



Instytut Matematyki, Fizyki i Chemii
Zakład Chemii

Laboratorium paliw, olejów i smarów

Ćwiczenie laboratoryjne

Oznaczanie zawartości wody w produktach naftowych

Opracowali:

dr inż. Jan Krupowies

mgr inż. Czesław Wiznerowicz

dr inż. Agnieszka Kalbarczyk-Jedynak

dr inż. Konrad Ćwirko

dr Magdalena Ślaczka-Wilk

KIEROWNIK
Zakładu Chemii
Kalbarczyk-Jedynak
dr inż. Agnieszka Kalbarczyk-Jedynak

Szczecin 2022

KARTA ĆWICZENIA

1	Powiązanie z przedmiotami: ESO/25, 27 DiRMiUO/25, 27 EOUnIE/25, 27		
	Specjalność/Przedmiot	Efekty kształcenia dla przedmiotu	Szczegółowe efekty kształcenia dla przedmiotu
	ESO/26 Chemia wody, paliw i smarów	EKP3 K_U014, K_U015, K_U016.	SEKP12 – Wykonywanie oznaczeń wybranych wskaźników jakości produktów naftowych;
	DiRMiUO/26 Chemia wody, paliw i smarów	EKP3 K_U014, K_U015, K_U016.	SEKP12 – Wykonywanie oznaczeń wybranych wskaźników jakości produktów naftowych;
	EOUnIE/26 Chemia wody, paliw i smarów	EKP3 K_U014, K_U015, K_U016.	SEKP12 – Wykonywanie oznaczeń wybranych wskaźników jakości produktów naftowych;
2	Cel ćwiczenia: nauczenie studenta samodzielnego wykonywania oznaczania zawartości wody w produktach naftowych metodą destylacyjną oraz określania rodzaju wody (woda słodka czy morska);		
3	Wymagania wstępne: student jest przeszkolony w zakresie regulaminu BHP na stanowisku laboratoryjnym, co stwierdza własnoręcznym podpisem na odpowiednim formularzu, zna – źródła pochodzenia wody w oleju i jej rodzaje, forma występowania wody, metody analizy jakościowej i ilościowej zawartości wody, znaczenie eksploatacyjne i wartości graniczne zawartości wody w olejach smarowych, metody usuwania wody z oleju stosowane na statkach, przypadki degradacji i konieczności wymiany oleju z uwagi na obecność wody w oleju;		
4	Opis stanowiska laboratoryjnego: aparat Deana-Starka, waga analityczna, podstawowe szkło laboratoryjne, roztwór azotanu srebra, próbki używanych olejów smarowych lub innych produktów smarowych;		
5	Ocena ryzyka*: destylacja azeotropowa w aparacie Dean-Starka (możliwość pęknięcia kolby z wrzącą cieczą i poparzenia termicznego), kontakt z benzyną ekstrakcyjną stosowaną do mycia aparatu pomiarowego i szkła laboratoryjnego – istnieje możliwość powstania zagrożenia pożarowego w związku z obecnością par rozpuszczalników. Końcowa ocena – ZAGROŻENIE ZNACZNE, SKUTKI – POWAŻNE Wymagane środki zabezpieczenia: <ol style="list-style-type: none"> a. fartuchy ochronne, okulary ochronne, b. środki czystości BHP, czyściwo, ręczniki papierowe, c. pojemnik na odpady produktów naftowych (do utylizacji), d. pojemnik na zlewki brudnej benzyny (do regeneracji); 		
6	Przebieg ćwiczenia: <ol style="list-style-type: none"> a. Zapoznać się z instrukcją stanowiskową (załącznik 1) oraz zestawem laboratoryjnym do ćwiczenia, b. Wykonać oznaczenie zawartości wody w badanym oleju smarowym, c. W przypadku znacznego przekroczenia dopuszczalnej zawartości wody w badanym oleju wykonać test na obecność wody morskiej (tj. obecność jonów chlorkowych), 		
7	Sprawozdanie z ćwiczenia: <ol style="list-style-type: none"> a. Opracować ćwiczenie zgodnie z poleceniami zawartymi w instrukcji stanowiskowej, b. Na podstawie oznaczonej zawartości wody w oleju i ewentualnie rodzaju tej wody (słodka, morska) określić jakość i przydatność eksploatacyjną badanego oleju oraz zaproponować stosowne działania naprawcze; 		

