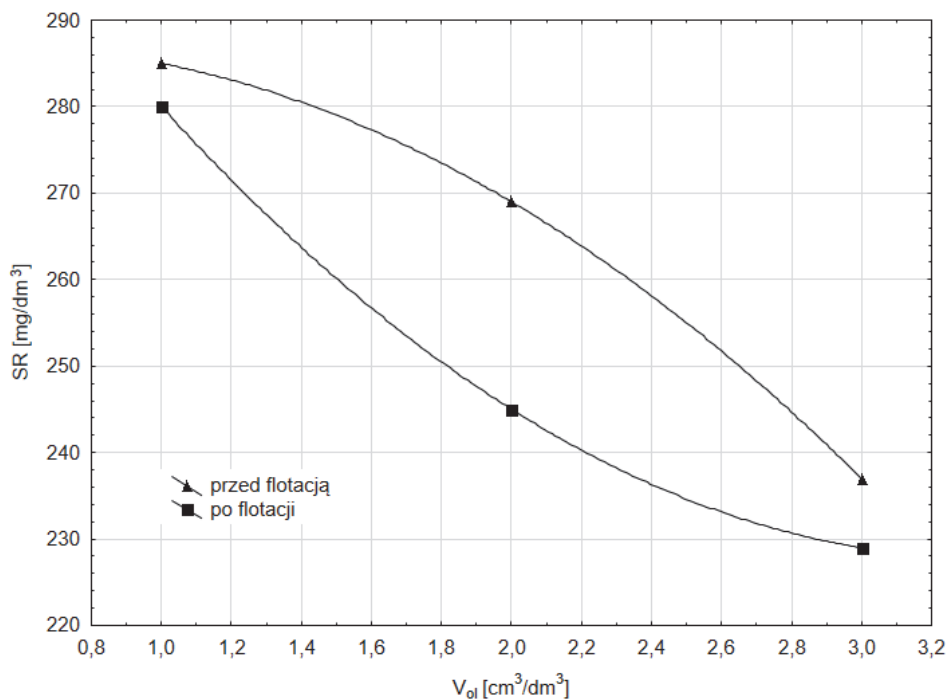
Stężenie oleju dodawanego $V_{ol} [\text{cm}^3/\text{dm}^3]$	Ilość substancji rozpuszczonych SR [mg/dm^3]	
	przed flotacją	po flotacji
1,0	285	280
2,0	269	246
3,0	237	229



Rys. 1. Wpływ ilości oleju dodawanego do ścieku modelowego V_{ol} [cm^3/dm^3] na wartość wskaźnika EE [mg/dm^3]; wartości stałe – dawka benzyny $V_b = 1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, dawka detergentu $V_d = 1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, czas flotacji $t = 3 \text{ min}$

Fig. 1. Influence of amount of oil added to model wastewater V_{ol} [cm^3/dm^3] on EE value [mg/dm^3]; constants – gasoline dose $V_b = 1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, detergent dose $V_d = 1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, flotation time $t = 3 \text{ min}$

W drugiej serii badań na ściekach modelowych zmienną niezależną, zadawaną był czas flotacji zmieniany w granicach odpowiednio 1,0 min, następnie 3,0 min oraz 5,0 min oraz zmiennej dawce benzyny tj. $0,5 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, $1,0 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ oraz $1,5 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ w ścieku preparowanym. Zawsze stała była dawka detergentu $1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, dawka oleju napędowego $2 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$. Także zawsze stała była temperatura ścieku modelowego równa 20°C .



Rys. 2. Wpływ ilości oleju dodawanego do ścieku modelowego V_{oi} [cm^3/dm^3] na wartość wskaźnika SR [mg/dm^3]; wartości stałe – dawka benzyny $V_b = 1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, dawka detergentu $V_d = 1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, czas flotacji $t = 3 \text{ min}$
Fig. 2. Influence of amount of oil added to model wastewater V_{oi} [cm^3/dm^3] on value of DS [mg/dm^3]; constants – gasoline dose $V_b = 1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, detergent dose $V_d = 1 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, flotation time $t = 3 \text{ min}$

Zmienną wynikową przeprowadzonych badań tzw. zmienną zależną był wskaźnik ekstraktu eterowego EE po procesie flotacji a wyniki badań przedstawiono w tabeli 3 oraz podobnie wskaźnik substancji rozpuszczonych SR, których wyniki badań przedstawiono w tabeli 4. Rezultaty tych badań przedstawiono także graficznie na wykresach – rysunek 3 oraz rysunek 4.

