

Łukasz MOZGA, Tomasz STOECK

OCZYSZCZANIE WÓD OPADOWYCH W SEPARATORACH I OSADNIKACH NA STACJACH PALIW

DOI: 10.24136/atest.2018.281

Data zgłoszenia: 30.08.2018. Data akceptacji: 25.09.2018.

W artykule przedstawiono techniki oczyszczania ścieków z terenów stacji paliwowych. Przedstawiono rodzaje separatorów i urządzeń z nimi współpracujących, w tym również ich dobór w aspekcie obowiązujących przepisów prawnych. W tym celu posłużono się elementarnym przykładem obliczeniowym.

Słowa kluczowe: stacje paliw, separatory substancji ropopochodnych, osadniki szlamowe.

WSTĘP

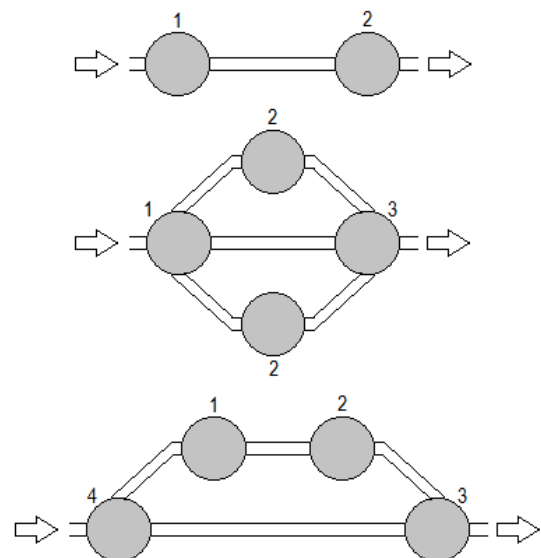
Ochrona środowiska naturalnego jest jedną z dziedzin, której w ostatnich latach poświęca się coraz więcej uwagi. Jednym z podstawowych zagrożeń ekologicznych są substancje chemiczne pochodzące z przeróbki ropy naftowej, w tym głównie paliwa, oleje smarowe, smary plastyczne oraz płyny specjalne. W trakcie obrotu tymi produktami nieuniknione są przypadkowe wycieki, które mogą powstawać wskutek błędów człowieka (np. niewłaściwą obsługę), awarii lub złego stanu technicznego urządzeń oraz pojazdów dystrybucyjnych [2, 6]. Z tego względu istnieje uzasadniona konieczność zabezpieczenia gleb oraz wód przed skażeniem. Problem jest o tyle istotny, że wiele stacji paliw położonych jest w granicach administracyjnych dużych miast, jak również w bezpośredniej bliskości zabudowań ludzkich. Za wyjątkowo dobre lokalizacje uważa się bliskość ważnych arterii komunikacyjnych (w tym tras tranzytowych), dróg wylotowych, jak też wjazdy na tereny wielkich osiedli mieszkaniowych.

1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

Produkty ropopochodne splukiwane są z terenów zlewni i dostają się z wodami opadowymi do wód powierzchniowych za pośrednictwem kanalizacji deszczowej. Zatem wymagane jest podczyszczenie ścieków odprowadzanych z terenu stacji do odbiornika. Najistotniejszą rolę w tym procesie odgrywają separatory, przeważnie lamelowe lub koalescencyjne, które wspomagane przez dodatkowe urządzenia umożliwiają jej bezpieczne funkcjonowanie. Zaliczyć można do nich przede wszystkim [1]:

- piaskowniki,
- osadniki,
- hydrocyklony.

Separatory lamelowe przeznaczone są do oddzielania związków ropopochodnych z wód płynących w rozdzielczym systemie kanalizacji deszczowej. Ze względu na dużą przepustowość wykorzystuje się je na terenie bardzo dużych stacji lub baz paliwowych. Oddzielanie zanieczyszczeń następuje poprzez poziomy przepływ ścieków przez sekcje lamelowe (żaluzjowe) dzięki zjawiskom flotacji i semendytacji. W ten sposób produkty naftowe zostają odseparowane od wody, pozostając jako warstwa na jej powierzchni w komorze separacji. Natomiast pozostałe zanieczyszczenia stałe gromadzą się w części osadowej. Tym niemniej ze względu na duże ilości piasku zaleca się instalowanie przed separatorem osadnika o wielkości dostosowanej do warunków lokalnych, co obniża koszty jego czyszczenia (rys. 1). Odseparowane związki ropopochodne i szlam usuwa się przynajmniej 2 razy w roku, wykorzystując do tego celu wóz asenizacyjny.



