

Laboratorium z Mechaniki Zawiesin

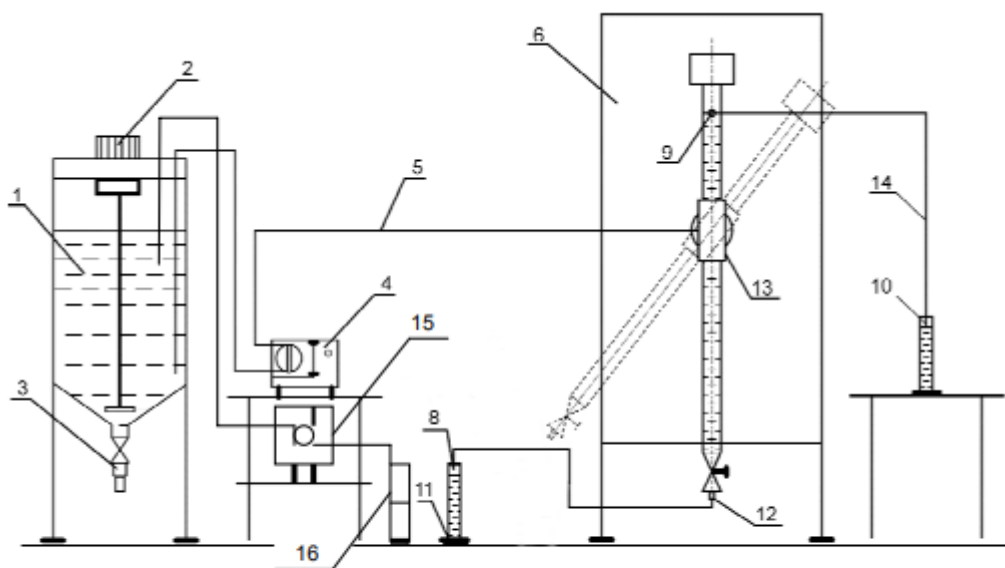
temat: Badania przepływowe sedymentacji zawiesiny na stanowisku laboratoryjnym - „Rura Włodarczyka”

Cel

Badania przepływowe zawiesiny prowadzone są w celu określenia efektywności sedymentacji zawiesiny w zależności od różnych parametrów takich jak: stężenie zawiesiny, obciążenie powierzchniowe (które jest zależne od kąta pochylenia wkładów, długości wkładów - punktu odbioru przelewu, prędkość przepływu zawiesiny), udziału procentowego wylewu w stosunku do natężenia przepływu nadawy.

Stanowisko pomiarowe

Stanowisko do badań procesu sedymentacji przeciwpądowej i współpądowej to laboratoryjny model urządzenia sedymentacyjnego, w którym podczas przepływu zawiesiny zachodzi grawitacyjny proces oddzielania cząstek fazy stałej od cieczy oraz proces zagęszczania osadu.



Schemat stanowiska laboratoryjnego do badań przeciwpądowej sedymentacji wielostrumieniowej.

Zawiesina do badań jest przygotowywana w zbiorniku (1) wyposażonym w mieszadło (2) o zmiennej i regulowanej liczbie obrotów oraz zawór (3) do opróżniania zbiornika. Ze zbiornika (1) zawieszina jest zasysana przez pompę perystaltyczną (4), a następnie tłoczona przewodem (5) do układu sedymentacyjnego umieszczonego na pionowej płycie (6). Układ sedymentacyjny to dwa odcinki rur ze szkła organicznego połączone kołnierzem (13). Górny odcinek układu jest modelem strefy klarowania zawiesiny a dolny odcinek – strefy zagęszczania osadu. Zawieszinę sklarowaną można odbierać wzdłuż górnego odcinka w odległości 0,6 ; 0,9 i 1,1 [m] od kołnierza (13).



Zdjęcie stanowiska pomiarowego.