Tabela 3. Wyniki badań procesu flotacji zaolejonych ścieków modelowych; wpływ czasu flotacji t [min] na wartość wskaźnika EE [mg/dm^3]

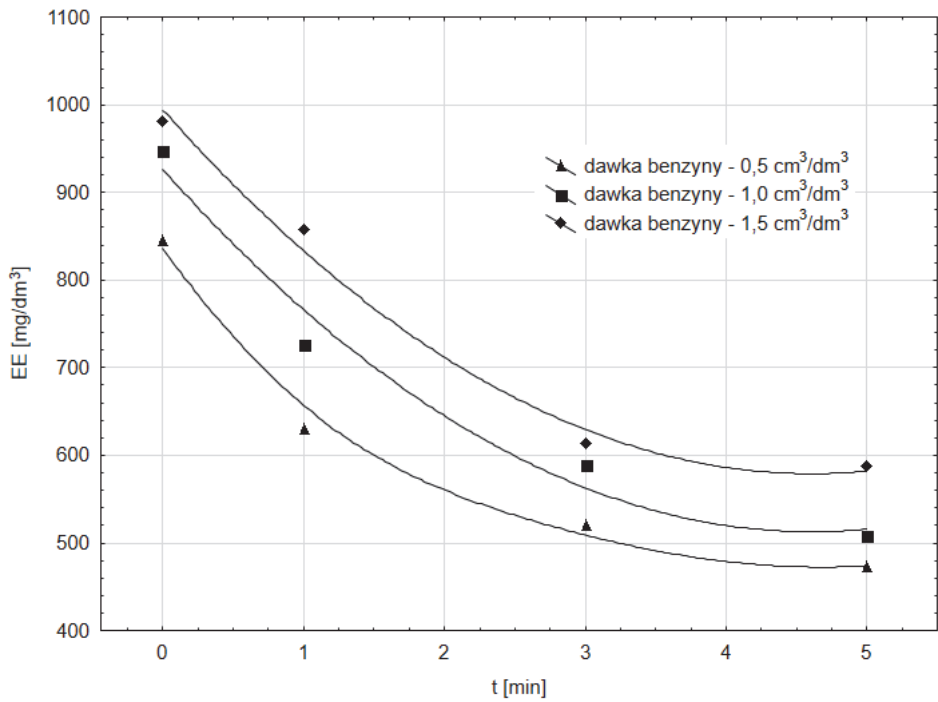
Table 3. Results of oily model wastewater flotation process; effect of flotation time t [min] on EE value [mg/dm^3]

Czas flotacji t [min]	Ekstrakt eterowy EE [mg/dm^3] przy dawce benzyny V_b [cm^3/dm^3]		
	0,5	1,0	1,5
0	845	947	981
1,0	630	727	858
3,0	521	589	613
5,0	473	508	587

Tabela 4. Wyniki badań procesu flotacji zaolejonych ścieków modelowych; wpływ czasu flotacji t [min] na wartość wskaźnika SR [mg/dm^3]

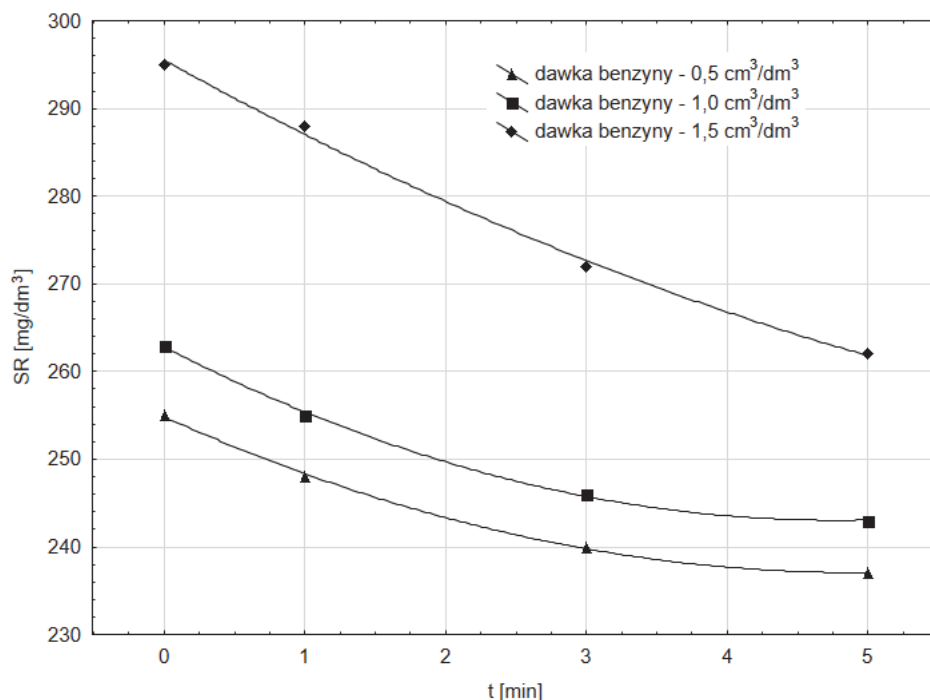
Table 4. Results of oily model wastewater flotation process; effect of flotation time t [min] on SR value [mg/dm^3]

Czas flotacji t [min]	Substancje rozpuszczone SR [mg/dm^3] przy dawce benzyny V_b [cm^3/dm^3]		
	0,5	1,0	1,5
0,0	255	263	295
1,0	248	255	288
3,0	240	246	272
5,0	237	243	262



Rys. 3. Wpływ czasu flotacji t [min] na wartość wskaźnika EE [mg/dm³]; wartości stałe – dawka oleju napędowego $V_{ol} = 2$ cm³/dm³, dawka detergentu $V_d = 1$ cm³/dm³, temperatura ścieków 20°C

Fig. 3. Effect of flotation time t [min] on EE value [mg/dm³]; constants – Diesel fuel dose $V_{ol} = 2$ cm³/dm³, dose of detergent $V_d = 1$ cm³/dm³, waste water temperature 20°C



Rys. 4. Wpływ czasu flotacji t [min] na wartość wskaźnika SR [mg/dm³]; wartości stałe – dawka oleju napędowego $V_{ol} = 2$ cm³/dm³, dawka detergentu $V_d = 1$ cm³/dm³, temperatura ścieków 20°C

Fig. 4. Effect of flotation time t [min] on SR value [mg/dm³]; constants – Diesel fuel dose $V_{ol} = 2$ cm³/dm³, dose of detergent $V_d = 1$ cm³/dm³, waste water temperature 20°C

2.2. Opis i analiza wyników badań na ściekach modelowych

Analiza wyników badań zawarta w tabeli 1 wskazuje, że wskaźnik ekstraktu eterowego EE w ścieku po procesie flotacji obniża się odpowiednio przy zawartości oleju w ścieku zadanym do flotacji w zakresie 1–3 cm³/dm³ – w przedziale około 365–860 mg/dm³. Jest to obniżenie znaczące, aczkolwiek niewystarczające, aby uznać go za skuteczne. Warunki zrzutu do kanalizacji, jak wiadomo określa przedsiębiorstwo wodociągów i kanalizacji (miejskie, gminne), które często są różne dla oczyszczalni ścieków komunalnych, które są tym przedsiębiorstwom podległe. Natomiast warunki odprowadzania ścieków do wód lub do ziemi i w sprawie substancji szczególnie niebezpiecznych dla środowiska

określa Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 roku Dziennik Ustaw 06.137.981. Odnośne Rozporządzenie ustala dopuszczalną wartość dla zrzutu ekstraktu eterowego do 50 mg/dm^3 a dla zawiesiny ogólnej 35 mg/dm^3 .

Wyniki badań przedstawione na rysunku 1, wskazują, iż im więcej oleju napędowego znajduje się w ścieku nadanym do flotacji, tym efekt odolejania jest większy. Efekt określono na podstawie wartości wskaźnika EE po procesie wobec jego wartości przed procesem flotacji. Skuteczność flotacji w odolejaniu badanych ścieków modelowych wobec wskaźnika substancji rozpuszczonych SR pokazano w tabeli 2, gdzie wyniki badań wskazują, iż otrzymano obniżenie wartości tego wskaźnika stosunkowo niewielkie i mieści się ono w granicach od około 5 mg/dm^3 do około 24 mg/dm^3 . Rezultaty badań zawarte w tabeli 2 oraz przedstawione graficznie na wykresie – rysunek 2, wskazują, że wraz ze wzrostem ilości oleju napędowego tworzącego ściek modelowy, wskaźnik substancji rozpuszczonych maleje i ta tendencja zachowana jest również po procesie flotacji.

Wyniki badań procesu flotacji modelowych ścieków zaolejonych, przy zmiennej dawce benzyny (tabela 3), wskazują, że wskaźnik EE wzrasta wraz z czasem flotacji gdy w ścieku jest więcej benzyny.

Przy zawartości benzyny ok. $0,5\text{--}1,5 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$, wartość tego wskaźnika EE, zależnie od czasu flotacji, wzrasta od 115 mg/dm^3 do 136 mg/dm^3 . Ważnym parametrem jest czas flotacji. Nie powinien być on zbyt krótki. Niski czas flotacji powoduje wyraźny efekt podniesienia wartości wskaźnika ekstraktu eterowego wobec tej wartości w ścieku nadanym. Na rysunku 3 widać, że czas równy 3 min. można przyjąć jako prawie optymalny.

Analiza wyników badań procesu flotacji ścieków zaolejonych pod kątem oceny wartości wskaźnika substancji rozpuszczonych SR przedstawiona w tabeli 4 wskazuje, że im więcej benzyny znajduje się w ściekach preparowanych, tym wartość wskaźnika substancji rozpuszczonych SR rośnie i to w przedziale zmian czasu flotacji od 1,0 do 5,0 min. o wartość przeciętnie ok. $25\text{--}30 \text{ mg/dm}^3$, jako przedział przeciętny tych różnic.

2.3. Badania procesu flotacji na ściekach rzeczywistych

Charakterystykę technologiczną ścieku surowego, a więc rzeczywistego, pobranego bezpośrednio z Zakładu X, przedstawia tabela 5.

W tabeli tej, obok wskaźników określanych dla ścieków modelowych tj. ekstraktu eterowego EE, oraz wskaźnika substancji rozpuszczonych SR, oznaczono także takie parametry, jak wskaźnik zawiesiny ogólnej ZO [mg/dm^3], chemiczne zapotrzebowanie tlenu ChZT [mg/dm^3] a także ogólny węgiel organiczny OWO [mg/dm^3].