Rys. 1. Przykładowe rodzaje instalacji oczyszczających ścieki z terenów stacji paliw: 1) osadnik, 2) separator, 3) studzienka połączeniowa, 4) rozdzielacz

Drugim rodzajem separatorów powszechnie stosowanych na stacjach paliw są urządzenia koalescencyjne. Działają one na zasadzie rozdziału grawitacyjnego produktów ropopochodnych i wody. Proces ten wspomagany jest przez zjawisko łączenia drobnych kropelek olejów w większe, co

znacznie ułatwia ich rozwarstwienie. Ochronę wkładu czynnego zapewnia dodatkowy osadnik, w którym następuje wstępne oddzielenie części stałych od wody. Istnieje również możliwość wyposażenia separatorów w instalację alarmową, informującą użytkownika o konieczności usunięcia zanieczyszczeń oraz dokładnego wyczyszczenia sekcji koalescencyjnej. Należy jednak zaznaczyć, że ich zastosowanie nie jest możliwe w przypadku występowania emulsji wodnych. Związki tego rodzaju powstają podczas mycia pojazdów w myjniach samochodowych, coraz częściej lokalizowanych na terenie nowoczesnych stacji paliw, wskutek wykorzystywania środków myjących (detergentów) o długim czasie rozpadu. Zawarte w nich substancje powierzchniowo czynne zmniejszają napięcie powierzchniowe wody, ułatwiając jej mieszanie z produktami ropopochodnymi. Oczyszczenie emulsji jest możliwe, ale wymaga długiego czasu przetrzymywania i użycia urządzeń flotacyjnych.

2. METODYKA OBLICZEŃ

Dobór separatorów substancji ropopochodnych określony został w dwuczęściowej normie PN-EN 858 [3, 4]. Zgodnie z jej wytycznymi obliczanie przepływu dla ścieków opadowych przeprowadza się ze wzoru:

$$Q_1 = F \cdot \varphi \cdot q \cdot f_g \quad (1)$$

gdzie:

- Q_1 - przepływ ścieków opadowych [l/s],
- F - powierzchnia zlewni [ha],
- φ - współczynnik szczelności zlewni,
- q - natężenie opadu maksymalnego [l/(s·ha)],
- f_g - współczynnik gęstości cieczy lekkiej.

W oszacowaniu przepustowości separatora należy uwzględnić wielkości przedstawione w tabeli 1.

Tab. 1. Wielkości uwzględniane przy doborze separatora [3, 4]

Parametr	Wielkość	
φ	dla powierzchni poniżej 2500 m ² przyjmując: $\varphi = 1$	
	dla powierzchni powyżej 2500 m ² przyjmując:	
	teren zielony	0,1
	dachy kryte papą lub blachą	0,90-0,95
	teren utwardzony	0,90
	kostka	0,80-0,85
	asfalt	0,80-0,90
	kamień i drewno	0,75-0,85
	żwir	0,15-0,30
	zabudowa zwarta	0,50-0,70
	zabudowa luźna	0,30-0,50
	zabudowa willowa	0,25-0,30
	teren niezabudowany	0,10-0,25
	parki i tereny zielone	0,15
	q	dla większości obszarów w Polsce za wyjątkiem terenów górzystych przyjmując: $q=150$ [l/(s·ha)]
f_g	przy gęstości substancji olejowych $\leq 0,85$ [g/cm ³] przyjmując: $f_g=1$	
	przy gęstości substancji olejowych $> 0,85$ [g/cm ³] przyjmując: $f_g=2$	