Kołnier (13) jest połączony z głowicą obrotową zamocowaną do płyty (6). Głowica umożliwia mocowanie układu sedymentacyjnego pod różnymi kątami nachylenia – skokowo co 5° w zakresie od 45° do 90° .

Z górnego odcinka układu, z króćca (9) przez elastyczny przewód (14) wypływa do zewnętrznego zbiornika zawiesina sklarowana. Z elastycznego przewodu (14) są także pobierane okresowo próbki zawiesiny (10) w celu oznaczenia stężenia zawiesiny i natężenia przepływu.

Dolny odcinek jest zakończony zaworem przelotowym (12). Od spodu zaworu przelotowego (12) jest zamocowany

króciec przeznaczony do połączenia z elastycznym przewodem (8). Z elastycznego przewodu (8) są pobierane próbki zagęszczonej zawiesiny do cylindra miarowego (11) w celu oznaczenia stężenia zagęszczonej zawiesiny oraz pomiaru jej natężenia przepływu. Pompa (15) i cylinder (16) służą do poboru nadawy ze zbiornika (1) w celu oznaczania stężenia.

Metodyka prowadzenia badań

Napełnić zbiornik (1) odpowiednio przygotowaną zawiesiną oraz włączyć mieszadło (2). Włączyć pompę perystaltyczną (4), ustalić natężenie przepływu nadawy poprzez zmierzenie czasu napełniania cylindra miarowego. Rozpocząć tłoczenie zawiesiny do układu sedymentacyjnego (Rury Włodarczyka). Z chwilą rozpoczęcia zalewania układu rozpocząć pobieranie wylewu zgodnie z założeniami badań. Gdy zawiesina zacznie przelewać się przelewem - króciec (9) należy sprawdzić natężenie przepływu zawiesiny, a następnie rozpocząć pobieranie próbek nadawy przelewu i wylewu (w przypadku gdy określamy stężenie wylewu). Zaleca się dokonywania poboru próbek w odstępach 15÷20 minutowych. Czas pomiaru należy za każdym razem dobrać indywidualnie, czas pomiaru nie powinien być krótszy niż jednokrotne wymienienie się zawiesiny w stanowisku. Z reguły wykonuje się 10÷15 pomiarów nadawy przelewu i wylewu.

Próbki nadawy pobieramy ze zbiornika (1) poprzez pompę (15) do cylindra (16), próbki przelewu (sklarowanej zawiesiny) pobieramy króćcem (9), a wylew (zagęszczoną zawiesinę) z przewodu (8). Próbki pobieramy do cylindrów miarowych. Pobierając próbki należy mierzyć czas napełniania cylindra miarowego w celu obliczenia natężenia przepływu zawiesiny.

Oznaczenie stężenia zawiesiny w nadawie i przelewie powinno być wykonane metodą sączkową, natomiast stężenie zawiesiny w wylewie może być wykonane zarówno metodą sączkową, bądź przy użyciu szklanych zlewek i odparowaniu cieczy, lub metodą wagową (w zależności od stężenia zawiesiny).

Do oznaczania stężenia zawiesiny zaleca się pobierać próbki po 500 [ml] nadawy i przelewu oraz 100 [ml] wylewu. W przypadku wysokich stężeń nadawy można pobierać próbki 250 [ml] lub 100 [ml]. Należy pamiętać, że przy oznaczaniu metodą sączkową, iż masa sączka nie powinna przekraczać 5% masy części stałej na sączku. Przy określaniu stężenia wylewu z wykorzystaniem szklanych zlewek próbka wylewu powinna wynosić 25 [ml]

Oznaczenia oraz wzory

Zapis ogólny każdego pomiaru można przedstawić symbolicznie jako PRx^*/x , gdzie :

- x^* – wartość kąta pochylenia rury układu sedymentacyjnego,
- x – numer pomiaru dla zadanych parametrów.

Przykładowo zapis PR60/5 oznacza, że pomiar został dokonany przy pochyleniu przewodu sedymentacyjnego pod kątem 60° , natomiast liczba występująca po ukośniku informuje, że jest to w kolejności piąty pomiar.

Dla każdego pomiaru należy określić parametry :

- q – obciążenie powierzchniowe,
- Q_w/Q_n – stosunek natężenia przepływu wylewu do natężenia przepływu nadawy,
- ρ_n – założone stężenie nadawy,
- α – kąt pochylenia pojedynczego przewodu wielostrumieniowego.

Natężenie przepływu zawiesiny tłoczonyj do przewodu sedymentacyjnego (natężenie przepływu nadawy) wyraża się następująco :

$$Q_n = q \cdot P_s$$

gdzie :

- q – obciążenie powierzchniowe,
- P_s – powierzchnia sedymentacji.

Powierzchnię sedymentacji przeciwprądowej P_s w pojedynczym przewodzie wielostrumieniowym obliczono z zależności :

$$P_s = lD \cos \alpha + \frac{\pi D^2}{4} \sin \alpha$$

gdzie:

- D – średnica rury układu sedymentacyjnego ($D = 42$ [mm]),
- l – odcinek przewodu wielostrumieniowego, na którym zachodzi sedymentacja przeciwprądowa ($l = 0,6; 0,9; 1,1$ [m]),
- α – Kąt nachylenia rury układu sedymentacyjnego ($\alpha = 45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ, 65^\circ, 70^\circ, 75^\circ, 80^\circ, 85^\circ, 90^\circ$)

Natężenie przepływu przelewu wynosi odpowiednio:

$$Q_p = Q_n - Q_w$$

Efektywność sedymentacji należy obliczyć według wzoru :

$$\eta_{sed} = 1 - \frac{S_p}{S_n}$$

gdzie:

S_p – zawartość cząstek fazy stałej w zawieszynie sklarowanej (stężenie przelewu)

S_n – zawartość cząstek fazy stałej w nadawie (stężenie nadawy)

Rzeczywiste natężenie przepływu przelewu:

$$Q_{prz} = \frac{V_p}{t_p}$$

gdzie:

V_p – Objętość próbki zawiesziny wypływającej z przelewu ($V_p = 500$ [ml]),

t_p – Czas poboru sklarowanej zawiesziny

Rzeczywiste obciążenie powierzchniowe:

$$q_{rz} = \frac{Q_{prz}}{P_s}$$

Przykładowe opracowanie wyników

Kąt nachylenia	α	60°	[°]
Powierzchnia sedymentacji	P_s	138.0	[cm ²]
Zakładane obciążenie powierzchniowe	q	0.5	[m ³ /m ² h]
Zakładane natężenie przepływu	Q_N	123.6	[cm ³ /min]
Stosunek natężenia wylewu do natężenia nadawy	Q_w/Q_N	0.2	
Zakładane natężenie przepływu wylewu	Q_w	20.6	[cm ³ /min]
Zakładane natężenie przepływu przelewu	Q_p	103	[cm ³ /min]
Zakładane stężenie nadawy	ρ_N	30.0	[g/dm ³]

Przyjęte w tabelach poniżej oznaczenia: $m_z/1000$, $m_z/500$, $m_z/250$, $m_z/100$ określają masy cząstek fazy stałej przypadające odpowiednio na 1000, 500, 250, 100 [cm³] zawiesziny.

m_c – masa sączka wraz z osadzonymi cząstkami fazy stałej,

m_s – masa sączka

Tabele pomiarowe:

Nadawa :

Nr	m_c	m_s	masa zawiesziny na wejściu przypadająca	
			na 250 cm ³ zawiesziny	na 1000 cm ³ zawiesziny
X	[g]	[g]	$m_z/250$	$m_z/1000$
			[g]	[g]
1	10,382	0,784	9,598	38,392
2	11,671	0,777	10,894	43,576
3	9,859	0,783	9,076	36,304
4	6,851	0,784	6,067	24,268
5	11,241	0,769	10,472	41,888
6	9,536	0,732	8,804	35,216
7	7,766	0,796	6,970	27,880
8	7,615	0,778	6,837	27,348
		Średnia =	8,590	34,359

Przelew :

Nr	m_c [g]	m_s [g]	masa zawiesiny na wyjściu przypadająca		Czas poboru zawiesiny T [s]
			na 500 cm ³ zawiesiny $m_z/500$ [g]	na 1000 cm ³ zawiesiny $m_z/1000$ [g]	
1	0,869	0,746	0,123	0,246	286
2	0,884	0,750	0,134	0,268	267
3	0,908	0,789	0,119	0,238	281
4	0,906	0,769	0,137	0,274	283
5	0,905	0,786	0,119	0,238	297
6	0,928	0,800	0,128	0,256	282
7	0,904	0,794	0,110	0,220	275
8	0,903	0,784	0,119	0,238	248
Średnia =			0,124	0,247	277,375

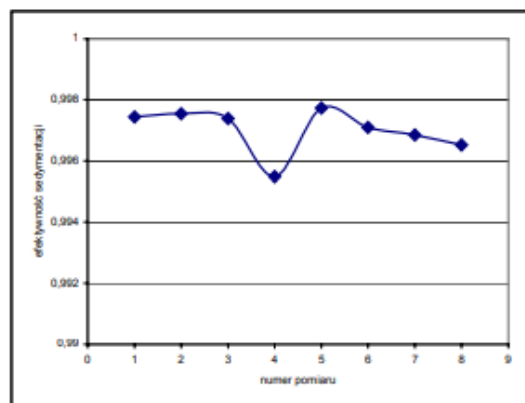
Wylew :

Nr	m_c [g]	m_s [g]	masa zawiesiny na wyjściu przypadająca	
			na 100 cm ³ zawiesiny $m_z/100$ [g]	na 1000 cm ³ zawiesiny $m_z/1000$ [g]
1	21,305	1,577	19,728	197,280
2	19,654	1,565	18,089	180,890
3	23,781	1,574	22,207	222,070
4	20,141	1,585	18,556	185,560
5	21,550	1,565	19,985	199,850
6	19,877	1,543	18,334	183,340
7	22,438	1,524	20,914	209,140
8	20,371	1,573	18,798	187,980
Średnia =			19,576	195,764

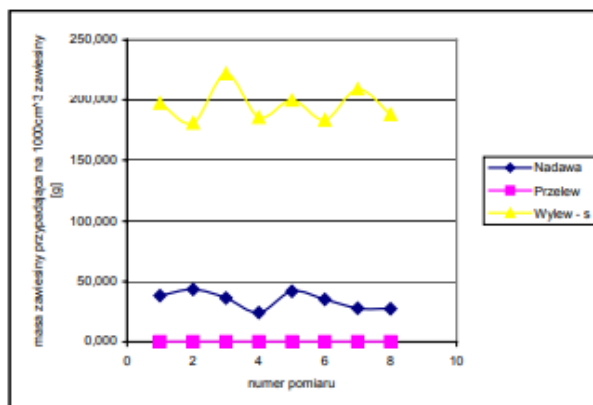
Efektywność sedymentacji :

nr	η_{sed} [-]	Rzeczywiste obciążenie powierzchniowe q_{rz} [m/h]	Natężenie przepływu przelewu Q [cm ³ /min]	Zagęszczenie m_{zW}/m_{zN} [-]
1	0,9974	0,456	104,8951	5,1385
2	0,9975	0,489	112,3595	4,1511
3	0,99737	0,464	106,7615	6,1169
4	0,99548	0,461	106,0070	7,6462
5	0,99772	0,439	101,0101	4,7710
6	0,99709	0,463	106,3829	5,2061
7	0,99684	0,474	109,0909	7,5014
8	0,99651	0,526	120,9677	6,8736
średnia =	0,997	0,471	108,434	5,926

Efektywność sedymentacji



Ilość masy zawiesiny w nadawie, przelewie i wylewie



Sprawozdanie

Opracowanie wyników – badanie przepływe sedymentacji zawiesin

Wyznaczyć poszczególne parametry procesu sedymentacji wg wytycznych ustalonych na zajęciach z prowadzącym

Opracowanie wyników – wytyczne:

- Wyliczyć powierzchnię sedymentacji
- Wyliczyć natężenia przepływu
- Wyznaczyć stężenia w nadawie i przelewie
- Wyliczyć obciążenie powierzchniowe
- Wyliczyć efektywność sedymentacji
- Wyliczyć stopień zagęszczenia

Kąt nachylenia	α		[°]
Średnica przewodu	D		[mm]
Długość przewodu (punkt odbioru przelewu)	l		[mm]
Powierzchnia sedymentacji	P_s		[cm ²]

Tabele pomiarowe:

Nadawa :

Nr	m_c	m_s	masa zawiesiny na wejściu przypadająca	
			na 250 cm ³ zawiesiny	na 1000 cm ³ zawiesiny
X	[g]	[g]	$m_z/250$	$m_z/1000$
1			[g]	[g]

Przelew :

Nr	m_c	m_s	masa zawiesiny na wyjściu przypadająca		Czas poboru
			na 500 cm ³ zawiesiny	na 1000 cm ³ zawiesiny	
X	[g]	[g]	$m_z/500$	$m_z/1000$	T
1			[g]	[g]	[s]

Wylew :

Nr	m_c	m_s	masa zawiesiny na wyjściu przypadająca	
			na 100 cm ³ zawiesiny	na 1000 cm ³ zawiesiny
X	[g]	[g]	$m_z/100$	$m_z/1000$
1			[g]	[g]

Efektywność sedymentacji :

nr	η_{sed}	Rzeczywiste obciążenie powierzchniowe	Natężenie przepływu przelewu	Zagęszczenie
x	[-]	q_{rz}	Q	m_{zW}/m_{zN}
1		[m/h]	[cm ³ /min]	[-]

Dane do pomiaru:

Kąt ustawienia przewodu sedymentacyjnego	α		[°]
Średnica przewodu	D		[mm]
Długość przewodu	l		[mm]
Powierzchnia sedymentacji	Ps		[cm ²]

Pomiar i opracowanie wyników:

Wyliczyć powierzchnię sedymentacji

$$P_s = lD \cos \alpha + \frac{\pi D^2}{4} \sin \alpha$$

Ps =[cm²]

Wykonać pomiar czasu napełniania cylindra o znanej objętości

Nr	Czas poboru przelewu tp	Objętość próbki przelewu Vp
-	[s]	[cm ³]
1		

Wyliczyć natężenia przepływu

$$Q = \frac{V}{t}$$

Q = [cm³/min]

Wyliczyć obciążenie powierzchniowe

$$q_{rz} = \frac{Q}{P_s}$$

q_{rz} = [m/hr]

Zmierzyć mętność nadawy oraz przelewu

Tabela pomiarowa:

Nr	Mętność nadawa NTUN	Mętność przelew NTUP
-	[NTU]	[NTU]
1		
2		
3		
4		
średnia		

Wyliczyć efektywność sedymentacji

$$\eta_{sed} = 1 - \frac{NTU_P}{NTU_N}$$

η_{sed} =[-]

Wypełnij tabelę wyników:

Nr	Kąt ustawienia przewodu sedymentacyjnego - α	Mętność średnia nadawa NTUN	Mętność średnia przelew NTUP	Natężenie przepływu przelewu Q _p	Rzeczywiste obciążenie powierzchniowe q _{rz}	η _{sed}
-	[°]	[NTU]	[NTU]	[cm ³ /min]	[m/h]	[-]
1						