8	Archiwizacja wyników badań: Sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia złożyć w formie pisemnej prowadzącemu zajęcia.
9	Metoda i kryteria oceny: a. EKP1, EKP2 – zadania polecone do samodzielnego rozwiązania i opracowania: ocena 2,0 – nie ma podstawowej wiedzy chemicznej i fizykochemicznej oraz eksploatacyjnej dotyczącej obecności wody w olejach smarowych oraz umiejętności rozwiązywania zadań prostych z tego zakresu; ocena 3,0 – posiada podstawową wiedzę chemiczną i fizykochemiczną oraz eksploatacyjną dotyczącą zawartości wody w olejach smarowych oraz umiejętność obliczeń i rozwiązywania zadań prostych z tego zakresu; ocena 3,5-4,0 – posiada poszerzoną wiedzę chemiczną i fizykochemiczną oraz eksploatacyjną dotyczącą oznaczanego parametru użytkowego olejów smarowych oraz umiejętność rozwiązywania zadań złożonych z tego zakresu; ocena 4,5-5,0 – posiada umiejętność stosowania złożonej wiedzy chemicznej i fizykochemicznej oraz eksploatacyjnej do cząstkowej oceny jakości i przydatności użytkowej badanych olejów smarowych ze względu na oznaczany parametr oraz umiejętność podejmowania na tej podstawie decyzji eksploatacyjnej. b. EKP3 – prace kontrolne: ocena 2,0 – nie ma umiejętności analizy i oceny wyników wykonanych analiz i oznaczeń oraz wyciągania wniosków; ocena 3,0 – posiada umiejętność analizy uzyskanych wyników, interpretacji praw i zjawisk, przekształcania wzorów, interpretacji wykresów i tablic; ocena 3,5-4,0 – posiada umiejętność poszerzonej analizy wyników, stosowania praw, konstruowania monogramów i wykresów; ocena 4,5-5,0 – posiada umiejętność kompleksowej analizy uzyskanych wyników, dokonywania uogólnień, wykrywania związków przyczynowo-skutkowych oraz podejmowania właściwych decyzji eksploatacyjnych.
10	Literatura: 1. Krupowies J., Wiznerowicz Cz.: Oznaczanie zawartości wody w produktach naftowych. Instrukcja stanowiskowa do ćwiczenia, AM, Szczecin 2013. 2. Barcewicz K.: Ćwiczenia laboratoryjne z chemii wody, paliw i smarów. Wyd. AM w Gdyni, Gdynia 2006. 3. Podniało A.: Paliwa oleje i smary w ekologicznej eksploatacji. WNT, Warszawa 2002. 4. Przemysłowe środki smarne. Poradnik. TOTAL Polska Sp. z o.o., Warszawa 2003. 5. Urbański P.: Paliwa i smary. Wyd. FRWSzM w Gdyni, Gdańsk 1999. 6. Krupowies J.: Badania zmian parametrów fizykochemicznych silnikowych olejów smarowych eksploatowanych na statkach Polskiej Żeglugi Morskiej. WSM w Szczecinie, Studia nr 27, Szczecin 1996. 7. Krupowies J.: Badania zmian właściwości oleju obiegowego okrętowych silników pomocniczych. WSM w Szczecinie, Studia nr 40, Szczecin 2002. 8. Normy PN/EN/ISO dotyczące badania produktów naftowych. 9. Katalogi produktów naftowych firm olejowych. 10. Dudek A.: Oleje smarowe Rafinerii Gdańskiej. „MET-PRESS”, Gdańsk 1997. 11. Baczewski K., Biernat K., Machel M.: Samochodowe paliwa, oleje i smary. Leksykon, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1993. 12. Herdzik J.: Poradnik motorzysty okrętowego. Wydawnictwo TRADEMAR, Gdynia 1995.
10	Uwagi

ZAŁĄCZNIK 1 – INSTRUKCJA

1. ZAKRES ĆWICZENIA

- zapoznanie się z instrukcją stanowiskową do ćwiczenia,
- oznaczanie obecności oraz zawartości wody w oleju, określenie rodzaju wody,
- ocena przydatności użytkowej eksploatowanego oleju na podstawie zawartości wody i jej rodzaju.

2. WPROWADZENIE TEORETYCZNE DO ĆWICZENIA

Podczas transportu, przechowywania i eksploatacji okrętowych olejów silnikowych może przedostawać się do nich woda. Może to być zarówno woda słodka jak i morska. Główne przyczyny przedostawania się wody do oleju na statku to: proces spalania paliw, kondensacja wilgoci z powietrza, awarie chłodziw i rurociągów pary grzewczej, przecieki przy wadliwym chłodzeniu tłoków, nieprawidłowa eksploatacja wirówek i wiele innych. Woda może znajdować się również w świeżo bunkrowanych paliwach i olejach. Zawsze więc należy liczyć się z jej obecnością w produktach naftowych na statkach.

Obecność wody w oleju smarowym jest czynnikiem znacznie pogarszającym jego własności użytkowe. Jednym z najbardziej niekorzystnych czynników jest silne oddziaływanie korozyjne zawodnionego oleju, który nie tylko nie zabezpiecza przed korozją, ale sam może ją powodować. Woda może dodatkowo spowodować wymywanie dodatków uszlachetniających z oleju, powstawanie trwałych emulsji, zmianę lepkości i smarność oleju, zmniejszenie jego odporności na starzenie oraz zakłócenia w pracy systemu olejowego.

Należy jednak zauważyć, że stwierdzenie obecności wody w oleju nie może być powodem dyskwalifikującym jego przydatność do dalszej eksploatacji. Istnieją bowiem w systemach olejowych na statkach urządzenia służące do usuwania wody, jak np.: zbiorniki osadowe, bądź wirówki. Tylko zawartość wody w oleju w postaci trwałej emulsji, której nie można usunąć przy pomocy urządzeń zainstalowanych na statku, lub obecność wody morskiej, decyduje o nieprzydatności oleju do dalszej eksploatacji.

Obecność wody w oleju nie świadczy o złej jakości oleju, ale o wadliwej pracy systemu przygotowania i oczyszczania oleju. Dlatego należy ustalić przyczyny przedostawania się wody do oleju, usunąć je, sprawdzić parametry pracy urządzeń oczyszczających i odpowiednio je skorygować.

Z uwagi na negatywne oddziaływanie wody w olejach silnikowych zalecane jest wykonywanie jej oznaczenia bezpośrednio na statku. W tym celu stosuje się uproszczone metody badań, np. za pomocą przenośnych zestawów laboratoryjnych.

Przy ocenie bardzo małych zawartości wody, należy uwzględnić nieznaczną rozpuszczalność wody w olejach. Rozpuszczalność ta zależy od temperatury oraz wilgotności powietrza i wynosi dla warunków pracy oleju silnikowego od 0,005% do 0,03% masowych.

3. OZNACZANIE ZAWARTOŚCI WODY

Przez zawartość wody w produktach naftowych należy rozumieć procent masowy lub objętościowy wody znajdującej się w badanej próbce.

Metoda jakościowa służy do wykrywania obecności wody w ciekłych produktach naftowych. Należy stwierdzić, czy badany produkt ogrzany do określonej temperatury nie pieni się i nie wydaje charakterystycznych trzasków.

Wykonanie testu obecności wody w oleju

Czystą i suchą probówkę (o wymiarach: średnica 15 mm i długość 150 mm) napełnić do wysokości około 80 mm badanym olejem. Następnie probówkę zamknąć korkiem z umieszczonym w nim termometrem, który należy zamontować w otworze korka tak, aby jego koniec znajdował się w odległości 20 mm od dna próbki. Z kolei probówkę umieścić w łaźni olejowej, ogrzanej do temperatury 175°C, w taki sposób, by poziom próbki w probówce był o 10 mm wyższy od poziomu oleju w łaźni. W czasie gdy temperatura badanej próbki rośnie od 100°C do 150°C, koniecznie obserwować reakcję produktu naftowego.

Opracowanie wyników

Jeżeli badana próbka pieni się i słychać charakterystyczne trzaski, należy przyjąć, że w oleju znajduje się woda. Badania powtórzyć trzykrotnie.

Oznaczenie zawartości wody w produktach naftowych metodą destylacyjną

Metoda destylacyjna służy do ilościowego oznaczania zawartości wody w ciekłych produktach naftowych i polega na usunięciu za pomocą rozpuszczalnika wody zawartej w badanej próbce, tj. na utworzeniu najpierw cieczy azeotropowej, a następnie oddestylowaniu z niej wody. Odpowiedni rozpuszczalnik należy dobrać na podstawie tabeli 1.

Tabela 1

Dobór rozpuszczalnika w zależności od badanego produktu

Rozpuszczalnik	Badany produkt naftowy
toluen, ksylen	asfalty, ropa naftowa typu asfaltowego, ciężkie oleje opałowe (paliwa pozostałościowe)
ksylen	ropa naftowa, asfalty płynne, oleje opałowe typu pozostałościowego, oleje napędowe, oleje smarowe
benzyna ekstrakcyjna*, izooktan	smary plastyczne
ksylen	produkty węglowodorkowe

Przygotowanie próbki

Próbkę produktu ciekłego należy dokładnie wymieszać przez wytrząsanie w czasie 5 minut w naczyniu wypełnionym nie więcej niż do 3/4 jego pojemności. Produkty o dużej lepkości i produkty naftowe o dużej zawartości parafin należy przed mieszaniem ogrzać do temp. 40 ÷ 50°C. Produkty stałe należy rozdrobnić i dokładnie wymieszać. Przy badaniu

* benzynę ekstrakcyjną zmieszać z niewielką ilością wody i wytrząsać w ciągu 1 min, pozostawić do rozdzielenia warstw. Po oddzieleniu warstwy wodnej, benzynę wysuszyć bezwodnym chlorkiem wapnia i przesączyć przez pofałdowany sącdek.

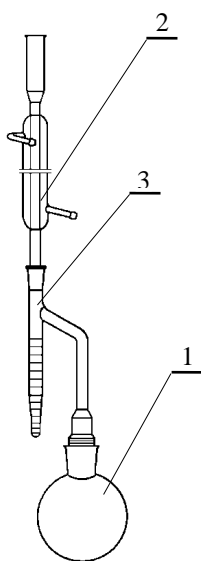
smarów plastycznych należy z nich zdjąć wierzchnią warstewkę, po czym z co najmniej trzech miejsc oddalonych od ścianek naczynia pobrać jednakowe ilości produktów i wymieszać je w parownicy.

Przy badaniu produktów ciekłych o małej lepkości odmierzyć cylindrem 100 cm³ próbki i wlać do kolby destylacyjnej – 1 (rys. 1). Tym samym cylindrem, bez przemywania go, odmierzyć do kolby 50 cm³ ksyłenu, a następnie dwa razy po 25 cm³ ksyłenu w celu wypłukania próbki z cylindra. Przy badaniu produktów ciekłych o dużej lepkości lub produktów stałych, należy odważyć 100 g badanego produktu i przenieść ilościowo do kolby destylacyjnej, dodać następnie 100 cm³ rozpuszczalnika zgodnie z tabelą 1.

Przy badaniu produktów o bardzo małej lub bardzo dużej zawartości wody wielkość próbki i objętość cieczy azeotropowej należy odpowiednio zmniejszyć lub zwiększyć tak, aby objętość wody zbierającej się w odbieralniku była większa niż 0,1 cm³, lecz nie przekraczała pojemności stosowanego odbieralnika.

Po dokładnym wymieszaniu zawartości kolby destylacyjnej wrzucić kilka kawałków porowatego materiału (np. porcelany), a w przypadku cieczy o skłonności do spieniania się dodać kilka kropli oleju silikonowego, po czym zmontować zestaw destylacyjny wg rys. 1. Do chłodnicy – 2 włączyć obieg wody chłodzącej i ogrzewać kolbę destylacyjną na płytce elektrycznej z siatką tak, aby uzyskać szybkość skraplania destylatu w ilości 2 ÷ 4 kropli na sekundę. Destylację prowadzić około 1 godz. licząc od momentu napełnienia się odbieralnika – 3 destylatem do punktu przelewu. Zakończyć destylację z chwilą uzyskania całkowitej przezroczystości cieczy w odbieralniku. Jeżeli w trakcie destylacji na ściankach chłodnicy pojawią się kropelki wody, należy przerwać ogrzewanie (odsuwając płytkę elektryczną spod kolby) i niewielkimi porcjami, kilkakrotnie przemyć chłodnicę zastosowanym do destylacji rozpuszczalnikiem. Ponownie doprowadzić ciecz w kolbie do wrzenia i destylacji.

Po ochłodzeniu zawartości odbieralnika do temperatury otoczenia zdemontować zestaw (w obecności prowadzącego zajęcia). Odczytać z podziałki odbieralnika ilość wody. W przypadku pozostania części wody na ściankach odbieralnika użyć pręcika szklanego w celu zepchnięcia wody na dno odbieralnika. W przypadku, gdy górna warstwa cieczy w odbieralniku nie jest całkowicie klarowna lub gdy ilość wydzielonej wody jest niewielka (do 0,03 cm³), odbieralnik umieścić w łaźni wodnej o temperaturze około 60°C na 30 min., po czym ponownie schłodzić destylat z odbieralnikiem do temperatury otoczenia i odczytać objętość zebranej wody.



Rys. 1. Zestaw do oznaczania wody w produktach naftowych metodą destylacyjną (aparatus wg. Dean Starka). 1 – kolba destylacyjna, 2 – chłodnica, 3 – odbieralnik

Opracowanie wyników

W zależności od metody oznaczania zawartości wody $Z_{\%mas.}$ lub $Z_{\%obj.}$ wyliczyć jej zawartość według poniższych równań:

$$Z_{\%mas.} = \frac{V \cdot \rho_w}{m} \cdot 100$$

$$Z_{\%obj.} = \frac{V}{V_1} \cdot 100$$

gdzie:

- V – objętość wody w odbieralniku [cm^3];
- ρ_w – gęstość wody w temperaturze odczytu [g/cm^3], tabela 2;
- m – masa próbki [g];
- V_1 – objętość próbki [cm^3]

Za wynik oznaczenia należy przyjąć wartość średnią z dwóch pomiarów różniących się między sobą nie więcej niż o $0,03 \text{ cm}^3$.

Tabela 2

Gęstość wody niezawierającej powietrza w temperaturze od 0 do 40°C [g/cm³]

°C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
0	0,9998396	0,9998460	0,9999528	0,9998591	0,9998653	0,9998713
1	0,9998985	0,9999035	0,9999082	0,9999128	0,9999172	0,9999214
2	0,9999399	0,9999431	0,9999461	0,9999489	0,9999516	0,9999554
3	0,9999642	0,9999657	0,9999670	0,9999682	0,9999692	0,9999701
4	0,9999720	0,9999718	0,9999716	0,9999711	0,9999705	0,9999698
5	0,9999637	0,9999620	0,9999602	0,9999582	0,9999560	0,9999537
6	0,9999999	0,9999367	0,9999334	0,9999299	0,9999262	0,9999224
7	0,9999011	0,9998964	0,9998916	0,9998866	0,9998815	0,9998762
8	0,9998477	0,9998416	0,9998353	0,9998289	0,9998223	0,9998157
9	0,9998701	0,9997726	0,9997649	0,9997571	0,9997492	0,9997411
10	0,9996987	0,9996898	0,9996808	0,9996717	0,9996624	0,9996530
11	0,9996029	0,9995937	0,9995834	0,9995729	0,9995623	0,9995516
12	0,9994961	0,9994886	0,9994730	0,9994612	0,9994494	0,9994374
13	0,9993756	0,9993628	0,9993500	0,9993370	0,9993239	0,9993106
14	0,9992427	0,9992287	0,9992146	0,9992004	0,9991861	0,9991717
15	0,9990977	0,9990826	0,9990673	0,9990519	0,9990364	0,9990208
16	0,9989410	0,9989247	0,9989083	0,9988917	0,9988751	0,9988583
17	0,9987728	0,9987553	0,9987378	0,9987201	0,9987023	0,9986845
18	0,9985934	0,9985748	0,9985562	0,9985374	0,9985185	0,9984995
19	0,9984030	0,9983833	0,9983636	0,9983438	0,9983238	0,9983037
20	0,9982019	0,9981812	0,9981604	0,9981395	0,9981185	0,9980973
21	0,9979902	0,9979685	0,9979467	0,9979247	0,9979027	0,9978805
22	0,9977683	0,9977456	0,9977227	0,9976998	0,9976767	0,9976536
23	0,9975363	0,9975126	0,9974887	0,9974648	0,9974408	0,9974166
24	0,9972944	0,9972697	0,9972449	0,9972200	0,9971950	0,9971699
25	0,9970429	0,9970172	0,9969914	0,9969655	0,9969396	0,9969135
26	0,9967818	0,9967551	0,9967284	0,9967016	0,9966747	0,9966477
27	0,9965113	0,9964837	0,9964561	0,9964284	0,9964005	0,9963726
28	0,9962316	0,9962032	0,9961746	0,9961460	0,9961172	0,9960884
29	0,9959430	0,9959136	0,9958842	0,9958546	0,9958250	0,9957953
30	0,9956454	0,9956152	0,9955848	0,9955544	0,9955239	0,9954934
31	0,9953391	0,9953080	0,9952768	0,9952456	0,9952142	0,9951828
32	0,9950243	0,9949923	0,9949603	0,9949282	0,9948960	0,9948637
33	0,9947010	0,9946682	0,9946353	0,9946024	0,9945693	0,9945362
34	0,9943694	0,9943358	0,9943021	0,9942683	0,9942345	0,9942005
35	0,9940296	0,9939952	0,9939607	0,9939261	0,9938915	0,9938567
36	0,9936819	0,9936467	0,9936114	0,9935760	0,9935406	0,9935050
37	0,9933263	0,9932903	0,9932542	0,9932181	0,9931818	0,9931455
38	0,9929629	0,9929261	0,9928893	0,9928524	0,9928154	0,9927784
39	0,9925920	0,9925545	0,9925169	0,9924792	0,9924415	0,9924037
40	0,9922136					

Tabela 2 cd

°C	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0,9998771	0,9998827	0,9998882	0,9998934
1	0,9999254	0,9999293	0,9999330	0,9999365
2	0,9999565	0,9999587	0,9999607	0,9999625
3	0,9999708	0,9999713	0,9999717	0,9999719
4	0,9999689	0,9999678	0,9999666	0,9999652
5	0,9999513	0,9999457	0,9999459	0,9999430
6	0,9999184	0,9999143	0,9999101	0,9999057
7	0,9998708	0,9998652	0,9998595	0,9998537
8	0,9998088	0,9998019	0,9998947	0,9998785
9	0,9997329	0,9997246	0,9997161	0,9997015
10	0,9996434	0,9996337	0,9996239	0,9996140
11	0,9995408	0,9995298	0,9995187	0,9995074
12	0,9994253	0,9994130	0,9994007	0,9993882
13	0,9992973	0,9992838	0,9992702	0,9992565
14	0,9991571	0,9991424	0,9991276	0,9991127
15	0,9990051	0,9989892	0,9999733	0,9989572
16	0,9988414	0,9988244	0,9998073	0,9987901
17	0,9986665	0,9986483	0,9996301	0,9986118
18	0,9984804	0,9984612	0,9994419	0,9984225
19	0,9982836	0,9982633	0,9992429	0,9982224
20	0,9980761	0,9980548	0,9980334	0,9980119
21	0,9978583	0,9978360	0,9978135	0,9977910
22	0,9976303	0,9976070	0,9975835	0,9975600
23	0,9973924	0,9973680	0,9973436	0,9973191
24	0,9971446	0,9971193	0,9970939	0,9970685
25	0,9968873	0,9968611	0,9968347	0,9968083
26	0,9966206	0,9965934	0,9965661	0,9965388
27	0,9963446	0,9963165	0,9962883	0,9962600
28	0,9960595	0,9960305	0,9960014	0,9959722
29	0,9957655	0,9957356	0,9957056	0,9956756
30	0,9954627	0,9954319	0,9954011	0,9953701
31	0,9951512	0,9951196	0,9950879	0,9950561
32	0,9948313	0,9947988	0,9947663	0,9947337
33	0,9945030	0,9944697	0,9944364	0,9944029
34	0,9941665	0,9941324	0,9940982	0,9940640
35	0,9938219	0,9937870	0,9937521	0,9937170
36	0,9934694	0,9934438	0,9933980	0,9933622
37	0,9931092	0,9930727	0,9930362	0,9929996
38	0,9927412	0,9927040	0,9926668	0,9926294
39	0,9923658	0,9923279	0,9922899	0,9922518

4. OPRACOWANIE ĆWICZENIA

1. Porównać otrzymane wyniki z wartościami ostrzegawczymi dla badanego oleju.
2. Ocenić na podstawie zawartości wody i jej rodzaju przydatność eksploatacyjną badanego produktu naftowego.
3. W przypadku przekroczenia wartości ostrzegawczych zawartości wody, podać czynności zaradcze.
4. Podać wpływ wody i rodzaju tej wody na parametry użytkowe oleju.
5. Na rysunkach 2 – 3 pokazano przekroje silników okrętowych (bezwodzikowego i wodzikowego).
6. W tabelach pomocniczych 3 – 6 zamieszczonych na końcu instrukcji podano wartości ostrzegawcze dla olejów smarowych firm: Elf, Castrol i Mobil oraz wartości graniczne zalecane przez producentów silników okrętowych.

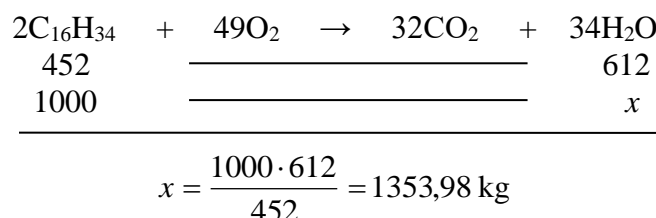
5. FORMA I WARUNKI ZALICZENIA ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO

1. zaliczenie tzw. „wejściówki” przed przystąpieniem do wykonania ćwiczenia.
2. złożenie poprawnego sprawozdania pisemnego z wykonanego ćwiczenia, które powinno zawierać:
 - krótki wstęp teoretyczny,
 - znaczenie eksploatacyjne mierzonego parametru,
 - opracowanie uzyskanych wyników wg instrukcji stanowiskowej.
3. zaliczenie końcowe na kolokwium pod koniec semestru.

I. Przykład zadania z rozwiązaniem

Obliczyć, ile powstanie wody w wyniku całkowitego spalania 1 000 kg cetanu (heksadekanu $C_{16}H_{34}$) oraz określić, jaki jest to stosunek względem masy spalonego węgłowodoru.

Równanie reakcji, na podstawie której dokonujemy obliczeń jest następujące:



Odpowiedź: W wyniku spalania 1000 kg cetanu powstaje około 1354 kg wody, a zatem stosunek masy wody powstałej w wyniku tej reakcji do masy spalonego węgłowodoru wynosi 1,35, czyli na 1 000 kg spalonego cetanu powstaje 1 354 kg wody.

II. Zadania i pytania do samodzielnego wykonania przez studenta

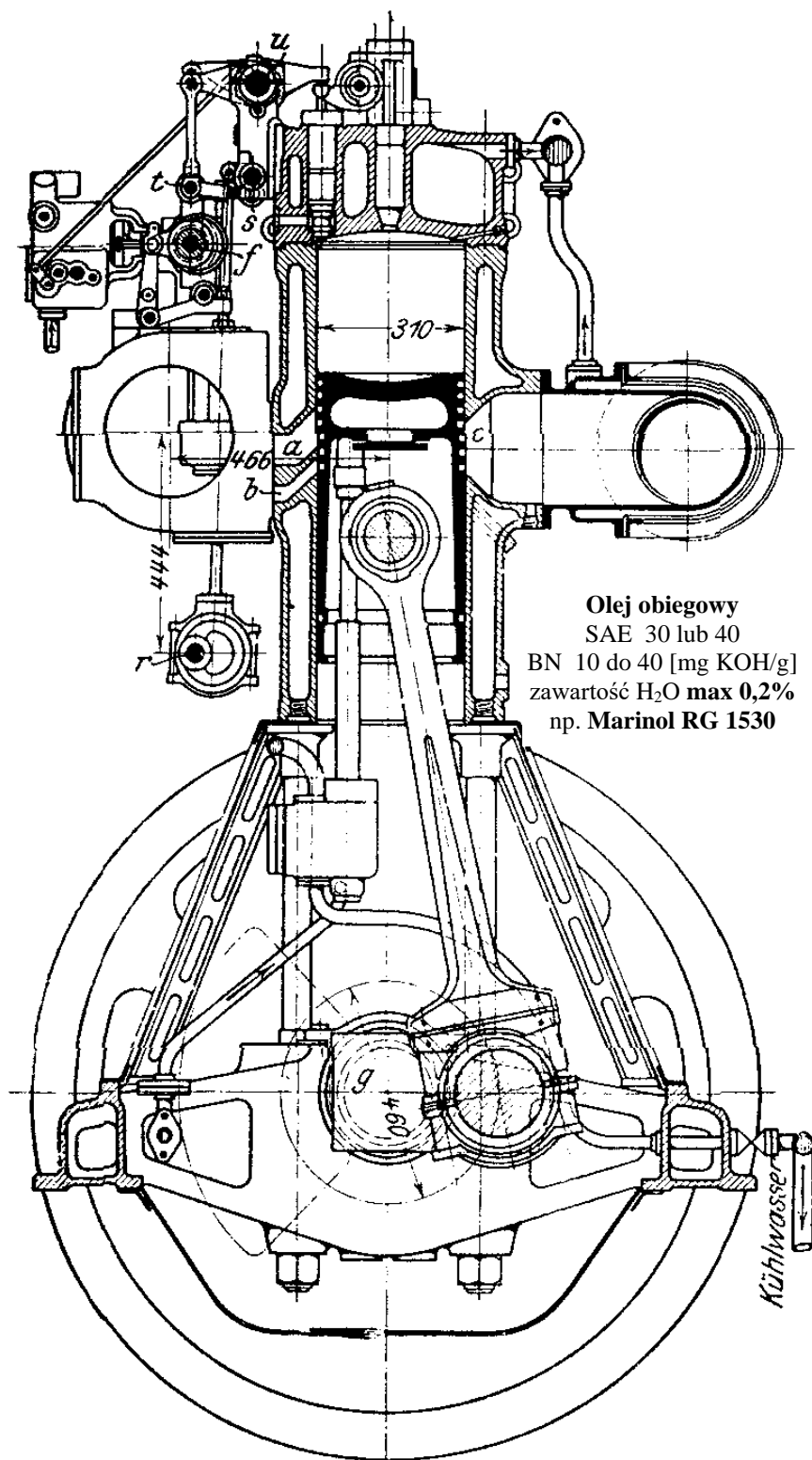
Zadania

1. Zawartość wody w oleju Marinol RG 1530 pobranego z obiegu silnika bezwodzikowego wynosi 0,35% masowych. Określić przydatność eksploatacyjną tego oleju oraz podać ewentualne działanie korekcyjne.
2. Zawartość wody w oleju Marinol RG 2030 pobranego z obiegu silnika bezwodzikowego wynosi 0,85% masowych. Określić przydatność eksploatacyjną tego oleju. Jakie dodatkowe badanie należy wykonać, aby ocena przydatności eksploatacyjnej tego oleju była pełna? Podać ewentualne działanie korekcyjne.
3. Zawartość wody w oleju Marinol RG 4040 pobranego z obiegu silnika bezwodzikowego wynosi 0,15% masowych. Określić przydatność eksploatacyjną tego oleju oraz podać ewentualne działanie korekcyjne.
4. Zawartość wody w oleju Marinol RG 630 pobranego z obiegu silnika wodzikowego wynosi 0,45% masowych. Określić przydatność eksploatacyjną tego oleju oraz podać, czy wymaga on podjęcia działania korekcyjnego.
5. Zawartość wody w oleju Marinol RG 630 pobranego z obiegu silnika wodzikowego wynosi 0,85% masowych. Określić przydatność eksploatacyjną tego oleju oraz podać, czy wymaga on podjęcia działania korekcyjnego.

Pytania

1. Jakie są źródła pochodzenia, rodzaje i formy występowania wody w olejach smarowych stosowanych na statkach.
2. Jakie są metody wykrywania obecności wody w produktach naftowych i testowania jej rodzaju (słodka – morska) na statkach?
3. Wyjaśnić, jak obecność i zawartość wody wpływa na jakość użytkową olejów smarowych.
4. W jaki sposób usuwa się wodę z olejów smarowych na statkach?
5. Kiedy zawartość wody i jej rodzaj eliminują olej smarowy z dalszej eksploatacji?
6. Jakie są dopuszczalne zawartości wody w olejach smarowych silników bezwodzikowych i wodzikowych?
7. Kiedy obecność wody w oleju zmniejsza, a kiedy zwiększa lepkość mieszaniny wodno-olejowej?

SILNIK BEZWODZIKOWY



Olej obiegowy
SAE 30 lub 40
BN 10 do 40 [mg KOH/g]
zawartość H₂O max 0,2%
np. Marinol RG 1530

Rys. 2. Przekrój bezwodziowego silnika (380 KM)

Tabele pomocnicze

Tabela 3

Wartości ostrzegawcze dla podstawowych parametrów fizykochemicznych niektórych olejów firmy Elf

Oznaczenia	Disola M3015 Disola M4015	Aurelia XT4040
Lepkość kinematyczna w temperaturze 40°C [mm ² /s]	+30% -20%	+30% - 20%
Liczba zasadowa [mg KOH/g]	> 8	> 15
Temperatura zapłonu w tyglu zamkniętym [°C]	> 180	> 180
Zawartość wody [%]	< 0,3	< 0,3
Zawartość zanieczyszczeń nierozpuszczalnych w n-pentanie [%]	< 2	< 2

Tabela 4

Wartości ostrzegawcze dla podstawowych parametrów fizykochemicznych niektórych olejów firmy Castrol

Oznaczenia	Castrol MPX 40 Castrol MLC 40	Castrol MXD 303
Lepkość kinematyczna w temperaturze 40°C [mm ² /s]	± 25%	± 25%
Liczba zasadowa [mg KOH/g]	- 50%	-50%
Temperatura zapłonu w tyglu zamkniętym [°C]	> 180	> 180
Zawartość wody [%]	< 0,2	< 0,2
Zawartość zanieczyszczeń nierozpuszczalnych w n-pentanie [%]	< 2	< 4

Tabela 5

Wartości ostrzegawcze dla podstawowych parametrów fizykochemicznych niektórych olejów firmy Mobil

Oznaczenia	Mobil 312	Mobil 412	Mobil 442
Lepkość kinematyczna w temperaturze 40°C [mm ² /s]	min mm ² /s max 143 mm ² /s	min 102 mm ² /s max 218 mm ² /s	min 102 mm ² /s max 218 mm ² /s
Liczba zasadowa [mg KOH/g]	- 50%	- 50%	- 50%
Temperatura zapłonu w tyglu zamkniętym [°C]	> 190	> 190	> 190
Zawartość wody [%]	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zawartość zanieczyszczeń nierozpuszczalnych w n-pentanie [%]	< 2	< 2	< 2

Tabela 6

Wartości graniczne dla podstawowych parametrów fizykochemicznych olejów smarowych zalecane przez zachodnich producentów silników okrętowych

Silniki z zapłonem samoczynnym			Lepkość kinematyczna [mm ² /s] w temperaturze 100°C		Temperatura zapłonu TZ	Zawartość wody max	Zawartość zanieczy- szczeń	BN
producent	typ	model	min	max	[°C]	[% wag.]	[% wag.]	[mgKOH/g]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Daihatsu	czterosuwowy	wszystkie	-20%	+30%	180	0,1% obj.	2,5	3,0 dla paliwa (MDO) 5,0 dla paliwa (LMFO) 10,0 dla paliwa (HFO)
Deutz-MWM	czterosuwowy	D/TBD 234 TBD 604 B S/BAM 816	9 (SAE 30) 11 (SAE 40)	+25%	190	0,2	2,0	min 50%
	czterosuwowy	D/TBD 440 S/BAM 628 TBD 645 R/S/BVM 640	9 (SAE 30) 11 (SAE 40)	+25%	190	0,2	2,0	min 60%
Krupp MaK	czterosuwowy	wszystkie	80 przy 40°C (SAE 30) 130 przy 40°C (SAE 40)		180	0,2	2,0	min 15* min 18** min 50% dla paliw MDO/MGO
MAN B&W	czterosuwowy dwusuwowy	20/27 do 58/64	±1 stopień SAE		185	0,5	1,5	min 50%* min 70%**
MTU	czterosuwowy	wszystkie	9,0 (SAE 30) 10,5 (SAE 40)	+25%	190	0,2	2,5	min 50%
Wartsila	czterosuwowy	VASA 46	11,5 dla 40°C 95	19 dla 40°C 212	170	0,3 (0,5)	2,0	50% min 15
Sulzer	dwusuwowy (olejowe chłodzenie tłoków)	RTA 84 C/M/T 72, 62, 52 48, 38	-10%	+20%	180	0,5	0,5	min 5
	dwusuwowy (wodne chłodzenie tłoków)	RTA 84, 76, 68, 58 i wszystkie RND, RLA i RLB	-10%	+20%	180	0,5	0,5	min 5
	czterosuwowy	Z40, ZA40, ZA40S	-20%	+30%	180	0,5	2,5	min 60%
	czterosuwowy	typ-A i S20	-20%	+30%	180	0,5	2,5	min 50%
Yanmar	czterosuwowy	wszystkie	-20%	+30%	180	0,3% obj.	2,0	4 (dla paliwa MDO) 15 (dla paliwa HFO)

* silniki z oddzielnym obiegiem oleju cylindrowego, zasilane paliwem HFO,

** silniki bez oddzielnego obiegu oleju cylindrowego, zasilane paliwem HFO,

*** dotyczy silnika MaK 453 C.