Tabela 5. Zestawienie wyników badań podczyszczania ścieków rzeczywistych
Table 5. Results of real treat wastewater pre-treatment

Parametr	Rodzaj ścieków		Etap oczyszczania w procesach sedymentacji i sorpcji		
	surowe	po flotacji	dawka koagulanta $\text{Al}(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ K [mg/dm^3]		po sorpcji
			0,5	1,0	
pH [bzw]	8,0	8,0	7,5	7,5	6,0
SR [mg/dm^3]	1426	1246	1074	1026	404
ZO [mg/dm^3]	592	388	304	280	0
ChZT [mg/dm^3]	449	166	106	102	29
OWO [mg/dm^3]	526	408	357	334	55
EE [mg/dm^3]	420	162	134	117	13

Powyższe wskaźniki oznaczono także po procesie flotacji i pokazano je w tabeli 5. Proces flotacji trwał 10 min. Zatem, w przypadku flotacji ścieku surowego, ten czas flotacji jest wyraźnie większy niż w procesie flotacji ścieków modelowych.

Przeprowadzono bowiem najpierw badania wpływu czasu flotacji na efekt końcowy oczyszczania a wyniki badań w odniesieniu do wartości wskaźnika ekstraktu eterowego przedstawiono w tabeli 6, w której ujęto także wyznaczony paralelnie wskaźnik substancji rozpuszczonych SR.

Analiza wyników badań ścieków surowych wskazała, że efekty ich podczyszczania wyłącznie w procesie flotacji nie są zadawalające. Zatem dodatkowo przeprowadzono badania procesu koagulacji siarczanem glinu $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ a potem po procesie sedymentacji zdekantowany ścieki doczyszczano w procesie sorpcji na węglu aktywnym w kolumnie o wysokości 1 m. Temperatura podczyszczanego ścieku wynosiła 20°C .

2.4. Opis i analiza wyników badań na ściekach rzeczywistych

Wyniki badań jakościowych, ścieków rzeczywistych w odniesieniu do spreparowanych ścieków modelowych wobec wskaźnika ekstraktu eterowego pokazują, że wartość tego parametru w ściekach modelowych była wyższa. W zależności od badanego ścieku wartość ta wahała się w granicach od około 487 do około aż 1481 mg/dm³, gdy tymczasem pobrane i poddane badaniom podczyszczania ścieki rzeczywiste miały wartość wskaźnika ekstraktu eterowego EE = 420 mg/dm³.

Należy też zwrócić uwagę, że ścieki modelowe, a więc te preparowane nie zawierały zawiesiny ogólnej a w ścieku rzeczywistym wskaźnik ten miał wartość 592 mg/dm³.

Analiza wyników wskazuje, że proces flotacji poprawił wartość wskaźnika ekstraktu eterowego o 258 mg/dm³; zauważmy jednak wydłużony czas flotacji, a więc wyższy niż czas 3 min., który był prawie optymalny dla ścieków modelowych. Pokazuje to wartość ekstraktu eterowego zapisana dla różnych czasów flotacji w tabeli 6.

Tabela 6. Wyniki badań wpływu czasu flotacji ścieku rzeczywistego na wartość wskaźnika ekstraktu eterowego EE [mg/dm³] oraz wskaźnika substancji rozpuszczonych SR [mg/dm³]

Table 6. Effect of time of flotation of real wastewater on EE value [mg/dm³] and SR value [mg/dm³]

Czas flotacji t [min]	Ekstrakt eterowy EE [mg/dm ³]	Substancje rozpuszczone SR [mg/dm ³]
0	420	1426
1	350	1401
3	278	1377
5	234	1343
10	162	1246

Oznaczenie wskaźnika substancji rozpuszczonych SR wskazuje na obniżenie jego wartości o około 220 mg/dm³, ale po czasie flotacji aż 10 min.

Biorąc pod uwagę powyższą analizę, podczyszczone ścieki rzeczywiste w procesie flotacji, poddano następnie procesowi koagulacji siarczanem glinu przy dwóch jego różnych dawkach tj. 0,5 mg/dm³ oraz 1,0 mg/dm³.

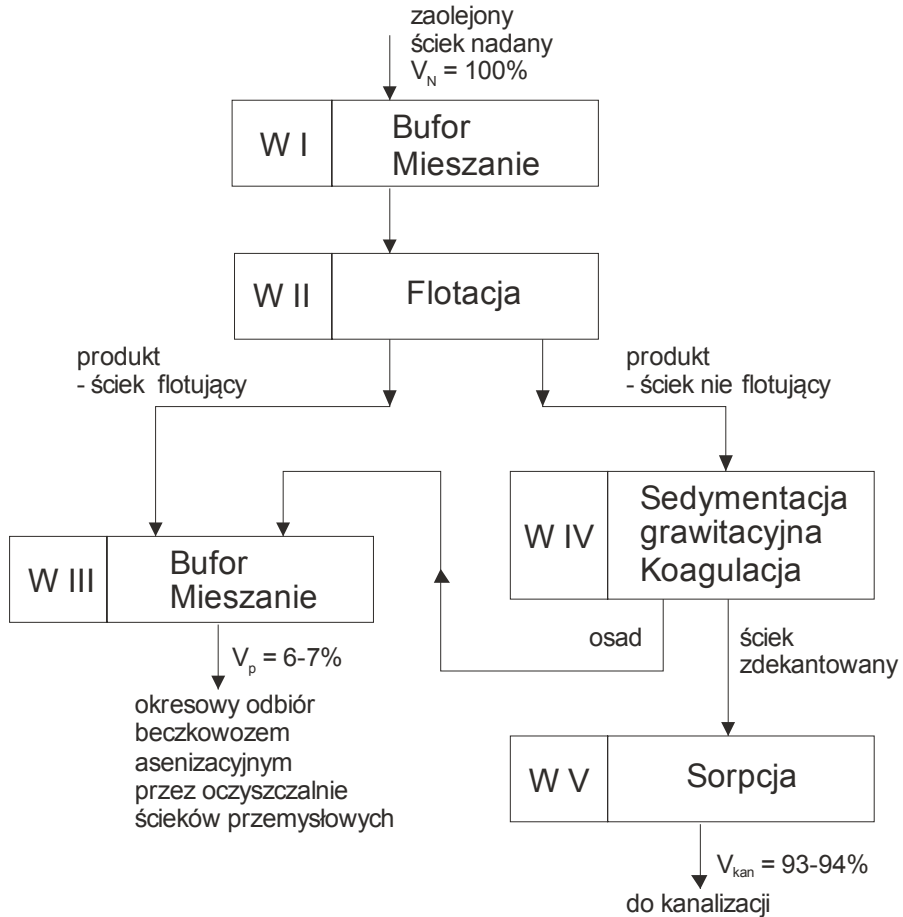
Analiza wyników zawartych w tabeli 5 wskazuje, że wzrost dawki flokulanta powoduje po procesie sedymentacji niewielką poprawę wartości głównych wskaźników zanieczyszczeń w ścieku poflotacyjnym.

Dlatego też zdecydowano się przeprowadzić jeszcze proces sorpcji na węglu aktywnym, aby ścieki doczyścić do parametrów, które pozwalają na odprowadzanie ścieków do kanalizacji a więc w konsekwencji do oczyszczalni miejskiej ścieków komunalnych. Wyniki badań po procesie sorpcji pokazano w tabeli 5. Analiza wyników wskazuje na bardzo dobry efekt oczyszczania. Wartość ekstraktu eterowego EE wyniosła tylko 13 mg/dm^3 a wartość przykładowo wskaźnika zawiesiny ogólnej ZO była równa zero.

3. Propozycja małej instalacji podczyszczania ścieków na zapleczach samochodowych warsztatów mechanicznych

W związku z powyższą analizą wyników badań można rozważyć, nakładem niewielkich środków finansowych budowę małych instalacji podczyszczania ścieków pochodzących z warsztatów samochodowych lub stacji benzynowych. Przykładowy schemat pokazano na rysunku 5. Stację należy wyposażyć w pojemnik, w którym gromadzone są popłuczyny o wielkości dobranej zależnie od intensywności mycia i splukiwania posadzek. Ten zbiornik powinien mieć charakter mieszalnika; węzeł I.

Zbiornik powinien być ulokowany podpoziomowo i mieć pojemność roboczą równą przynajmniej objętości ścieków z pojedynczego mycia i splukiwania posadzki. Następnie z węzła I, raz na dobę, ściek byłby podawany do flotownika (węzeł II) z którego otrzymujemy dwa produkty; produkt flotujący (około 5–10% objętości ścieków nadanych, które musiałyby być magazynowane w oddzielnym zbiorniku i odbierane przez oczyszczalnię ścieków przemysłowych specjalnym beczkowitzem asenizacyjnym). Wyflotowane oleje stanowią także apolarne odczynniki flotacyjne, stosowane do flotacji węgla [40,41]. Natomiast ścieki nieflotujące byłyby podawane do procesu sedymentacji grawitacyjnej wspomaganą koagulacją, po którym to procesie znowu otrzymuje się 2 produkty.



Rys. 5. Schemat blokowy technologiczny kieszonkowej instalacji podczyszczania ścieków ze stacji usług samochodowych i stacji benzynowej; V_N – procentowa objętość ścieków nadanych, V_p – procentowa objętość wydzielonych ścieków przemysłowych, V_{kan} – procentowa objętość ścieków do kanalizacji

Fig. 5. Block diagram of small installation for pre-treatment of wastewater from car service station and gas station; V_N – percentage volume of wastewater, V_p –percentage volume of industrial wastewater, V_{kan} – percentage volume of wastewater piped to sewage system

Powyższa propozycja i wyniki badań mają charakter wstępny i ewentualna możliwość kontynuacji tego typu prac pod kątem wdroże-

nia, musiałaby przede wszystkim znaleźć akceptacje właścicieli warsztatów samochodowych lub stacji benzynowych i to w takim odniesieniu, aby od razu zdecydowano się zbudować taką instalację i pracę jej zoptymalizować w trakcie prowadzonych na niej badań. W ramach tych badań należałoby określić żywotność danej kolumny sorpcyjnej, charakter stopniowej utraty jej pojemności sorpcyjnej oraz ilość wymian tej kolumny w określonym interwale czasu. Dlatego też proces łatwej flotacji ścieków zaolejonych, przy bezproblemowej dostępności do sprężonego powietrza a także towarzyszący mu proces sedymentacji grawitacyjnej wspomaganej koagulacją ewidentnie wydłuży czas pracy takiej kolumny. Zużyty węgiel aktywny, można spalić w mieszance w piecach MEC lub w spalarni odpadów. Wydaje się jednak, że takie ewentualne kontynuowanie badań aplikacyjnych, musiałoby być poparte pewnym interwencjonizmem w zakresie ogólnych wytycznych dotyczących odprowadzania ścieków przez wszystkie stacje benzynowe i wszystkie warsztaty samochodowe a więc po prostu powinny to regulować określone przepisy zmuszające do wdrażania nowych rozwiązań. Bez tego typu wytycznych, poza pojedynczymi przypadkami ewentualne wdrożenia nie będą miały miejsca, gdyż jest to zawsze jednak pewien wysiłek dla inwestora oraz pewien kłopot najpierw z zainwestowaniem, budową a potem eksploatacją takiej instalacji – ale próbować należy.

4. Podsumowanie – wnioski

Z przeprowadzonych badań rozpoznawczych oraz analizy wyników tych badań nasuwają się pewne ogólne wnioski.

1. Ścieki będące wynikiem prac usługowych samochodowych warsztatów mechanicznych a także stacji benzynowych są zanieczyszczone związkami ropopochodnymi i chociaż pojedynczy zakład odprowadza niewiele ścieków do kanalizacji, to jednak suma tych ścieków w skali kraju, każdego dnia jest ogromna – a przecież są to związki kancerogenne.
2. Proponowana do wdrożenia, mała instalacja ścieków zaolejonych, poprawi na pewno jakość ścieków codziennie wprowadzanych do kanalizacji.
3. Proces flotacji stanowiący pierwszy węzeł tej propozycji technologicznej instalacji nie podczyszcza ścieków w sposób bardzo dobry, ale wystarczająco zauważalny, a przez to pozwala wydłużyć żywotność działania ważnego węzła tej instalacji, tj. węzła sorpcji.

4. Badania powinny być kontynuowane na małej doświadczalnej instalacji zamontowanej w konkretnym zakładzie samochodowym lub stacji benzynowej.

Wykaz symboliki

ChZT – chemiczne zapotrzebowanie tlenu, mg/dm^3 ,

EE – ekstrakt eterowy, mg/dm^3 ,

K – dawka koagulanta, mg/dm^3 ,

OWO – węgiel organiczny, mg/dm^3 ,

pH – wskaźnik stężenia jonów wodorowych, bzw,

SR – substancje rozpuszczone, mg/dm^3 ,

t – czas trwania procesu, min,

V_{ol} – objętość wskaźnikowa oleju w ścieku preparowanym, cm^3/dm^3 ,

V_{b} – objętość wskaźnikowa benzyny w ścieku preparowanym, cm^3/dm^3 ,

V_{d} – objętość wskaźnikowa detergentu w ścieku preparowanym, cm^3/dm^3 ,

Z_{O} – zawiesina ogólna, mg/dm^3 .

List of symbols

ChZT – chemical oxygen demand, mg/dm^3 ,

EE – ether extract, mg/dm^3 ,

K – coagulant dose, mg/dm^3 ,

OWO – total organic carbon, mg/dm^3 ,

pH – concentration of hydrogen ions, -,

SR – dissolved substances, mg/dm^3 ,

t – process duration of the, min,

V_{ol} – volume of oil in the model wastewater, cm^3/dm^3 ,

V_{b} – volume of gasoline in the model wastewater, cm^3/dm^3 ,

V_{d} – volume of Diesel fuel in the model wastewater, cm^3/dm^3 ,

Z_{O} – total suspended solids, mg/dm^3 .

Literatura

1. **Beeskow T., Streger J.:** *Polymeric Membranes for Organophilic Nanofiltration*. Filtech 2007. International Conference and Exhibition for Filtration and Separation Technology Conference Proceedings II. 534–546 (2007).
2. **Berger T.:** *Mechanizmy usuwania zanieczyszczeń w oczyszczalniach hydrobotanicznych*. Inżynieria Środowiska. 8(1) (2003).

3. **Biernat:** *Problemy utylizacji zużytych olejów smarowych*. Paliwa oleje i smary w eksploatacji Eksplonaft Sp. z o.o. 7(54), 26–29 (1998).
4. **Boguski A.:** *Efektywność usuwania substancji tłuszczowych w układzie oczyszczania ścieków miejskich*. Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set the Environment Protection). 10, 481–489 (2008).
5. **Bugajski P.:** *Hydrobotaniczne (hydrofitowe) oczyszczalnie ścieków*. III Konferencja Naukowo-Techniczna „Błękitny San”, Dubiecko 2006, 93–99 (2006).
6. **Cheryan:** *Ultrafiltration and Microfiltration*. Handbook CRC Press United States 1998.
7. **Chmielowska A.:** *Hydrobotaniczne oczyszczalnie ścieków*. Wydawnictwo „Zielone Brygady”. Kraków 2002.
8. **Chrzanowska M, Hupka J.; Szewczulak Ł.:** *Badania oczyszczania ścieków pożarniczych metoda osadu czynnego*. Inżynieria ekologiczna nr 8. Technologie odolejania gruntów, odpadów i ścieków. Wydawnictwo naukowe Gabriel Borowski. 96–102, Warszawa 2003.
9. **Ciesielczuk T, Rosik-Dulewska Cz, Nabzdyjak T.:** *Występowanie węglowodorów alifatycznych oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w wodach podziemnych na terenie magazynu paliw bazy lotniczej*. Ecological Chemistry and Engineering. 13 S4, 531–538 (2006)
10. **Cui Z.F., Muralidhara H.S.:** *Membrane Technology a practical guide to membrane technology and applications in food bioprocessing*. Amsterdam Butterworth – Heinemann. 213–254 (2010).
11. **Czerwiński J., Kurzac M., Tora B.:** *Utylizacja olejów przepracowanych*. Czysta energia – czyste środowisko. Małopolsko – Podkarpacki. Klaster czystej energii. 457–464 (2008).
12. **Dudek A.:** *Oleje smarowe Rafinerii Gdańskiej*. Wydawnictwo MET-PRESS. Gdańsk 1999.
13. **Gao W, Liang H., Ma Han M., Chen Z., Han Z., Li G.:** *Membrane fouling control in ultrafiltration technology for drinking water production. A Review*. Desalination. (1-3), 1–8 (2011).
14. **Garlicki S., Jasiński A.W.:** *Polski rynek olejów przepracowanych – zbiórka i przeróbka*. Paliwa, oleje i smary w eksploatacji EKSPLONAFT Sp. z o.o., 8(68), 25–28 (1999).
15. **Gomółka E.:** *Usuwanie i unieszkodliwianie zanieczyszczeń olejowych zawartych w ściekach*. Prace naukowe Politechniki Wrocławskiej. Seria Monografie 49 (19), Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1987.
16. **Gomółka E.:** *Usuwanie olejów ze ścieków*. Ochrona środowiska. Wyd. PZiTS. 463/1 (23), 39–43 (1985).

17. **Gwozdyak P.J., Globa L.I., Dmytrenko G.M.:** *Oczyszczanie zaolejonych ścieków przemysłowych i wód powierzchniowych hydrobiocenozami immobilizowanymi*. Materiały konferencyjne. AUZO 96 Gdańsk.
18. **Hartman L.:** *Biologiczne oczyszczanie ścieków*. Wydawnictwo Instalator Polski. Warszawa 1996.
19. **Karaś J, Winiarski A, Molenda J.:** *Wpływ wstępnej koagulacji na skuteczność usuwania zanieczyszczeń ze ścieków przemysłowych w procesie odwróconej osmozy*. Inżynieria i Ochrona Środowiska. 15(1), 33–40 (2012).
20. **Kiepuski J.:** *Efekty zastosowania kultur bakteryjnych do rozkładu ropopochodnych w istniejących układach środowiskowych*. Inżynieria Środowiska Nr 2. Technologie odolejania gruntów, odpadów, ścieków. Wydawnictwo Ekoinżynieria, Wysowa Zdrój, 97–101.
21. **Koltuniewicz A.:** *Usuwanie emulsji ropopochodnych z wody na membranach ceramicznych*. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 1997.
22. **Kwapisz E.:** *Szlaki tlenowej biodegradacji węglowodorów ropy naftowej*. Biotechnologia. 2(73), 166–168 (2006).
23. **Laine J.M., Jacangelo J.G., Adhan S.:** *Membrane for microbial removal*. Denver, CO AWWA Research Foundation and American Water Works Association. 1997.
24. **Małachowska-Jutcz A, Rudek J, Janosz W.:** *The effect of Ribwort (Plantago Lanceolata) and its Myrrorrhizas on the Growth of Microflora in Soil Contaminated with Used Engine Oil*. Archives of Environmental Protection. 37(1), 99–113 (2011).
25. **Mazur R., Nowakowski T.:** *Uwarunkowania decydujące o szybkości biodegradacji związków ropopochodnych*. Materiały krakowskiej konferencji młodych uczonych 2011. Kraków, Grupa naukowa PRO Futuro, Fundacja dla AGH (sympozja i konferencje). 6, 651–662 (2011).
26. **Michel M.M.:** *Sorpcja oleju na złożach mineralnych*. Przegląd naukowy Inżynieria i kształtowanie środowiska. SGGW. 1(33), 95–102 (2006).
27. **Obarska-Pempkowiak H., Gajewska M., Wojciechowska E.:** *Hydrofitowe oczyszczanie wód i ścieków*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.
28. **Obarska-Pempkowiak H, Gajewska M, Arendacz M.:** *Oczyszczanie wód opadowych w obiektach hydrofitowych*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna. wrzesień 2008.
29. **Obarska-Pempkowiak H., Wojciechowska E.:** *Zawartość wybranych metali ciężkich w makrofitach oczyszczalni hydrofilowej*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna. wrzesień 2008.
30. **Obarska-Pempkowiak H.:** *Oczyszczalnie hydrofitowe*. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej. Gdańsk 2002.

31. **Obarska-Pempkowiak H.:** *Oczyszczanie ścieków metodą hydrobotaniczną z wykorzystaniem filtrów gruntowych i stawów ściekowych.* Rozprawy. Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej. Nr 489. Seria Budownictwo Wodne. 3, 96 (1992).
32. **Piecuch T., Dąbrowski T.:** *Badania podczyszczania ścieków w zakładach przetwórstwa ryb w procesie flotacji.* Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej – seria Inżynieria Środowiska. 15(2001), 2001.
33. **Rogoś E.:** *Skuteczność destabilizacji emulsji olejowo-wodnych metodami chemicznymi.* Problemy eksploatacji. Instytut Technologii i Eksploatacji PIB. 1, 149–158 (2012).
34. **Rosik Dulewska Cz, Ciesielczuk T, Krysiński M.:** *Organic Pollutants in Groundwater in the Former Airbase.* Archives of Environmental Protection. 38(1), 27–34 (2012).
35. **Rubio J., Souza M.L., Smith R.W.:** *Overview of flotation as a wastewater treatment technique minerals.* Engineering. 15, 139–155 (2002).
36. **Rutkowski M., Lipnicka D., Zych Z.:** *Badania możliwości wykorzystania sorbentów mineralnych i mineralno-węglowych do oczyszczania wód skażonych związkami chemicznymi.* Materiały Konferencyjne AUZO, Gdańsk 1996.
37. **Stępniaak S.:** *Usuwanie zanieczyszczeń olejowych ze ścieków emulsyjnych nowoczesnymi preparatami chemicznymi.* Gaz, Woda i Technika Sanitarna. 11, 254–255 (1992).
38. **Stępniaak S.:** *Emulsje olejowe i ścieki zaolejone.* Gaz, Woda i Technika Sanitarna. 9 (1991).
39. **Suschka J.:** *Flotacja w technologii oczyszczania ścieków.* Nowa Technika w Inżynierii Sanitarnej. Wodociągi i Kanalizacja. Wydawnictwo Arkady. Warszawa 1981.
40. **Wencheng Xia, Jianguo Yang.:** *Experimental design of oily bubbles in oxidized coal flotation.* Gospodarka Surowcami Mineralnymi. 29(4) (2013).
41. **Zechner V, Guziurek M, Fecko P.:** *Application of brown coal pyrolytic oils in black coal slurry flotation.* Gospodarka Surowcami Mineralnymi. 29(2) (2013).
42. **Zwierzycki W.:** *Oleje, paliwa i smary motoryzacji i przemysłu.* RN „GLIMAR” S.A. Gorlice 2001.

Treatment of Wastewater from Car Service Station

Abstract

The paper presents exploratory examinations on possibility of pre-treatment of wastewater containing gasoline and diesel fuel, that is wastewater “produced” in each car service and repair workshop and in gas station. It is a vast number of service points, which, though daily produce small amounts of wastewater but in the scale of the whole country amount of wastewater is substantial. Such wastewater is usually piped off into the sewage system. Often oily wastewater does not meet requirements set by local companies which own the municipal sewage treatment plants.

Therefore, authors made have undertaken considerations on the concept of use the flotation process for pre-treatment of wastewater containing oil and gasoline, as a small wastewater treatment plant that could be installed in a separate room of garage or gas station. Example diagram is shown in Figure 5.

This paper presents preliminary testing of a pilot-distinctive nature. Laboratory tests of flotation process were carried out in two independent study groups, ie. one with use of model wastewater and second with the use of real wastewater.

Conducted examinations and analysis of the results allow to draw certain conclusions:

1. Wastewater from car service stations, mechanical garages and also gas stations are contaminated with oil derived compound, and although individual garage produces small amounts of wastewater, the sum of all wastewater in the scale of the whole country each day is substantial.
2. Proposed small installation for pre-treatment of oily wastewater, when implemented In the car service station or gas station will improve quality of wastewater daily inputted to sewage system.
3. The flotation process which is the first node of proposed technological installation does not treat wastewater sufficiently, but noticeably, and thus it allows to extend the life of an important node of the installation, that is sorption process.
4. Research should be continued on a small experimental plant installed in the car or gas station.

Słowa kluczowe:

flotacja, ścieki zaolejone, podczyszczanie

Keywords:

Flotation, oily wastewater, pre-treatment