

Maria Łenyk, Jarosław Markowski
Instytut Nafty i Gazu, Kraków

Oznaczanie zdolności do rozpuszczania węglowodorowych rozpuszczalników i ich mieszanin metodą kauri-butanol

Wprowadzenie

W badaniach nad otrzymywaniem nowych środków myjących, detergentów i innego typu dodatków do paliw węglowodorowych czy substancji wspomagających wydobycie ropy naftowej i gazu ziemnego niezbędny jest odpowiednio dobrany rozpuszczalnik, a przez to, że często prace prowadzone są z wykorzystaniem bardzo drogich surowców lub substancji otrzymywanych w wieloetapowych procesach w niewielkich ilościach, dobór tego rozpuszczalnika musi być dokonany z wielką ostrożnością.

Dla rozpuszczalników czystych dane charakteryzujące zdolność do rozpuszczania można uzyskać od producenta, natomiast dla mieszanin trzeba oznaczenia przeprowadzić

we własnym zakresie. Miarą zdolności do rozpuszczania jest między innymi wskaźnik kauri-butanol, wyrażany jako ilość mililitrów badanego rozpuszczalnika, który w temperaturze 25°C może być dodany do 20 ml wzorcowego roztworu żywicy kauri, rozpuszczonej w czystym n-butanolu (400 g żywicy w 2000 g butanolu) do uzyskania określonego stopnia zmętnienia roztworu. Im większa wartość wskaźnika kauri-butanol, tym lepsza ogólna zdolność rozpuszczania.

W ramach niniejszej pracy przeprowadzono badania nad określeniem zdolności rozpuszczania rozpuszczalników metodą wskaźnika kauri-butanol (KBV). Badania prowadzono zgodnie z normą ASTM D 1133 [2].

Właściwości rozpuszczalników naftowych

Rozpuszczalniki, w tym rozpuszczalniki otrzymywane podczas przeróbki ropy naftowej, są to substancje tworzące optycznie jednorodny układ (roztwór) z substancjami w niej rozpuszczonymi. W przypadku jednorodnej mieszaniny dwóch cieczy jest to składnik roztworu, który znajduje się w nadmiarze. Na ogół są to substancje ciekłe, przeznaczone do otrzymywania roztworów w wielu procesach przemysłowych. Od produktów naftowych stosowanych jako rozpuszczalniki wymaga się wielu specyficznych właściwości zależnych od przeznaczenia. W zastosowaniach technicznych wymaga się między innymi [4]:

- czystości, klarowności, często bezbarwności,
- odpowiedniej lotności z małą pozostałością po odparowaniu,
- lepkości odpowiedniej do zastosowań,
- dobrej stabilności termicznej,
- braku reaktywności i działania korozyjnego,
- braku palności, wysokiej temperatury zapłonu i samozapłonu,
- bezwonności,
- stabilności właściwości fizykochemicznych,
- małej toksyczności,
- biodegradowalności,
- możliwości regeneracji,
- niskich kosztów użytkowania oraz przede wszystkim
- odpowiednich właściwości rozpuszczających.

Do wskaźników charakteryzujących zdolność do rozpuszczania, które mają zasadnicze znaczenie przy ocenie przydatności rozpuszczalnika do określonych zastosowań, zaliczają się:

Punkt anilinowy – jest to najniższa temperatura, w której mieszanina równych objętości aniliny i badanego produktu tworzy jedną fazę. To podstawowy parametr przy ocenie rozpuszczalników naftowych. Wartości punktu anilinowego (°C) dla przykładowo wybranych rozpuszczalników podano poniżej [6]:

- toluen 9
- rozpuszczalniki aromatyczne 9÷16
- benzyna lakowa 56÷67
- nafta oczyszczona 64÷78.