3. WYNIKI OBLICZEŃ

Jako przykład przedstawiono obliczenia, w których dobrano separator koalescencyjny dla stacji paliw wyposażonej w myjnię automatyczną oraz dwa boksy samoobsługowe. Założono, że jej powierzchnia wynosi 2600 m², a zlewnia zostanie wyłożona kostką brukową ($\varphi=0,85$). W analizie uwzględniono również współczynnik gęstości cieczy lekkiej, gdyż w urządzeniach tego typu rozdział oleju od ścieków odbywa się za pomocą siły ciężenia, co ma istotny wpływ na proces separacji [5]. Biorąc pod uwagę charakter wykonywanych usług przyjęto, że parametr ten będzie równy jedności ($f_g=1$). Po podstawieniu danych do wzoru (1) uzyskano:

$$Q_1 = 0,26 \cdot 150 \cdot 0,85 \cdot 1 = 33,15 \text{ l/s}$$

W kolejnym kroku należy oszacować natężenie dopływu ścieków technologicznych Q_2 , które pochodzą ze stanowisk myjni automatycznych. Warto również podkreślić, że przez separator nie mogą przechodzić nieczystości sanitarne i bytowe.

$$Q_2 = Q_s \cdot f_x \cdot f_d \text{ [l/s]} \quad (2)$$

gdzie:

- Q_2 - natężenie dopływu ścieków technologicznych [l/s],
- Q_s - wydatek dla stanowisk myjni automatycznej [l/s],
- f_x - współczynnik utrudnienia separacji,
- f_d - współczynnik gęstości cieczy lekkiej.

Należy przyjąć, że minimalne natężenie przepływu jednego stanowiska myjącego wynosi $Q_s=2$ l/s (plus 1 l/s dla każdego następnego). Z kolei dla ścieków z nich pochodzących współczynnik utrudnienia separacji jest równy $f_x=2$. Po podstawieniu do wzoru (2) uzyskamy:

$$Q_2 = (2+1) \cdot 2 \cdot 1 = 6 \text{ l/s}$$

Przy kanalizacji zbiorczej wielkość separatora koalescencyjnego dla rozpatrywanego obiektu stanowi sumę przepływu ścieków opadowych i technologicznych:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (3)$$

stąd

$$Q = 33,15 + 6 = 39,15 \text{ l/s}$$

W tabeli 2 przedstawiono najmniejszą objętość osadnika, który współpracując z separatorem oczyszcza wody opadowe z ciał stałych, np. piasku, mułu, żużlu, itp. Jego dobór zależy od rodzaju oczyszczanych ścieków, stopnia ich zanieczyszczenia oraz warunków, jakie muszą spełniać na odpływie [7]. Biorąc pod uwagę przewidywaną ilość osadu kanalizacyjnego przyjęto, że jego wielkość powinna wynosić:

$$V_{os} = (200 \cdot Q_n) / f_g \quad (4)$$

stąd po podstawieniu

$$V_{os} = (200 \cdot 39,15) / 1 = 7830 \text{ l}$$

Dobre urządzenia powinny mieć parametry zbliżone, jednak nie mniejsze niż te wynikające z przeprowadzonej analizy szacunkowej. Ostatecznie przyjęto dopływ do separatora wynoszący $Q=40$ l/s i pojemność osadnika szlamowego równą $V_{os}=8000$ l.

Separator posadawiany na gruntach nośnych nie wymaga specjalnego fundamentu. Dno wykopu przygotowuje się przez wykonanie podbudowy (beton, zagęszczona warstwa żwiru lub innego gruboziarnistego gruntu niespoistego). W przypadku występowania gruntów nienośnych, sposób montażu wymaga zupełnie odrębnego projektu. Na podłożu ustawia się korpus separatora, podłącza rury, montuje kręgi, nadbudowy oraz pokrywę, a następnie zasypuje wykop dokładnie i starannie zagęszczając.

Tab. 2. Kryteria doboru osadników szlamowych [3, 4]

Przewidywana ilość osadu kanalizacyjnego		Minimalna objętość osadnika [l]
żadna	np. dla kondensatów	nie wymagana
mała*	- ścieki technologiczne z małą pojemnością osadu, - ścieki deszczowe z terenów stosunkowo czystych (zakryte stacje paliw, parkingi podziemne, itp.)	$(100 \cdot Q_n)/f_g$
średnia**	- stacje paliw, ręczne myjnie samochodowe, mycie części zaolejonych, - myjnie autobusowe, - parkingi otwarte, - zakłady przemysłowe	$(200 \cdot Q_n)/f_g$
wysoka**	- myjnie samochodów ciężarowych, - myjnie maszyn rolniczych, - myjnie maszyn budowlanych	$(300 \cdot Q_n)/f_g$
wysoka***	- myjnie automatyczne samochodów	$(300 \cdot Q_n)/f_g$
* - nie dotyczy oddzielaczy mniejszych lub równych $Q_n=10$ poza krytymi parkingami samochodowymi ** - minimalna pojemność osadników 600 l *** - minimalna pojemność osadników 5000 l		

PODSUMOWANIE

Najprostszym i najbardziej efektywnym sposobem usuwania substancji ropopochodnych ze ścieków stacji paliw jest użycie separatorów lamelowych lub koalescencyjnych [1]. Mimo, że spełniają podobne funkcje w praktyce nie montuje się ich na tym samym terenie. Pierwsze z wymienionych posiadają znacznie większy przepływ maksymalny, co predysponuje je do montażu na obszarze dużych zlewni, np. hurtowni i magazynów paliw, bazach przeladunkowych, lokomotywowni, kotłowni olejów opałowych, itp. W uzasadnionych przypadkach istnieje możliwość zastosowania dwóch mniejszych separatorów, ale jest to rozwiązanie znacznie mniej ekonomiczne i praktyczne w eksploatacji. Dlatego urządzenia koalescencyjne brane są pod uwagę na standardowych stacjach paliw, które nie mają zbyt

szerokiej oferty usługowej. Warto jednak zaznaczyć, że posiadają one zwartą budowę (odlewane są w całości), co ułatwia ich posadowienie. Ponadto część oferowanych modeli posiada komorę przedzieloną przegrodą, przez co pełni jednocześnie funkcję separatora i osadnika szlamu, który nie musi być osobno dołączany. Z uwagi na znaczną masę i utrudniony montaż, podobne rozwiązanie nie znalazło zastosowania w konstrukcjach lamelowych.

Zakres przepływów ścieków w separatorach koalescencyjnych najczęściej zawiera się w granicach od 3 do 30 l/s. Oczywiście, na życzenie klienta firmy oferują rozwiązania indywidualne, w których parametr ten może być większy. Taka sytuacja ma miejsce, gdy po przeprowadzeniu obliczeń stwierdzamy, że rozwiązania katalogowe są niewystarczające, co pokazano na przykładzie.

BIBLIOGRAFIA

- Kościelnik B., Kalasiński Ł.: *Projekt separatora zanieczyszczeń olejowych ze stacji benzynowej*. Inżynieria Ekologiczna 48/2016.
- Makles Z.: *Bezpieczeństwo pracy przy magazynowaniu i transporcie ropy naftowej oraz produktów ropopochodnych*, Bezpieczeństwo pracy 1/2004.
- PN-EN858-1: 2005: *Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich (np. olej i benzyna) - Część 1: Zasady projektowania, właściwości użytkowe i badania, znakowanie i sterowanie jakością*.
- PN-EN858-2: 2005: *Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich (np. olej i benzyna) - Część 2: Dobór wielkości nominalnych, instalowanie, użytkowanie i eksploatacja*.
- Praca zbiorowa: *Encyklopedia Stacji Paliw*. Wydawnictwo PETRO – EBC. Warszawa 1998.
- Rakowska J., Radwan K., Ślosorz Z., Pietraszek E., Łudzick M., Suchorab P.: *Usuwanie substancji ropopochodnych z dróg i gruntów*. Monografie CNBOP-PIB, Józefów 2012
- Sawicka-Siarkiewicz H.: *Oczyszczanie wód opadowych i osadnikach w kontekście wymagań określonych w przepisach prawnych*. Przegląd Naukowy - Inżynieria i Kształtowanie Środowiska 52/2011.

Storm-water treatment in oil-separators and sedimentation tanks at fuel stations

The article presents the techniques of wastewater treatment from the area of fuel stations. The types of separators and devices cooperating with them are described, including their choice in terms of the applicable regulations. For this purpose, an elementary calculation example was used.

Key words: fuel stations, oil-separators, sedimentation tanks.

Autorzy:

Mgr inż. **Łukasz Mozga** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie.

Dr inż. **Tomasz Stoeck** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie.