

Badanie współczynników lepkości cieczy przy pomocy wiskozymetru rotacyjnego Rheotest 2.1

Joanna Janik-Kokoszka

Zagadnienia kontrolne

1. Definicja współczynnika lepkości.
2. Zależność współczynnika lepkości od temperatury dla cieczy.
3. Zasada działania wiskozymetru rotacyjnego w geometrii stożek – płaszczyzna.
4. Wyprowadzenie wzoru na moment siły działający na obracający się z prędkością kątową ω stożek, gdy pomiędzy nim a nieruchomą płaszczyzną znajduje się ciecz o współczynniku lepkości η .

Wykonanie ćwiczenia:

1. Sprawdzić czy pomiędzy płaszczyzną a stożkiem znajduje się ciecz!
2. Sprawdzić czy odległość między stożkiem a płaszczyzną, określona przez śrubę mikrometryczną (**41**, Rys. I.2) wynosi 14.81 mm (jest to optymalna wartość, która wynika z przeprowadzonej wcześniej wstępnej kalibracji przyrządu). Odległość między powierzchniami nie może być za duża, ponieważ wychodzimy wtedy poza zakres czułości przyrządu, ani za mała, ponieważ grozi to pomiarem tarcia zamiast współczynnika lepkości i uszkodzeniem przyrządu pomiarowego. *Uwaga: zakres śruby mikrometrycznej jest ograniczony – maksymalna wartość to 16.00 mm (próba zwiększenia szczeliny na większą odległość grozi zniszczeniem śruby mikrometrycznej).*
3. Notatki należy prowadzić w zeszycie laboratoryjnym oraz w protokole doświadczenia.
4. Przy pomocy wajchy oraz pokręteł (**9**, **11** i **55** Rys. I.2) ustawić prędkość obrotową (tabela określająca ilość obrotów na minutę przy poszczególnych ustawieniach jest dołączona na końcu). Najlepiej jest używać prędkości z zakresu ad od *5ad* do *11ad*.
5. Włączyć pomiar współczynnika α proporcjonalnego do momentu siły. Proszę kontrolować wartość tego współczynnika. Gdy jego wartość zbliża się do końca zakresu odczytu na mierniku, należy przestawić zakres (**16**, Rys. I.1) na wiskozymetrze z I na II (wynik odczytu należy wtedy pomnożyć przez 10). Wartość współczynnika α odczytaną z miernika na części sterującej przyrządu, dla danej prędkości obrotowej należy zapisać.
6. Uruchomić program „*adwolny*”.
7. W programie *adwolny* wprowadzić następujące parametry:
 - Czas pomiędzy pomiarami w sekundach: 1,0
 - długość pomiaru w minutach: 3,0
 - korekta wzmocnienia w kanałach = 1 dla wszystkich kanałów,
 - przesuw zera: 937,
 - ilość uśrednień - 30
8. Zmienić nazwę pliku w polu: „Nazwa zbioru z wynikami pomiaru” (WAŻNE!!! Program zapisuje kolejny plik na starym, więc w przypadku pozostawienia nazwy bez zmian, dostaniemy tylko wyniki ostatniego pomiaru). Nazwę pliku oraz parametry przy których jest wykonywany pomiar należy zapisać w zeszycie laboratoryjnym przyrządu.
9. Zaznaczyć pola: „*Pokazuj wykres w trakcie pomiaru*” oraz „*Pokaż wykres po pomiarze*”. (*uwaga: najpierw należy zaznaczyć pole dolne tzn. „Pokaż wykres po pomiarze”*)
10. Odczytać temperaturę na termometrze umieszczonym w przeznaczone na to miejsce w wiskozymetrze.
11. Wyniki zapisać w tabeli o kolumnach:

Prędkość kątowna /symbol/	Nazwa pliku	Temperatura [°C]	Współczynnik α [j.w.]

12. Włączyć pomiar poprzez naciśnięcie pola „*Start zapisu*”.

Uwaga: wciśnięcie przycisku „Start” pokazuje wartości mierzone w poszczególnych kanałach, ale ich nie zapisuje do pliku.

13. Obserwujemy na ekranie komputera krzywą dotyczącą kanału 1 (kolor biały). W przypadku, gdy nie ma istotnych odchyłeń można zakończyć pomiar. Jeżeli wartości wskazują na brak ustabilizowania, pomiar należy powtórzyć (nie trzeba wtedy zmieniać nazwy). Oznacza to przynajmniej trzyminutowe oczekiwanie na stabilizację prędkości. Czas potrzebny na ustabilizowanie danej prędkości jest zwykle mniejszy dla małych prędkości. Dla większych prędkości np. *11ad* czasami trzeba odczekać dłużej.
14. Zmienić prędkość i powtórzyć punkty 7 ÷ 9. Dla kolejnych prędkości obrotowych stożka pomiary wykonuje się analogicznie.
15. Zmierzone pliki przesłać e-mailem na swoje konto.

Opracowanie wyników:

1. Wyniki pomiarów są zapisywane w pliku tekstowym. Przykładowy fragment pliku z danymi jest przedstawiony poniżej. W pliku tym jest zapisana data oraz godzina pomiaru, czas pomiędzy pomiarami w sekundach, długość pomiaru w minutach, a następnie w tabeli składającej się z pięciu kolumn odpowiednio: nr pomiaru oraz wyniki pomiarów mierzonych we wszystkich czterech kanałach karty oscyloskopowej. Wyjście z jednostki sterująco - pomiarowej wiskozymetru rotacyjnego jest podłączone do wejścia 1 (kanału 1) karty oscyloskopowej. W związku z tym, wyniki pomiaru, które należy opracować są zapisane w drugiej kolumnie pliku.

Data pomiaru - 15-10-26					
Czas pomiaru - 17:06:17					
Czas pomiędzy pomiarami w sekundach - 1,0					
Długość pomiaru w minutach - 3,0					
NR pomiaru	KAN1	KAN2	KAN3	KAN4	
0	1851	-7	-31	-45	1000
1	1860	-14	-25	-46	2000
2	1850	-18	-27	-53	3000
3	1853	-25	-26	-55	4000
.
.
.
.
.
177	1851	-10	-20	-51	178025
178	1849	-8	-31	-49	179025

2. Policzyc średnią oraz standardowe odchylenie średniej dla tej kolumny (np. w programie Excel).
3. Wyniki zapisać w tabeli:

Prędkość kątowna /symbol/	Prędkość kątowna, ω [obr/min]	α [j.w.]	Moment siły, M [j.w.]	$u(M)$ [j.w.]
np. 7ad				

4. Sporządzić wykres momentu siły, M , w zależności od prędkości kątowej, ω .

Tabela przeliczników ustawień wiskozymetru na odpowiadające im prędkości kątowe:

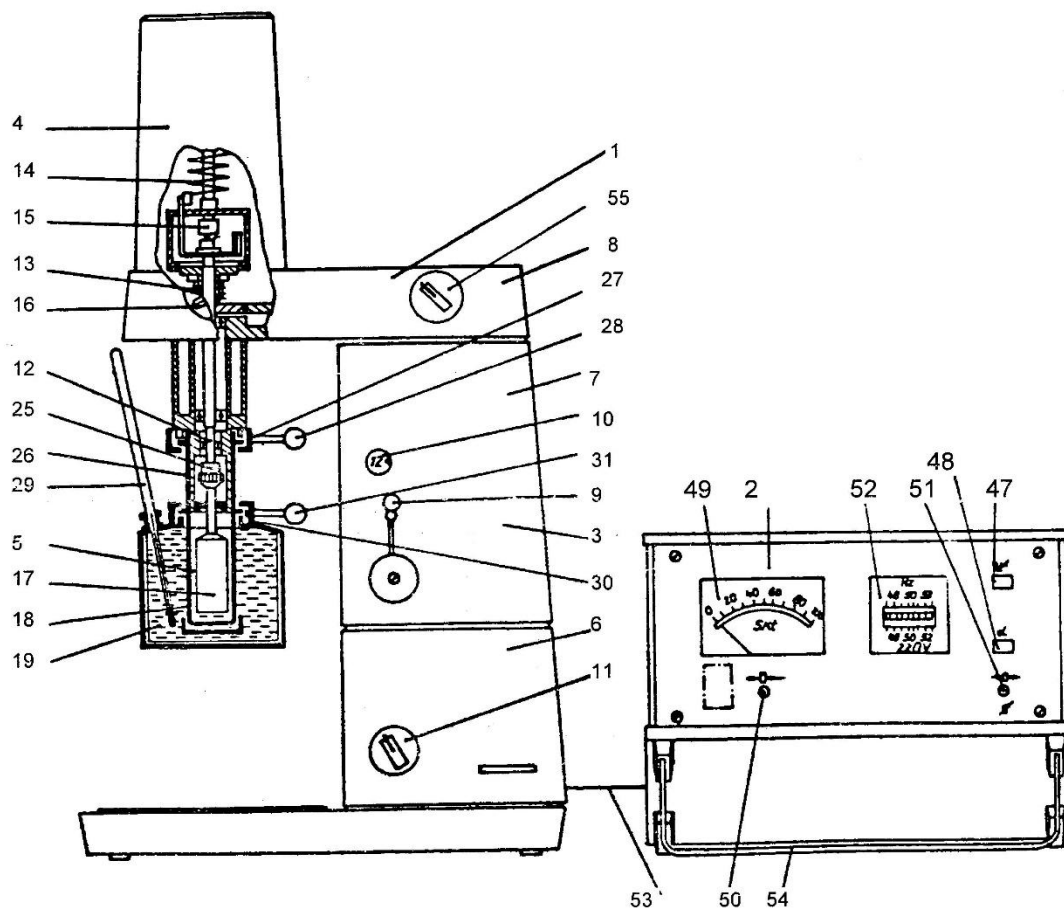
Ustawienia wiskozymetru				Prędkość obrotowa [obr./min.]
ac	bc	ad	bd	
		5ad		5,0
	11bc			6,75
			7bd	7,5
10ac				8,1
		6ad		9,0
	12bc			12,5
			8bd	13,5
11ac				13,5
		7ad		15,0
			9bd	22,5
12ac				24,3
		8ad		27,0
			10bd	40,5
		9ad		45,0
			11bd	67,5
		10ad		81,0
			12bd	121,5
		11ad		135
		12ad		243

Niektóre dane techniczne:

Promień części stożkowej wiskozymetru dla stożka K1: $R = 18 \text{ mm}$

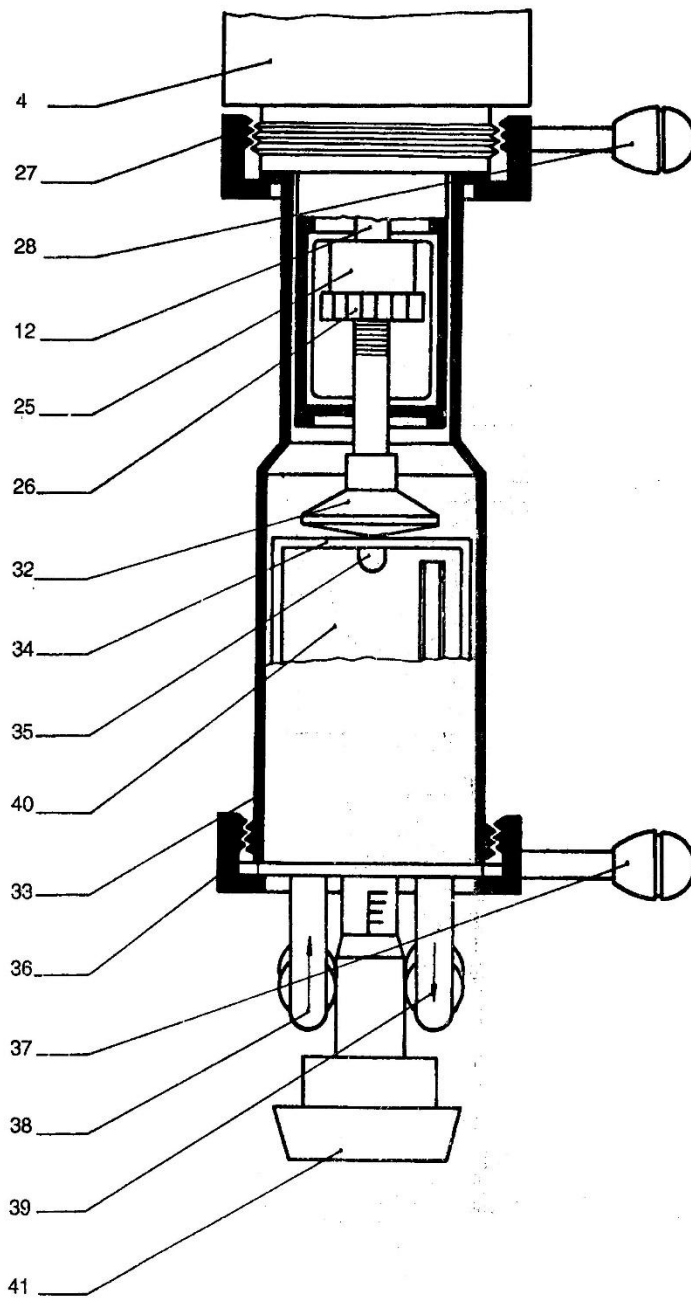
Zakres współczynnika lepkości, który można mierzyć przy pomocy stożka K1:

$8 \div 1.4 \cdot 10^6 \text{ [mPa}\cdot\text{s]}$



Rys. I.1. Schemat wiskozymetru rotacyjnego (źródło: „Rheotest RV 2.1 Operation manual)

- | | |
|---|--|
| 1 viscometer | 31 clamping lever |
| 2 measuring unit | 32 measuring cone |
| 3 drive system | 33 plate guide |
| 4 measuring mechanism | 34 measuring plate |
| 5 cylinder measuring device | 35 temperature sensor |
| 6 base | 36 clamping ring |
| 7 change gear | 37 clamping lever |
| 8 gear support (bridge) | 38 inlet |
| 9 control lever | 39 outlet |
| 10 speed dial | 40 temperature control chamber |
| 11 speed selector switch (a ←→ b) | 41 micrometer screw |
| 12 measuring shaft | 42 chamber |
| 13 drive shaft | 43 olive hose connections |
| 14 dynamometer | 44 handle |
| 15 instrument potentiometer | 45 grips |
| 16 τ range selector switch (I ←→ II) | 46 control knob |
| 17 measuring cylinder | 47 switch (motor) |
| 18 measuring vessel | 48 switch (measuring mechanism) |
| 19 temperature control vessel | 49 instrument (meter) |
| 20 measuring tube | 50 zero setting (mechanical) |
| 21 cover | 51 zero setting (electrical) |
| 22 tube packing | 52 frequency meter |
| 23 insert | 53 cable |
| 24 locking nut | 54 slant setting device |
| 25 coupling | 55 gear changing control (c ←→ d) |
| 26 sleeve | 56 bottom |
| 27 clamping ring | 57 filling nut |



Rys. I.2. Schemat części pomiarowej wiskozymetru rotacyjnego w geometrii stożek – płaszczyzna (źródło: „Rheotest RV 2.1 Operation manual)