Polarność cząstkowa – jest miarą oddziaływania sił międzycząsteczkowych rozpuszczalnika. Jednostkami polarności cząstkowej są $\text{MPa}^{0.5}$ i $(\text{kcaloria}/\text{cm}^3)^{0.5}$. Polarność cząstkowa większości rozpuszczalników węglowodorowych wynosi zero [6].

Stopień rozcieńczenia – określa tolerancję roztworu nitrocelulozy w aktywnym rozpuszczalniku na dodatek innego rozpuszczalnika [6].

Indeks wiązań wodorowych (HBI – hydrogen bonding index) – parametr charakteryzujący energię wiązań wodorowych pomiędzy cząsteczkami rozpuszczalnika. Wartości HBI są podawane w jednostkach: $\text{MPa}^{0.5}$ lub $(\text{kcaloria}/\text{cm}^3)^{0.5}$. Wskaźnik ten służy do oceny rozpuszczalników tlenowych [6].

Parametr rozpuszczalności Hildebranda (HSI – Hildebrand solubility index) – (δ) stanowi liczbowe oszacowanie stopnia interakcji pomiędzy substancjami i może być dobrym wskaźnikiem rozpuszczalności, szczególnie w przypadku związków niepolarnych [5]. Materiały o podobnej wartości δ mogą być mieszalne ze sobą. δ jest to pierwiastek kwadratowy z gęstości energii kohezji (CED – cohesion energy density), równej energii potrzebnej do oddzielenia cząsteczki od jej najbliższego otoczenia podzielonej przez całkowitą objętość oddzielonej cząsteczki, i wyraża się równaniem [5]:

$$\delta = \sqrt{CED} = \sqrt{\frac{\Delta H_v - RT}{V_m}} \quad (1)$$

gdzie:

- δ – parametr rozpuszczalności Hildebranda,
- CED – gęstość energii kohezji,
- ΔH_v – entalpia parowania,
- R – stała gazowa,
- T – temperatura,
- V_m – objętość molowa.

Jednostką, w której podawane są wartości δ , jest $(\text{kcaloria}/\text{cm}^3)^{0.5}$ lub $\text{MPa}^{0.5}$, wtedy parametr rozpuszczalności Hildebranda oznacza się jako $\delta(SI)$. Na jego podstawie mo-

żemy przewidywać, że substancje o zbliżonym parametrze Hildebranda będą miały podobną zdolność rozpuszczania.

Wartości parametru rozpuszczalności Hildebranda w $(\text{kcaloria}/\text{cm}^3)^{0.5}$ dla przykładowo wybranych rozpuszczalników, podano poniżej [6]:

- benzyna lakowa 7,8
- benzyna ekstrakcyjna 7,0÷7,6
- rozpuszczalniki aromatyczne 8,7÷8,9
- nafta oczyszczona (bez związków aromatycznych) 7,6.

Wskaźnik rozpuszczalności Hansena (HSP – Hansen solubility parameter) jest rozwinięciem parametru rozpuszczalności Hildebranda. Hansen podzielił całkowitą energię kohezji cieczy na trzy odrębne części: energię pochodzącą od oddziaływań międzycząsteczkowych, energię wiązań wodorowych oraz energię oddziaływań między dipolami. Jest ona zapisywana równaniem [1, 7]:

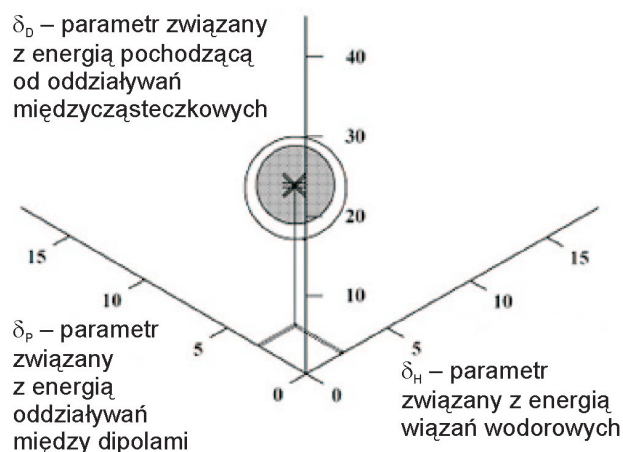
$$\delta^2 = \delta_D^2 + \delta_p^2 + \delta_H^2 \quad (2)$$

gdzie:

- δ – parametr rozpuszczalności Hildebranda (pierwiastek kwadratowy z gęstości energii kohezji),
- δ_D – energia pochodząca od oddziaływań międzycząsteczkowych,
- δ_p – energia oddziaływań między dipolami,
- δ_H – energia wiązań wodorowych.

HSP jest nazywany trójwymiarowym parametrem rozpuszczalności, gdyż znając wszystkie parametry z równania (1), otrzymujemy sferę w trójwymiarowej przestrzeni Hansena (rysunek 1).

Jeśli sfery otrzymane na podstawie danych dla różnych substancji pokrywają się, to znaczy, że te substancje będą wzajemnie rozpuszczalne [1, 7]. Wartości HSP są oblicza-



Rys. 1. Trójwymiarowa przestrzeń Hansena, będąca graficznym przedstawieniem parametru rozpuszczalności Hansena [1, 7]

ne na podstawie ciepła parowania substancji za pomocą przeznaczonych do tego programów komputerowych.

Im większa wartość HSP, tym większa zdolność rozpuszczania. Istnieje specjalna skala rozpuszczalności oparta na wskaźniku rozpuszczalności Hansena. Typowe wartości dla wybranych grup rozpuszczalników podano poniżej [6]:

- parafiny i n-parafiny 4,4
- alkeny 7,6
- nafteny 7,8
- aromaty 8,5
- estry kwasu octowego 8,7
- ketony 8,8
- glikol etylenowy 9,0
- alkohole 11,0.

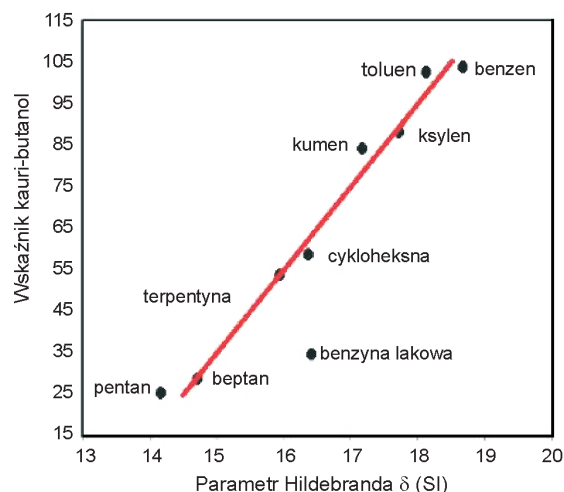
Wskaźnik kauri-butanol, punkt butanolowy (KBV – kauri-butanol value) określa zdolność rozpuszczania przez rozpuszczalniki węglowodorowe. KBV jest wyrażany jako objętość w ml rozpuszczalnika węglowodorowego, która w temperaturze 25°C może być dodana do wzorcowego roztworu żywicy kauri rozpuszczonej w czystym n-butanolu (400 g żywicy w 2000 g butanolu) bez wypadnięcia z roztworu śladów żywicy [6]. Oznaczanie jest wykonywane metodą znormalizowaną według ASTM D 1133.

Skalę KBV określają dwa rozpuszczalniki wzorcowe:

- KBV = 40 dla mieszaniny 75/25 n-heptanu i toluenu,
- KBV = 105 dla czystego toluenu.

KBV jest bardzo ważną cechą rozpuszczalnika, definiującą jego charakter. Im większa wartość wskaźnika kauri-butanol, tym lepsza ogólna zdolność rozpuszczania. Zdolność rozpuszczania jest zależna od składu rozpuszczalnika i zwiększa się wraz ze zwiększeniem zawartości węglowodorów aromatycznych. Na ogół im większa zawartość aromatów, tym większa wartość KBV.

Na rysunku 2 przedstawiono zależność pomiędzy



Rys. 2. Zależność pomiędzy wskaźnikami kauri-butanol i Hildebranda [3]

wskaźnikiem kauri-butanol a parametrem rozpuszczalności Hildebranda [3].

Dla rozpuszczalników o KBV większym niż 35 zależność tę przedstawia równanie (3) [3]:

$$\delta(SI) = 0,04 KBV + 14,2 \quad (3)$$

Dla węglowodorów alifatycznych z wartością KBV mniejszą niż 35 zależność jest również liniowa, ale w obliczeniach należy uwzględnić wielkość cząsteczki.

Wartości wskaźnika kauri-butanol dla przykładowo wybranych rozpuszczalników podano poniżej [4, 6]:

- cykloheksan 54,3
- dichlorometan 136
- n-heptan 25,4
- nafta 79
- propan-2-ol >100
- toluen 105
- ksylen (mieszanina izomerów) 95
- Shellsol A150 95.

Oznaczanie wskaźnika KBV

Charakterystyka fizykochemiczna badanych substancji

Wszystkie właściwości zostały podane na podstawie świadectw jakości dostarczonych przez producentów poszczególnych surowców.

Żywica kauri

Tablica 1. Właściwości fizykochemiczne żywicy kauri firmy Pfaltz&Bauer, nr partii 114089-4

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Wygląd	–	–	kawałki żywicy w kolorze bursztynu

n-butanol

Tablica 2. Właściwości fizykochemiczne n-butanolu firmy Merck, nr partii K42156888

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Czystość	% (m/m)	≥99,0	99,9
Gęstość w 20°C	g/cm ³	0,807÷0,809	0,808
Zakres wrzenia	°C	117,0÷118,5	117,0÷118,5
Zawartość wody	% (m/m)	≤0,1	0,02
Zawartość eteru dibutylowego	% (m/m)	≤0,2	<0,1
Pozostałość po odparowaniu	% (m/m)	≤0,004	<0,0001

Toluen

Tablica 3. Właściwości fizykochemiczne toluenu firmy POCh, nr partii 1118/03/11

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Czystość	% (m/m)	≥99,5	>99,5
Zawartość wody	% (m/m)	≤0,03	<0,03
Odczyn wyciągu wodnego	–	obojętny	odpowiada
Pozostałość po odparowaniu	% (m/m)	≤0,001	<0,001

Ksylene – mieszanina izomerów

Tablica 4. Właściwości fizykochemiczne ksylenu firmy POCh, nr partii 1003/04/08

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Czystość	% (m/m)	≥98,5	99,9
Gęstość w 20°C	g/cm ³	0,86÷0,866	0,866
Zakres wrzenia	°C	137,0÷140,0	138,6÷140,0
Zawartość wody	% (m/m)	≤0,02	0,006
Pozostałość po odparowaniu	% (m/m)	≤0,0015	<0,0015
Odczyn wyciągu wodnego	–	obojętny	odpowiada

Dichlorometan

Tablica 5. Właściwości fizykochemiczne dichlorometanu firmy POCh, nr partii 1281/05/07

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Czystość	% (m/m)	≥99,5	99,9
Zawartość wody		≤0,02	<0,02
Pozostałość po odparowaniu		≤0,002	<0,002
Wolne kwasy		≤0,001	<0,001

Cykloheksan

Tablica 6. Właściwości fizykochemiczne cykloheksanu firmy POCh, nr partii 1020/06/09

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Czystość	% (m/m)	≥99,5	99,5
Zawartość wody	% (m/m)	≤0,02	<0,004
Pozostałość po odparowaniu	% (m/m)	≤0,002	<0,0005
Gęstość w 15°C	g/cm ³	0,5÷2,0	0,78

n-heksan

Tablica 7. Właściwości fizykochemiczne n-heksanu firmy Chempur, nr partii 11/05/19

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Czystość	% (m/m)	≥95,0	96,5
Zawartość wody	% (m/m)	≤0,01	<0,01
Pozostałość po odparowaniu	% (m/m)	≤0,001	<0,0005
Gęstość w 20°C	g/cm ³	ok. 0,660	0,675

n-heptan

Tablica 8. Właściwości fizykochemiczne n-heptanu firmy Chempur, nr partii 09/07/01

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Zawartość wody	% (m/m)	≤0,01	0,08
Gęstość w 20°C	g/cm ³	0,67÷0,71	0,688
Czystość	% (m/m)	≤99,5	99,6
Substancje nierozpuszczalne	% (m/m)	≤0,00005	0,00003

Shellsol D80 – jest niskoaromatycznym, bezbarwnym alifatycznym rozpuszczalnikiem o niskiej lepkości

Tablica 9. Właściwości fizykochemiczne Shellsolu D80 firmy Shell Chemicals, próbka TD/36/09

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Zawartość aromatów	% (m/m)	–	<1,0
Gęstość w 15°C	g/cm ³	–	0,820
Temperatura zapłonu	°C	≥80,0	83,0
Zawartość siarki	mg/kg	≤5,0	3,0

Shellsol A150 – jest mieszaniną węglowodorów C9–11 zawierającą powyżej 99% węglowodorów aromatycznych

Tablica 10. Właściwości fizykochemiczne Shellsolu A100 firmy Shell Chemicals, próbka TD/102/08

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Zawartość aromatów	% (m/m)	≥98	>99,0
Gęstość w 15°C	g/cm ³	0,880÷0,910	0,895
Temperatura zapłonu	°C	≥62,8	65,0

Shellsol D60 – jest niskoaromatycznym, bezbarwnym alifatycznym rozpuszczalnikiem

Tablica 11. Właściwości fizykochemiczne Shellsolu D60 firmy Shell Chemicals, próbka TC/03/10

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Zawartość aromatów	% (m/m)	≤1,0	0,1
Gęstość w 15°C	g/cm ³	0,763÷0,820	0,798
Temperatura zapłonu	°C	≥61,1	66,0

Shellsol D40 – jest niskoaromatycznym, bezbarwnym alifatycznym rozpuszczalnikiem

Tablica 12. Właściwości fizykochemiczne Shellsolu D40 firmy Shell Chemicals, próbka TD/72/08

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Zawartość aromatów	% (m/m)	≤1,0	0,1
Gęstość w 15°C	g/cm ³	0,745÷0,810	0,754
Temperatura zapłonu	°C	≥40,6	42,0

Shellsol D100 – jest niskoaromatycznym, bezbarwnym alifatycznym rozpuszczalnikiem zawierającym węglowodory C13–15

Tablica 13. Właściwości fizykochemiczne Shellsolu D100 firmy Shell Chemicals, próbka TD/43/09

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Zawartość aromatów	mg/kg	≤500	200
Gęstość w 15°C	g/cm ³	0,78÷0,820	0,797
Temperatura zapłonu	°C	≥98,0	103,0

Benzyna lakowa – jest to benzyna ciężka, mieszanina węglodorów alifatycznych i aromatycznych zawierająca węglowodory C10 do 15–16

Tablica 14. Właściwości fizykochemiczne benzyny lakowej firmy Orlen, próbka TC/11/10

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
95% (v/v) destyluje w zakresie	°C	180÷190	182
Gęstość w 15°C	g/cm ³	0,775÷0,790	0,783
Temperatura zapłonu	°C	≥31,0	36,0

Benzyna ekstrakcyjna – niskoaromatyczna to mieszanina nasyconych węglodorów alifatycznych, węglodorów aromatycznych (<2,5%) oraz niewielkiej ilości węglodorów nienasyconych (<1,5%)

Tablica 15. Właściwości fizykochemiczne benzyny ekstrakcyjnej firmy Orlen, próbka TC/31/11

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Gęstość w 15°C	g/cm ³	0,620÷0,880	0,780
Temperatura zapłonu	°C	≥31,0	36,0

Chloroform

Tablica 16. Właściwości fizykochemiczne chloroformu firmy POCh, nr partii 1234/02/11

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Czystość	% (m/m)	≥98,5	99,9
Zawartość wody	% (m/m)	≤0,015	<0,015
Pozostałość po odparowaniu	% (m/m)	≤0,0006	<0,0006
Gęstość w 15°C	g/cm ³	1,475÷1,481	1,480

2-propanol

Tablica 17. Właściwości fizykochemiczne 2-propanolu firmy Chempur, nr partii 11/04/38

Parametr	Jednostka	Wymagania	Wynik
Czystość	% (m/m)	≥99,5	99,6
Zawartość wody	% (m/m)	≤0,2	<0,2
Pozostałość po odparowaniu	% (m/m)	≤0,002	<0,002
Gęstość w 15°C	g/cm ³	0,785÷0,787	0,787

peraturze 25°C ±5°C. Zgodnie z normą ASTM D 1133 do oznaczenia KBV wykorzystuje się 15-procentowy (m/m) roztwór żywicy kauri w n-butanolu.

Oznaczenie prowadzono przy użyciu biurety o pojemności 50 cm³ i kolby Erlenmeyera o pojemności 250 cm³. Koniec miareczkowania następował w momencie, gdy

tekst napisany czcionką Bruce Old Style (dopuszczalna jest również czcionka Times New Roman) o rozmiarze 10 lub 12 punktów na białym tle znajdujący się pod kolbą z miareczkowanym roztworem stawał się niewyraźny, lecz nie nieczytelny. Po osiągnięciu punktu końcowego sprawdzono temperaturę, czy mieści się w zakresie 25°C ±5°C [2].

Sporządzenie i wzorcowanie roztworu kauri-butanol

Roztwór otrzymano, rozpuszczając w 2000 g alkoholu n-butylowego 400 g żywicy kauri. W tym celu w kolbie o pojemności 3000 ml, zaopatrzonej w chłodnicę zwrotną, czasę grzewczą i mieszadło magnetyczne, umieszczono składniki mieszaniny i podgrzano do temperatury 55°C, jednocześnie mieszając.

Po otrzymaniu klarownego roztworu sączone go z wykorzystaniem lejka Büchnera, a następnie przystąpiono do mianowania przy użyciu toluenu i mieszaniny o zawartości toluenu 25% (v/v) ±0,1% (v/v) oraz n-heptanu 75% (v/v) ±0,1% (v/v).

Dla toluenu wartość KBV powinna wynosić 105, a dla mieszaniny toluenu z n-heptanem 40. W przypadku gdy wartości te były zbyt niskie, do mieszaniny dodawano alkohol, natomiast gdy wartości były za wysokie, dodawano żywicy. W takim przypadku ponownie ogrzewano mieszaninę w kolbie do momentu otrzymania klarownego roztworu, sączone i ponownie mianowano przy użyciu obu wzorców.

Po otrzymaniu prawidłowych wartości wykonywano oznaczenia codziennie do momentu, aż otrzymywane wartości zaczęły oscylować wokół wartości średniej, co oznaczało, że roztwór jest już odpowiednio „zestarzony”. Dopiero taki roztwór był gotowy do wykonywania oznaczeń według normy ASTM D 1133.

W tabelicy 18 umieszczono wyniki wzorcowania „zestarzonego” roztworu kauri-butanol.

Tablica 18. Wyniki wzorcowania roztworu kauri-butanol

Rozpuszczalnik	Ilość substancji zużytej do miareczkowania [cm ³]	Średnia (odchylenie standardowe)
Toluen	106,4	106,5 (1,08)
	105,2	
	105,9	
	108,0	
	107,1	
Mieszanina n-heptanu z toluenem	41,2	40,6 (0,68)
	40,8	
	40,6	
	39,4	
	40,8	

Średnie wartości z pięciu oznaczeń otrzymane dla roztworu skorygowanego wynosiły: 106,5 dla toluenu i 40,6 dla mieszaniny n-heptan : toluen, co spełniało wymagania normy ASTM D 1133.

Wykonanie oznaczenia wskaźnika kauri-butanol dla badanych rozpuszczalników

Odważano 20 g ±0,10 g roztworu kauri-butanol do erlenmajerkki o pojemności 250 ml. Sprawdzano temperaturę, która mieściła się w zakresie 25°C ±5°C. Roztwór miareczkowano badanym rozpuszczalnikiem, przy ciągłym mieszanii. W miarę zbliżania się do końca miareczkowania stopniowo zmniejszano ilość dodawanego rozpuszczalnika. Punkt końcowy miareczkowania był osiągnięty, gdy ostre kontury pisma strony ASTM D 1133 obserwowanej poprzez ciecz stawały się niewyraźne, lecz jeszcze czytelne. Sprawdzono, czy temperatura po osiągnięciu punktu końcowego miareczkowania mieści się w zakresie 25°C ±5°C. Z objętości rozpuszczalnika potrzebnej do zmiareczkowania roztworu KB, wyrażonej w mililitrach, obliczony został wskaźnik KBV tego roztworu według wzoru 4:

$$KBV = \left[\frac{65(C - B)}{A - B} \right] + 40 \quad (4)$$

Tablica 19. Wyniki badania wskaźnika kauri-butanol dla poszczególnych rozpuszczalników

Rozpuszczalnik	Ilość substancji zużytej do miareczkowania* [cm ³] (odchylenie standardowe)	KBV**
Benzyna ekstrakcyjna	29,4 (0,27)	29,0
Benzyna lakowa	38,6 (0,43)	38,0
Chlorek metylenu	41,1 (0,56)	40,5
Chloroform	137,9 (0,98)	136,0
Cykloheksan	50,7 (0,89)	50,0
Cykloheksan/ksylen 25:75 (m/m)	81,2 (1,12)	80,0
Cykloheksan/ksylen 50:50 (m/m)	76,6 (1,03)	75,5
Cykloheksan/ksylen 75:25 (m/m)	70,6 (0,98)	69,5
Ksylen	98,9 (0,12)	97,5
n-heksan	32,0 (0,92)	31,5
n-heptan	33,0 (0,78)	32,5
n-pentan	30,0 (0,99)	29,5
Shellsol A150	95,9 (0,13)	94,5
Shellsol D100	24,9 (0,11)	24,5
Shellsol D40	35,5 (0,15)	35,0
Shellsol D60	37,1 (0,17)	36,5
Shellsol D80	28,9 (0,10)	28,5

* wartość średnia obliczona z 5 pomiarów

** wartość zaokrąglona z dokładnością do 0,5 wyliczona z równania 4

gdzie:

- A* – ilość cm³ toluenu potrzebna do zmiareczkowania 20 g skorygowanego roztworu kauri-butanol,
- B* – ilość cm³ mieszaniny n-heptanu i toluenu potrzebna do zmiareczkowania 20 g skorygowanego roztworu kauri-butanol,
- C* – ilość cm³ badanej substancji potrzebnej do zmiareczkowania 20 g skorygowanego roztworu kauri-butanol.

Obliczone wartości KBV podano z dokładnością do 0,5. Otrzymane w laboratorium wyniki miareczkowania

i wartości KBV dla badanych rozpuszczalników obliczone z wzoru (4) przedstawiono w tablicy 19.

Badane rozpuszczalniki można uszeregować w zależności od ich zdolności do rozpuszczania, co będzie pomocne w trakcie prowadzenia prac badawczych nad otrzymywaniem nowych środków myjących, detergentów i innego typu dodatków oraz pakietów dodatków do paliw węglowodorowych czy substancji wspomagających wydobywanie ropy naftowej i gazu ziemnego. Im większa wartość wskaźnika kauri-butanol, tym lepsza ogólna zdolność rozpuszczania.

Podsumowanie

W ramach niniejszej pracy badawczej sporządzono roztwory kauri-butanol zgodnie z normą ASTM D 1133, wykonano kalibrację na roztworach wzorcowych oraz przeprowadzono oznaczenie wskaźnika KVB dla siedemnastu rozpuszczalników.

Wykazano, że metoda wskaźnika kauri-butanol może być wykorzystywana jako szybki i pewny sposób na oznaczenie zdolności rozpuszczania mieszanin rozpuszczalników, gdy występuje konieczność zastąpienia substancji czystych ich mieszaninami.

Jest to metoda przydatna w trakcie opracowywania nowych substancji czy pakietów dodatków do produktów węglowodorowych.

Metoda ta ułatwi i przyspieszy zastępowanie jednego rozpuszczalnika innym lub mieszaniną kilku substancji, w przypadku gdy z przyczyn technologicznych (np. nieodpowiedniej temperatury wrzenia, za niskiej temperatury zapłonu itp.) lub ekologicznych występuje konieczność dokonania takiej zmiany.

W celu pełnej charakterystyki stosowanych rozpuszczalników należy przeprowadzić badania laboratoryjne oraz obliczenia, przy użyciu dedykowanych temu programów komputerowych, wskaźnika rozpuszczalności Hansena, co wraz z danymi otrzymanymi w niniejszej pracy pozwoliłoby na skompletowanie danych na temat substancji, które mogą być wykorzystywane jako rozpuszczalniki.

Literatura

- [1] Abbott S., Hansen C. M., Yamamoto H.: *Hansen Solubility Parameters in Practice*. 3rd edition. Complete with software, data, and examples, ebook, 2010. ISBN: 9780955122026.
- [2] ASTM D 1133-02 *Standard Test Method for Kauri Butanol Value of Hydrocarbon Solvents*, 2002.
- [3] Burke J.: *Solubility Parameters: Theory and Application*. „The Book and Paper Group Annual” 1984, vol. 3.
- [4] *Hydrocarbon Solvents, Product Range: Europe*. Materiały firmy Shell Chemicals, kwiecień 2000.
- [5] Kamlet M. J., Abboud J. L. M., Abraham M. H., Taft R. W.: *Linear solvation energy relationships*. 23. *A comprehensive collection of the solvatochromic parameters, .pi.* , .alpha., and .beta., and some methods for simplifying the generalized solvatochromic equation*. *J. Org. Chem.* 1983, vol. 48, no. 17, s. 2877–2887.
- [6] *Rozpuszczalniki i ciecze specjalne*. <http://produkty.totalpolska.pl/wiedza/rozdzial%2020.pdf>.
- [7] Wiśniewski R., Śmieszek E., Kamińska E.: *Three-dimensional solubility parameters: simple and effective determination of compatibility regions*. „Progress in Organic Coatings” 1995, vol. 26, s. 265–274.



Mgr Maria ŁENYK – ukończyła Wydział Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego, pracuje w Laboratorium Analiz Dodatków w Zakładzie Dodatków Uszlachetniających Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie. Specjalizuje się w badaniach dodatków uszlachetniających produkty naftowe i paliwa alternatywne.



Mgr inż. Jarosław MARKOWSKI – ukończył Wydział Chemiczny Politechniki Śląskiej, obecnie pracuje w Zakładzie Dodatków i Nowych Technologii Chemicznych Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie.