

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова
Національна академія наук України

РОБОТА

на здобуття премії Президента України для молодих вчених

Розробка технологій і параметрів вилучення силікатної сировини із золи виносу теплоелектростанцій

Курілов Владислав Сергійович – доктор філософії, молодший науковий співробітник відділу механіки машин та процесів переробки мінеральної сировини Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України.

2 Мета і задачі досліджень

Метою роботи є встановлення фізичних особливостей сухої поточної і лежалої золи, закономірностей гідравлічного розділення частинок золи різних за крупністю і густиною у водних зольних суспензіях різної густини для визначення раціональних режимів гідравлічної сепарації, розробки способів переробки сухої і лежалої золи та отримання силікатної будівельної сировини з нормованим вмістом вуглевмісної фракції, що представляє промисловий і економічний інтерес.

Задачі досліджень

1. **Виявити особливості** сухої сипкої маси і мокрої лежалої золи, провести аналіз процесів розділення золи шляхом механічної класифікації і під впливом магнітних полів. Виконати аналіз геотехнічних і технологічних способів переробки золи виносу ТЕС.

2. **Удосконалити методи розрахунку гідравлічних характеристик водних мінеральних суспензій** і встановити залежності гідравлічних характеристик зольних суспензій від густини.

3. **Розробити математичні моделі швидкості стисненого осадження частинок вугілля і кварцу** в суспензіях золи різної густини в області ламінарно-турбулентного характеру течій. **Обґрунтувати раціональні режимні параметри гідравлічної сепарації** натуральної некласифікованої золи і окремих класів крупності золи.

4. **Розробити і впровадити методику розрахунку гідравлічних характеристик мінеральних суспензій** залежно від густини на прикладі золи виносу Придніпровської ТЕС. Розробити перспективні **технологічні схеми** переробки сухої поточної і мокрої лежалої золи для отримання будівельної силікатної маси з нормованим вмістом вуглевмісної фракції. Розробити і впровадити технічні пропозиції і рекомендації щодо переробки поточної і лежалої золи.

3 Дослідження золи виносу Придніпровської ТЕС

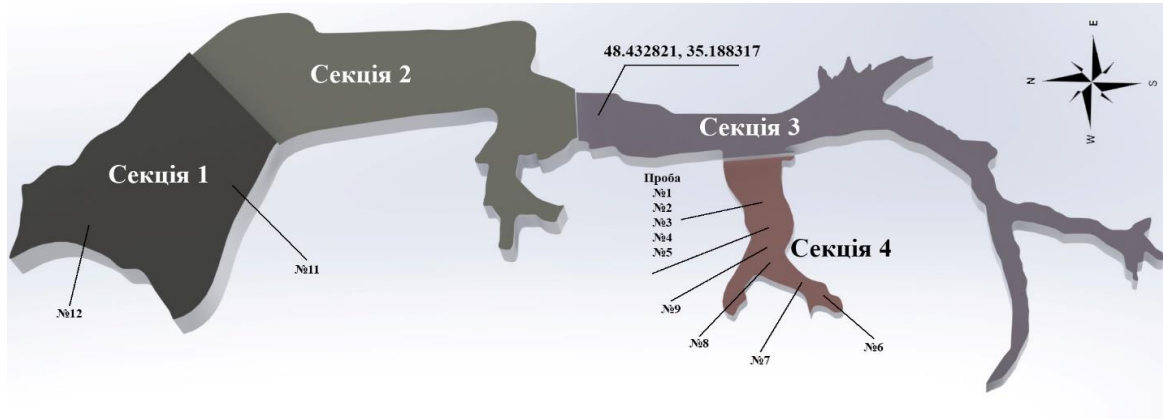
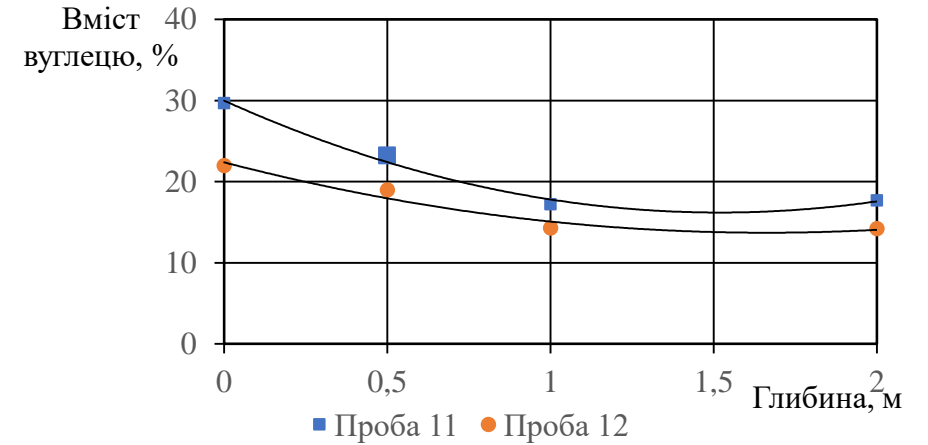


Схема золовідвалу «Західна балка»

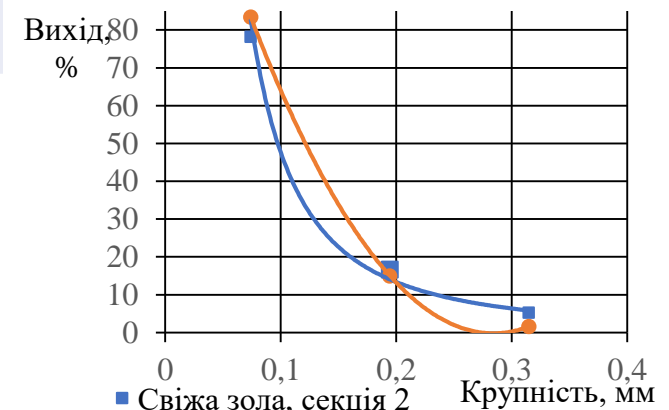
Проба	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11	№12
вуглець, %	18,2	24,2	21,4	29,7	29,1	29,3	21,3	22,2	23,0	21,0	29,7	22,3

Добова зола виносу Придніпровської ТЕС

Клас крупності, мм	Вихід, %				
	Сектори електрофільтру				Середнє
	1	2	3	4	
-5+1	-	-	-	-	-
-1+0,315	4,3	15,8	4,4	4,6	7,3
-0,315+0,063	6,0	44,4	7,5	5,9	15,9
-0,063	89,7	39,8	88,1	89,5	76,8



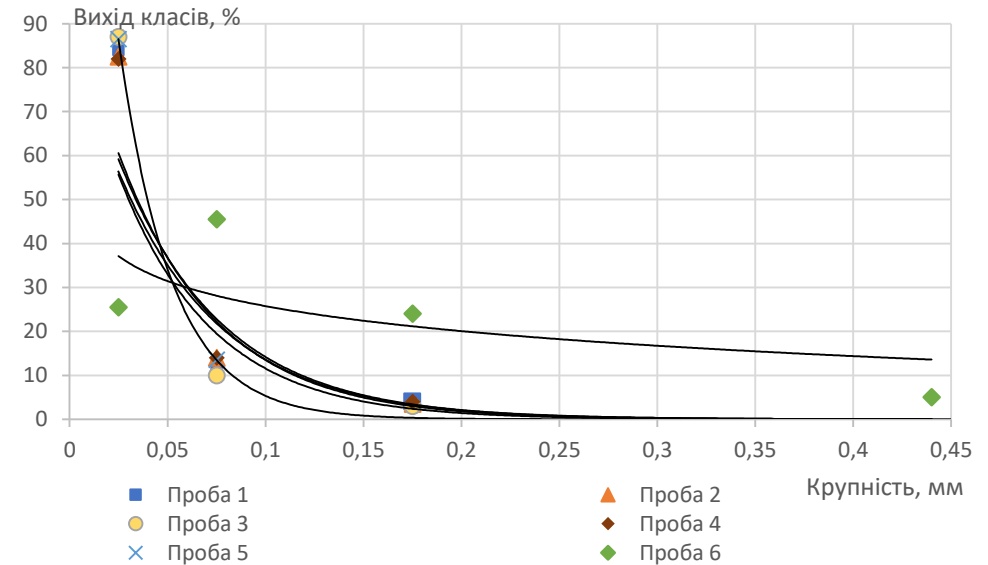
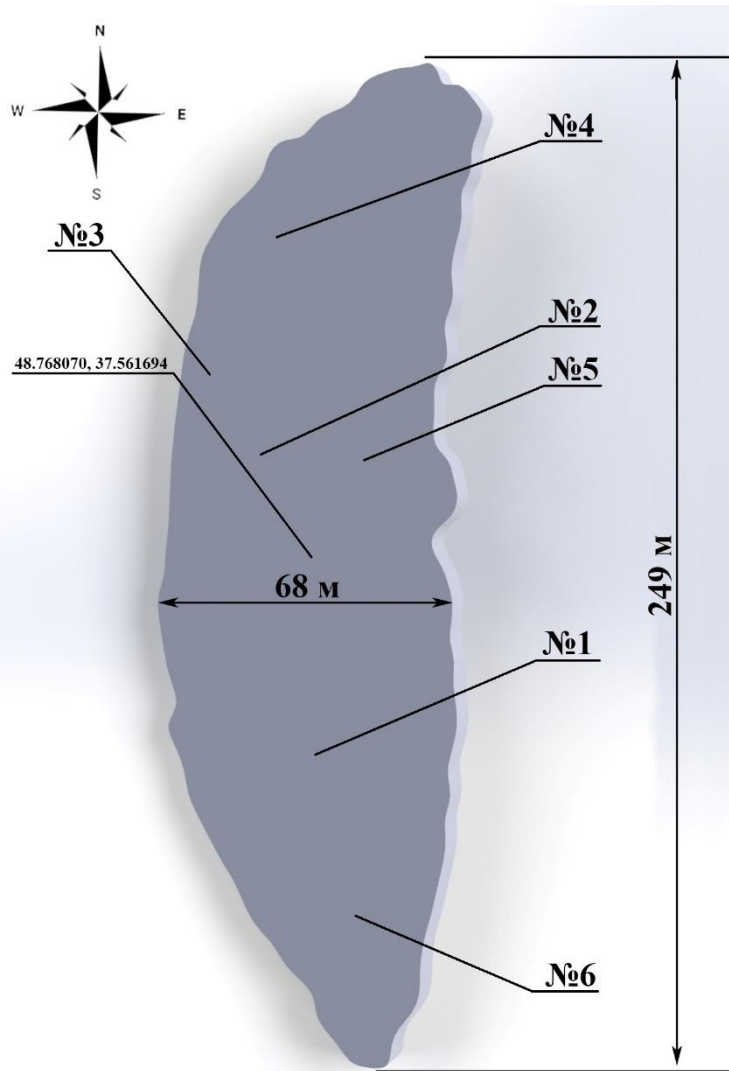
Залежність вмісту вуглецю від глибини в шарі золи Придніпровської ТЕС.



Відсотковий розподіл класів крупності добової та лежалої золи виносу Придніпровської ТЕС

4 Дослідження золи виносу Краматорської ТЕЦ

Гранулометричний склад лежалої відвальної золи виносу Краматорської ТЕЦ



Вміст вуглецю лежалої золи виносу Краматорської ТЕЦ

Крупність, мм	Вміст вуглецю, %					
	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5	Проба 6
-0,63+0,25	-	-	-	-	-	67,93
-0,25+0,1	61,3	51,46	27,54	16,46		49,79
-0,1+0,05	50	44,27	21,79	12,81	23,47	39,39
-0,05	20,1	16,05	10,8	9,71	12,3	18,2

Загальний вигляд золовідвалу Краматорської ТЕЦ

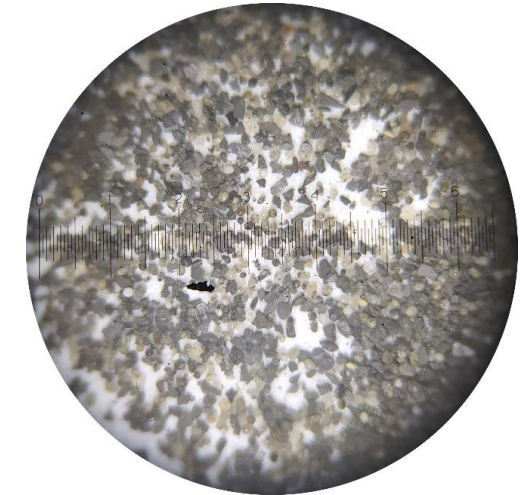
5 Механічна класифікація і магнітна сепарація золи

Добова зола Придніпровської ТЕС

Крупність, мм	Вихід, %	Вміст С, %
+0,1	6,5	34,8
-0,1 +0,063	14,8	33,64
-0,063+0,04	38,7	21,84
-0,04	40	5,34
Вихідна зола	100	20,15
Кл. +0 0,04	60	30,67

Лежала зола, Краматорська ТЕС

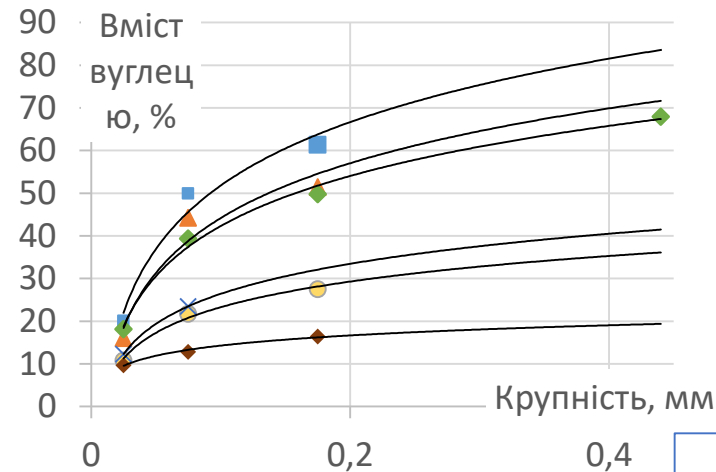
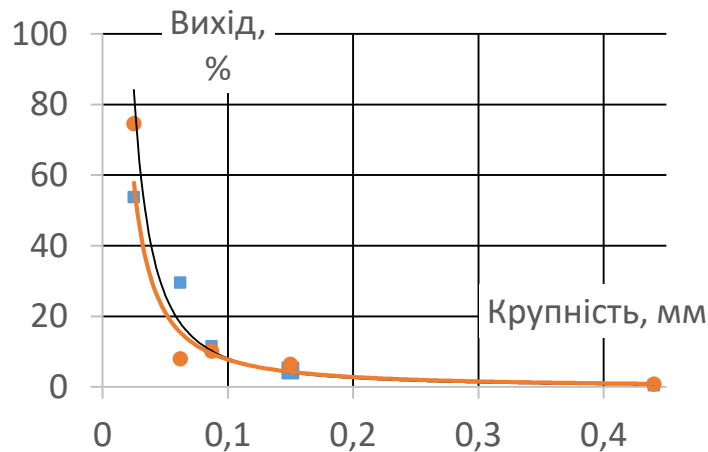
Крупність, мм	Вихід%	Вміст С, %
-0,63+0,25	0,83	67,97
-0,25+0,1	6,42	41,31
-0,1+0,05	18,17	31,96
-0,05	74,58	14,53
Вихідна зола	100	19,86
Кл. + 0,05	25,42	35,50



+40 мкм



-40 мкм

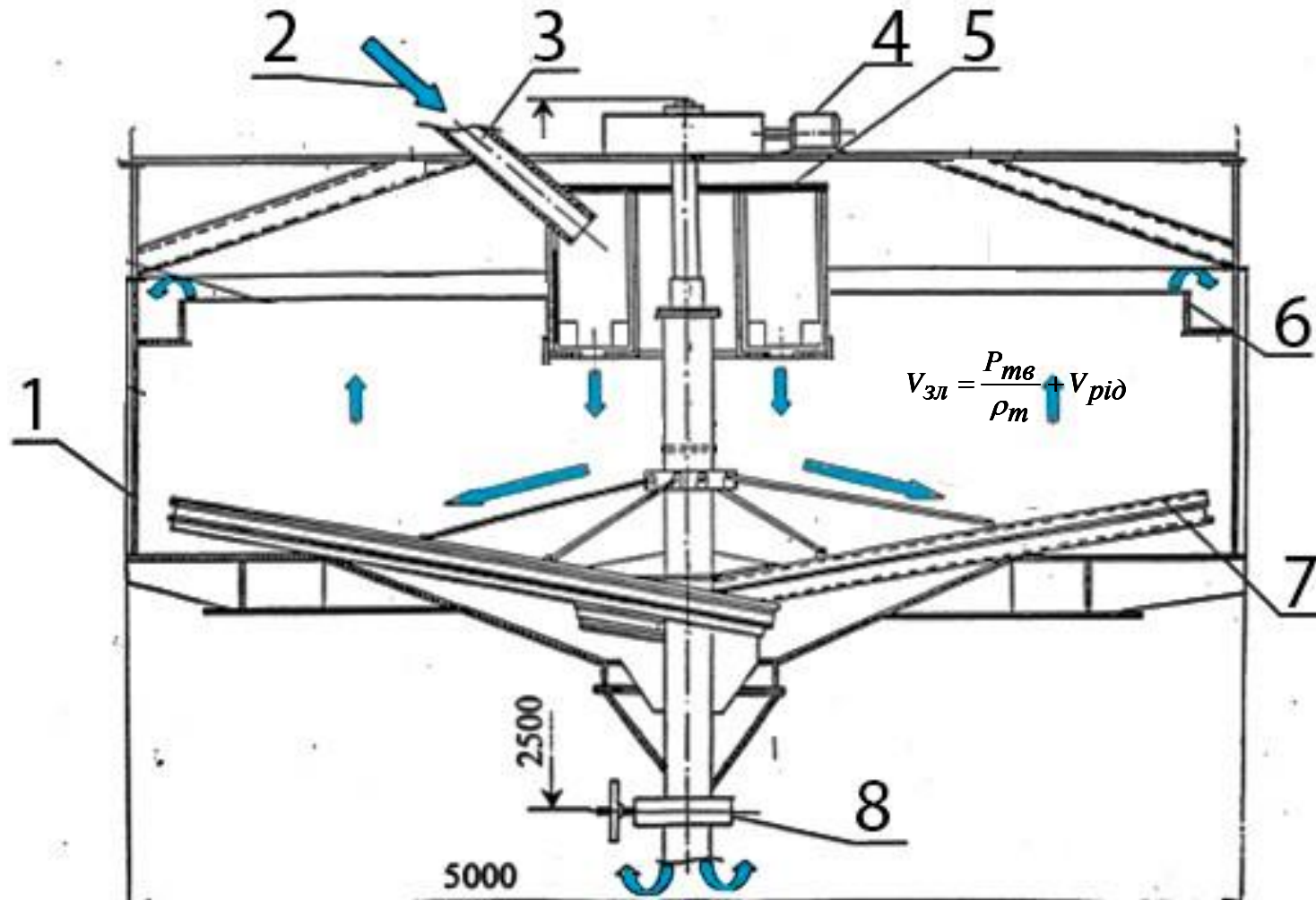


Лежала зола, крупність: 1-Краматорська, 2-Придніпровська

Лежала зола, вміст С, Краматорська ТЕС

Суша магнітна сепарація
при $H = 40-60$ кА/м, приріст заліза в конц. $\sim 1-2\%$

6 Принцип гідравлічної сепарації золи у висхідних потоках



Швидкість
висхідного потоку

$$\omega_{в.п.} = \frac{V_{зл}}{S_{дзеркала}}$$

$$V_{зл} = \frac{P_{тв}}{\rho_{т}} + V_{рід}$$

$$P_{тв} = Q \cdot \gamma_{злива} / 100$$

$$\text{вода...} V_{рід} = P_{рід} = \frac{P_{тв}(100 - \theta)}{\theta}$$

$$\theta = \frac{P_{сухе} * 100}{P_{пульпи}} \% \text{твердого}$$

7 Математична модель визначення характеристик суспензії

Вихідні формули визначення характеристик суспензії

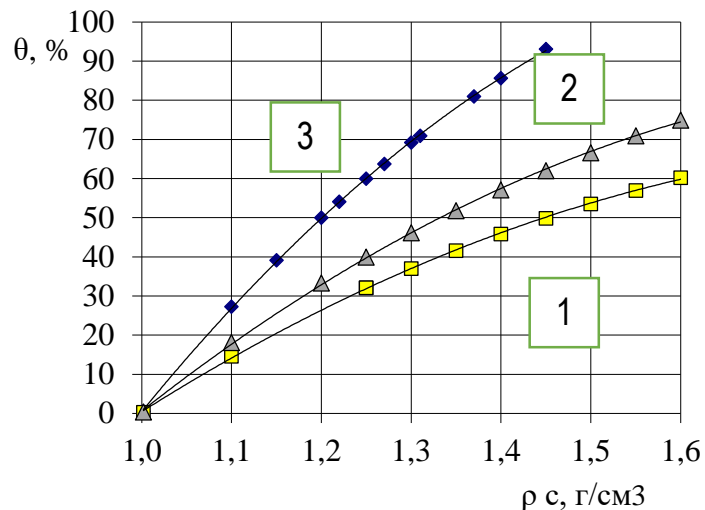
$$\rho_c = \frac{P_{заг}}{V_{заг}}, \quad \theta = \frac{P_m}{P_{заг}} \cdot 100, \quad \varepsilon = \frac{V_{pid}}{V_{заг}}, \quad \beta = 1 - \varepsilon \quad v = v_0 \exp \frac{2,5\beta + 0,675\beta^2}{1 - 0,609\beta} \quad \Delta = \frac{\rho_u - \rho_c}{\rho_c}$$

Отримані формули характеристик суспензії як функції від густини ρ_c та ρ_m

$$\theta = 100 \cdot \frac{\rho_m}{\rho_c} \cdot \frac{(\rho_c - 1)}{(\rho_m - 1)} \quad \rightarrow P_{pid} = P_m \cdot \frac{100 - \theta}{\theta} \rightarrow P_{me} : P_{pid}$$

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_c}{\rho_m} \cdot \frac{\theta}{100} \quad \rightarrow \beta = (1 - \varepsilon) \rightarrow v$$

8 Залежності характеристик суспензії від густини



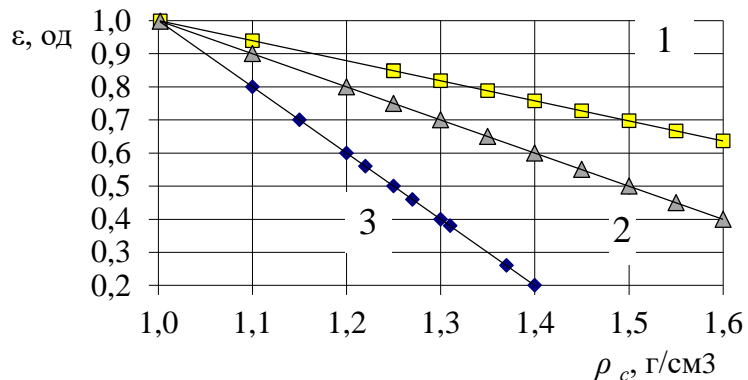
Залежність $\theta(\rho_c)$ для різних суспензій

$$\theta = -111,66\rho_c^2 + 410,43\rho_c - 298,54 \quad R^2 = 0,9999$$

$$\rho_m = 2,0 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_m = 2,65 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_m = 1,5 \text{ г/см}^3$$



Залежність $\varepsilon(\rho_c)$ для різних суспензій

$$\varepsilon = -\rho_c + 2,0 \quad R^2 = 0,9999$$

1 – піщана, $\rho_m = 2,65 \text{ г/см}^3$,

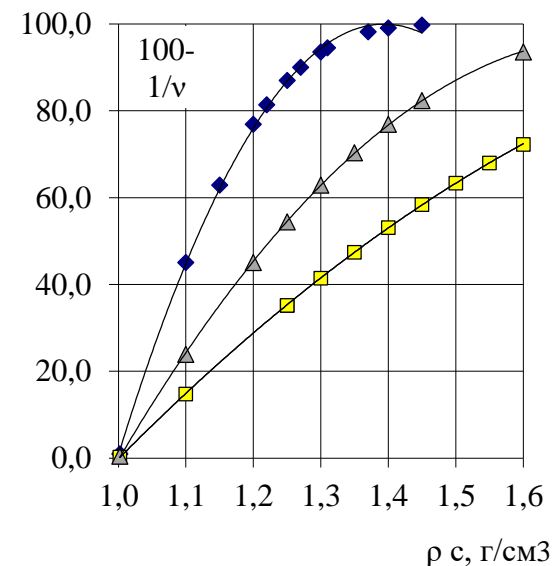
2 – зола виносу $\rho_m = 2,0 \text{ г/см}^3$,

3 – вугільна $\rho_m = 1,5 \text{ г/см}^3$

$$\nu = 1/(176,19 \cdot \rho_c^2 - 622,72 \cdot \rho_c + 543,86), \quad R^2 = 0,9999$$

$$\nu = 1/(59,95 \cdot \rho_c^2 - 276,81 \cdot \rho_c - 317), \quad R^2 = 0,9999$$

$$\nu = 1/(640,4 \cdot \rho_c^2 - 1784,7 \cdot \rho_c - 143,5), \quad R^2 = 0,999$$



Залежність в'язкості ν від густини суспензій ρ_c

9 Визначення ρ_m , алгоритм, програма, «Методика...» розрахунку характеристик

Виміри густини твердої фази золи Придніпровської ТЕС протягом року

№	Вага золи, $P_T, \text{г}$	Об'єм, мл			Порозність $\varepsilon = V_{\text{рід}}/V_{\text{ос}}$, од.	Щільність твердої фази, $\rho_T = P_T/V_T, \text{г/см}^3$
		Осаду, $V_{\text{ос}}$	Пор, $V_{\text{рід}}$	Твердого, V_m		
1	52,8	50	24	26	0,48	2,031
2	35,89	30	14,49	15,51	0,483	2,30
3	35,61	30	11,5	18,5	0,383	1,925
4	10,7	10	4	6	0,4	1,783
5	208,7	190	95	95	0,5	2,20
6	30,52	28,2	12,07	16,13	0,428	1,892
7	11,85	11	4,86	6,14	0,442	1,93
Середнє	55,15	49,89	23,70	26,18	0,45	2,01

Алгоритм:

Варіюємо густину. Визначаємо граничні значення густини і вагового відсотку твердої фази за комірковою моделлю, коли $\varepsilon = 0,259$, або $\beta = 0,741$ (найбільш щільна ромбоєдрічна укладка за Гауссом):

1. Граничні значення за моделлю Гаусса

$$\rho_{c \text{ гр.}} = \rho_m \cdot 0,741 + 0,259 \quad \theta_{\text{гр}} = 74,1 \cdot \frac{\rho_m}{\rho_c}$$

2. Відсоток твердого θ (%) в суспензії:

$$\theta = 100 \cdot \frac{\rho_m}{\rho_c} \cdot \frac{(\rho_c - 1)}{(\rho_m - 1)}$$

3. Порозність ε (од.) - об'ємний відсоток порожнин між частинками:

$$\varepsilon = 1 - \frac{\rho_c}{\rho_m} \cdot \frac{\theta}{100}$$

4. Концентрація β (од.) $\beta = 1 - \varepsilon$

5. Кінематична в'язкість ν (см²/с) по інтерполяційній формулі за Вендом, $\nu_0 = 0,01$ см²/с – вода, :

6. $T:P$ твердого до рідкого, T (т/год), P -тонн або м³ води за годину :

T - суха маса

$$P = \frac{T \cdot (100 - \theta)}{\theta} = T \cdot (100 / \theta - 1)$$

10 Експериментальна перевірка розрахункових формул характеристик

$\theta, \%$

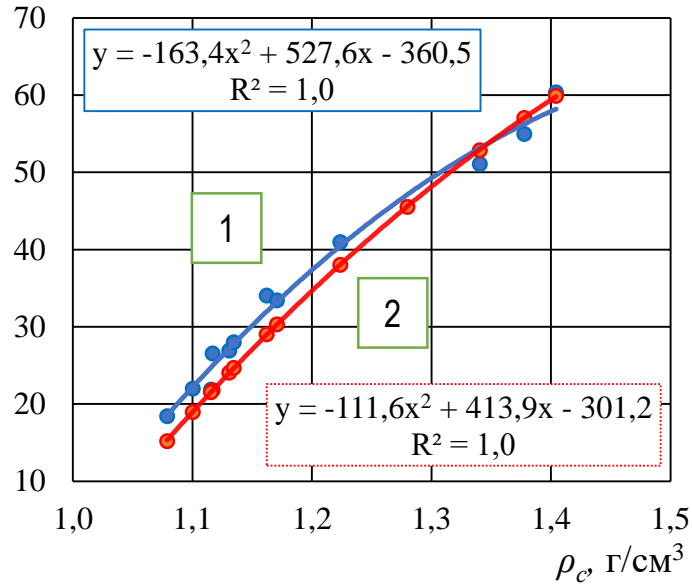


Рис 1- Залежності відсотку твердої фази θ від густини суспензії ρ_c при $\rho_m = 1,925 \text{ г/см}^3$:
1- експериментальна,
2- по формулі.
Середня похибка визначення θ :
абсолютна 2,6%,
відносна 8,4%

$\nu, \text{см}^2/\text{с}$

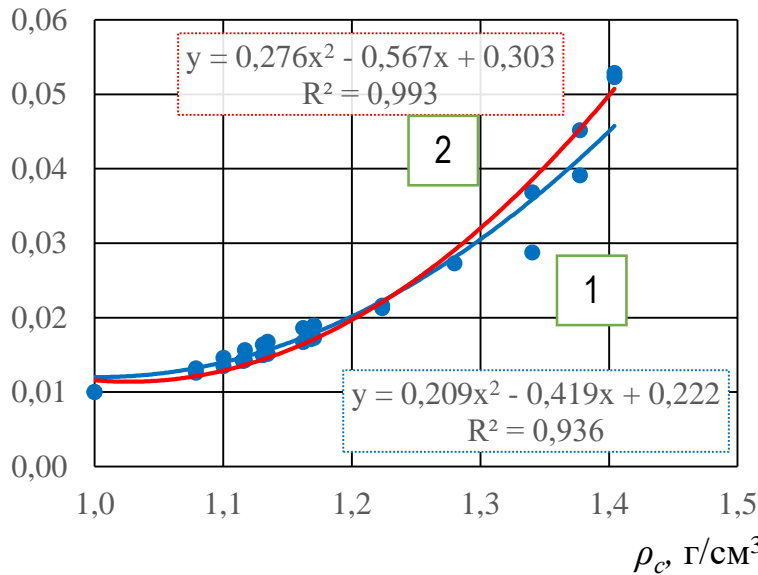


Рис 2 - Залежності в'язкості від густини, 1- експериментальна (β, ε експериментальні), 2 -по формулі де β, ε теоретичні.
Середня похибка:
абсолютна $0,002 \text{ см}^2/\text{с}$;
відносна 8,51%

Рис 3 – Залежності порозності ε від густини суспензії ρ_c , при $\rho_m = 1,925 \text{ г/см}^3$:
1 – експериментальна,
2- теоретична по формулі.
Середня похибка визначення ε :
абсолютна – 0,023 од.,
відносна – 2,99%

$\varepsilon, \text{од.}$

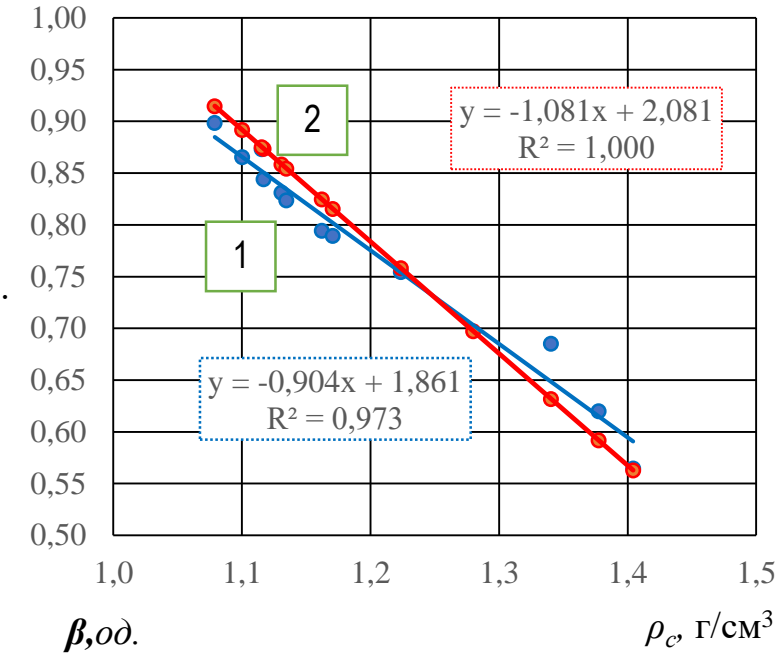
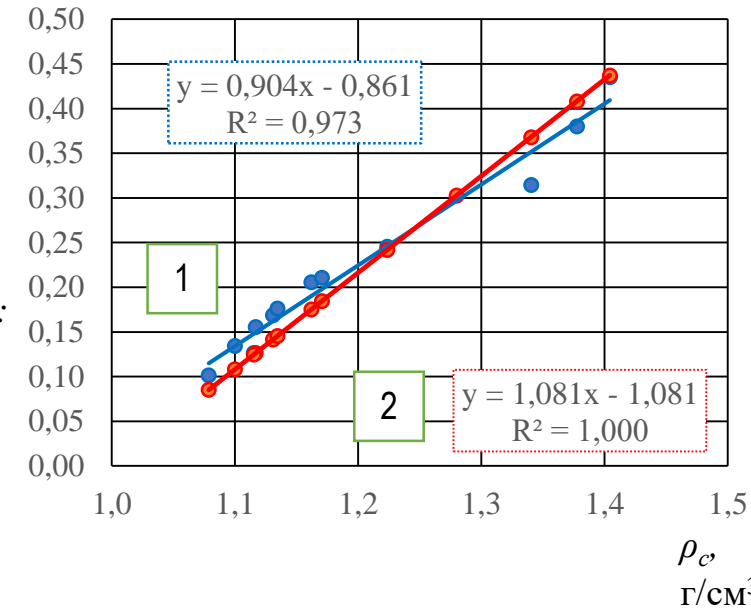


Рис 4 – Залежності концентрації твердої фази $\beta = 1 - \varepsilon$ від густини суспензії ρ_c при $\rho_m = 1,925 \text{ г/см}^3$:
1 – експериментальна,
2- теоретична.
Середня похибка визначення β :
абсолютна $0,023 \text{ од.}$,
відносна 11,2%

$\beta, \text{од.}$



11 Математична модель розрахунку швидкості стисненого осадження

Формула Тодеса-Розенбаума (1958)

$$\omega = \frac{v}{d} \cdot \frac{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}{18 + 0,59\sqrt{Ar \cdot \varepsilon^{4,75}}}$$

$$Ar = \frac{g \cdot \Delta \cdot d^3}{v^2},$$

$$\Delta = \frac{\rho_c - \rho_c}{\rho_c}$$

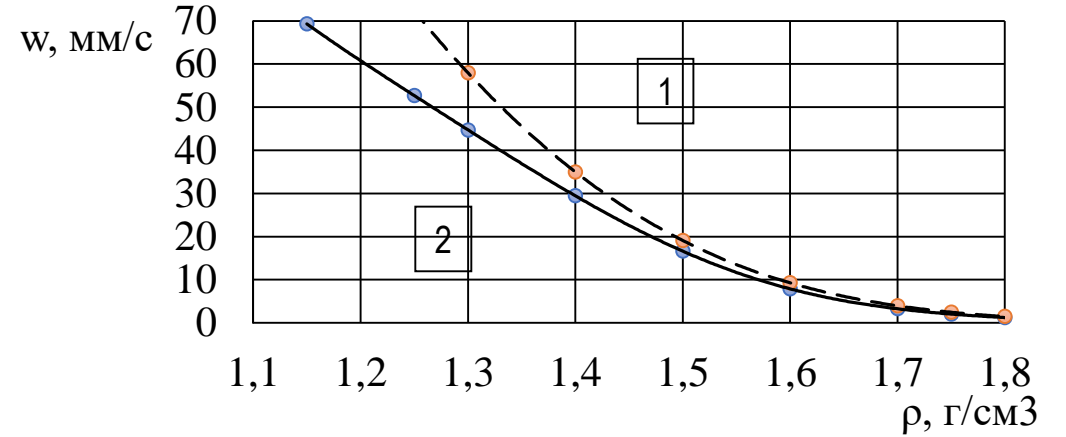
Формула Сабрі Ергана (1952) –
втрата тиску на одиницю висоти
зернистого шару

$$\frac{\Delta P}{h} = A \cdot \omega + B \cdot \omega^2$$

$$\frac{\Delta P}{h} = 150 \cdot \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \cdot \frac{\omega \cdot \mu}{d^2} + 1,75 \cdot \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^3} \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{d} \quad \mu = v \cdot \rho$$

Основна розрахункова формула Ергана:

$$1,75 \cdot \omega^2 \cdot d + 150 \cdot \omega \cdot (1-\varepsilon) \cdot v = g \cdot \varepsilon^3 \cdot \Delta \cdot d^2$$



1- за Тодесом-Розенбаумом; 2 – за Ерганом, або
спрощеною новою формулою.

Залежність швидкості стисненого осадження частинки
кварцу крупністю 1 мм від густини суспензії

**Отримана нова спрощена формула для
інженерних розрахунків**

$$\omega = \frac{B}{150 \cdot \beta \cdot v + \sqrt{1,75 \cdot d \cdot B}}$$

$$B = g \cdot \varepsilon^3 \cdot \Delta \cdot d^2$$

$$\rightarrow d = \frac{150 \cdot \omega \cdot \beta \cdot v}{\sqrt{150 \cdot \omega \cdot \beta \cdot v \cdot g \cdot \varepsilon^3 \cdot \Delta - 1,75 \cdot \omega^2}}$$

12. Експериментальна швидкість масового осадження золи і її окремих класів

Таб.1. Масове осадження золи

Швидкість і характерна крупність частинок, $\rho_m = 2,003$

ρ_c експ., г/см ³	ε експ., од.	ν , см ² /с	$\omega_{золи}$, експ., мм	Зола		Вугілля		Кварц		
				$\Delta_{золи}$, од.	$d_{золи}$, мм	$\Delta_{вуг.}$, од.	$d_{вуг.}$, мм	$\Delta_{кв.}$, од.	$d_{кв.}$, мм	
1,31	0,69	0,02816	0,15	0,53	0,107	0,15	0,204	1,02	0,077	
1,23	0,75	0,02197	0,22	0,63	0,083	0,22	0,125	1,15	0,054	
1,21	0,79	0,01889	0,26	0,66	0,070	0,24	0,115	1,19	0,052	
1,15	0,83	0,01642	0,35	0,74	0,059	0,30	0,081	1,30	0,039	
1,11	0,87	0,01441	0,53	0,82	0,053	0,36	0,063	1,41	0,032	
Середнє					0,075	-	0,118	-		0,051

$$\omega_{зола} = 1,065 \cdot \rho_c^{-7,414} \quad R^2 = 0,976$$

Таб.2. Швидкість масового осадження кл. +40 мкм

ρ_c , експ., г/с м ³	ε експ., од.	ω_{+40} , експ., мм/с	Характерна крупність, мм	
			Зола кл. +40 мкм	Вугілля в кл. +40 мкм
1,277	0,7	0,13	0,087	0,164
1,166	0,8	0,26	0,061	0,099
1,12	0,88	0,66	0,051	0,081
1,09	0,91	0,95	0,047	0,073
Середнє			0,62	0,115

$$\omega_{+40} = 2,519 \cdot \rho_c^{-12,63}$$

$$R^2 = 0,966$$

$$\omega_{-50} = 1,48 \cdot \rho_c^{-12,839}$$

$$R^2 = 0,941$$

До визначення густини і швидкості

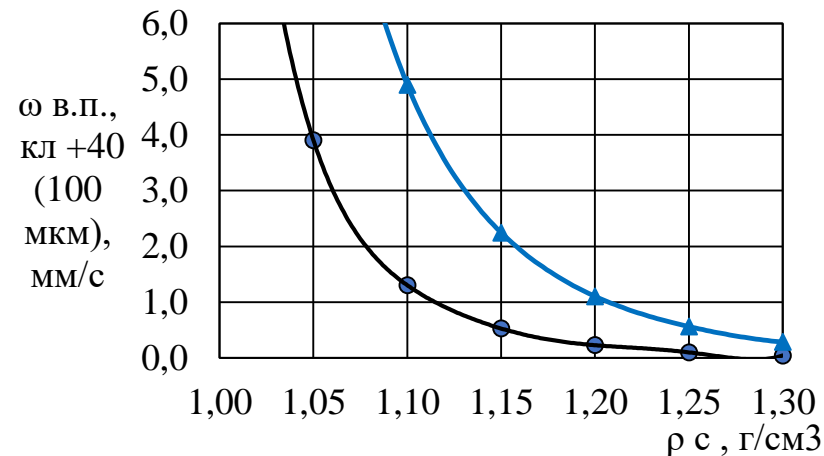


Рис.1. Кл. +40 мкм. Швидкість. Вугілля і кварц крупністю 100 мкм від густини

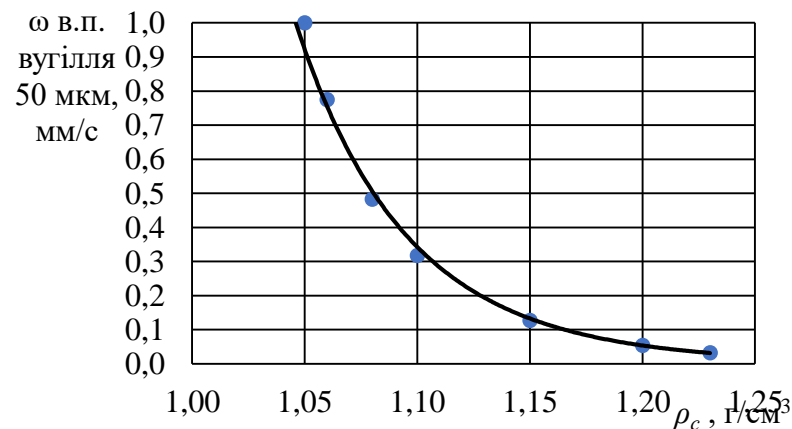
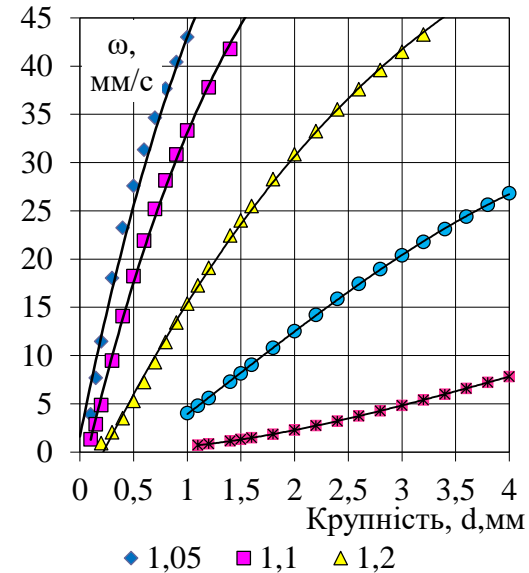
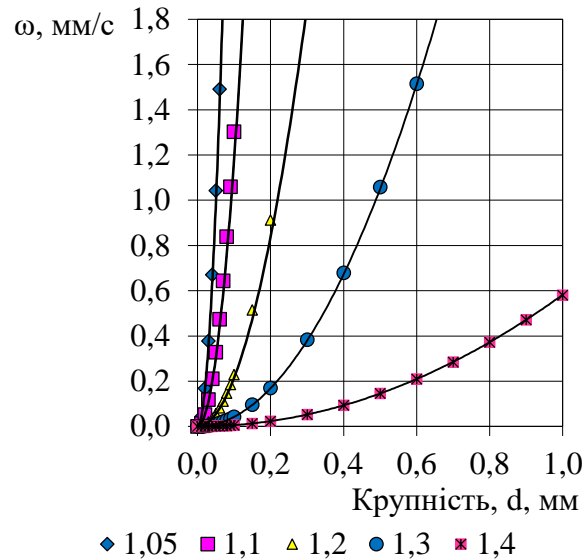


Рис.2. Кл- 50 мкм. Вугілля крупн 50 мкм

13. Закономірності стисненого осадження вугілля і кварцу в золі

Залежності $\omega = f(d)$ для руху вугілля в золі



Осадження дрібного вугілля

Стоксівське стиснене осадження дрібного вугілля

Густина пульпи, ρ_c , г/см ³	Діапазон крупності вугілля, d, мм	Формула швидкості для $\omega_{\text{вуг}}$, мм/с
1,05	$d \leq 0,1$	$391 \cdot d^2$
1,1	$d \leq 0,15$	$131 \cdot d^2$
1,15	$d \leq 0,2$	$52,8 \cdot d^2$
1,2	$d \leq 0,3$	$22,8 \cdot d^2$
1,25	$d \leq 0,5$	$10 \cdot d^2$
1,3	$d \leq 1,0$	$4,2 \cdot d^2$
1,4	$d \leq 1,0$	$0,57 \cdot d^2$

Крупне вугілля

Швидкість стисненого і вільного осадження вугілля і кварцу в золі, $\rho_m = 2,0$ г/см³, d - мм

ρ_c , г/см ³	За Ерганом ω стиснене, мм/с	ω вільне, мм/с	Відношення швидкостей вільного і стисненого осадження
Кварц			
1,05	$1400 \cdot d^2, d \leq 0,1$	$728,5 \cdot d^2$	0,52
1,1	$495 \cdot d^2, d \leq 0,15$	$584,0 \cdot d^2$	1,18
1,15	$227 \cdot d^2, d \leq 0,2$	$462,5 \cdot d^2$	2,04
1,2	$99 \cdot d^2, d \leq 0,5$	$361,3 \cdot d^2$	3,65
1,3	$28,7 \cdot d^2, d \leq 0,5$	$209,8 \cdot d^2$	7,31
1,4	$7,3 \cdot d^2, d \leq 1,0$	$112,4 \cdot d^2$	15,40
Вугілля			
1,05	$391 \cdot d^2, d \leq 0,1$	$204,89 \cdot d^2$	0,52
1,1	$131 \cdot d^2, d \leq 0,15$	$150,72 \cdot d^2$	1,15
1,15	$52,8 \cdot d^2, d \leq 0,2$	$107,925 \cdot d^2$	2,04
1,2	$22,8 \cdot d^2, d \leq 0,3$	$74,74 \cdot d^2$	3,28
1,25	$10 \cdot d^2, d \leq 0,5$	$49,6 \cdot d^2$	4,96
1,3	$4,2 \cdot d^2, d \leq 1,0$	$31,08 \cdot d^2$	7,40
1,4	$0,57 \cdot d^2, d \leq 1,5$	$8,994 \cdot d^2$	15,78

$$\omega_{\text{вільне}} = \frac{g}{18} \cdot \frac{d^2}{\nu} \cdot \frac{\rho_c - \rho_m}{\rho_c} = 54,481 \cdot \frac{d^2 \cdot \Delta}{\nu}$$

ω - см/с, d - см, g = 981 см/с

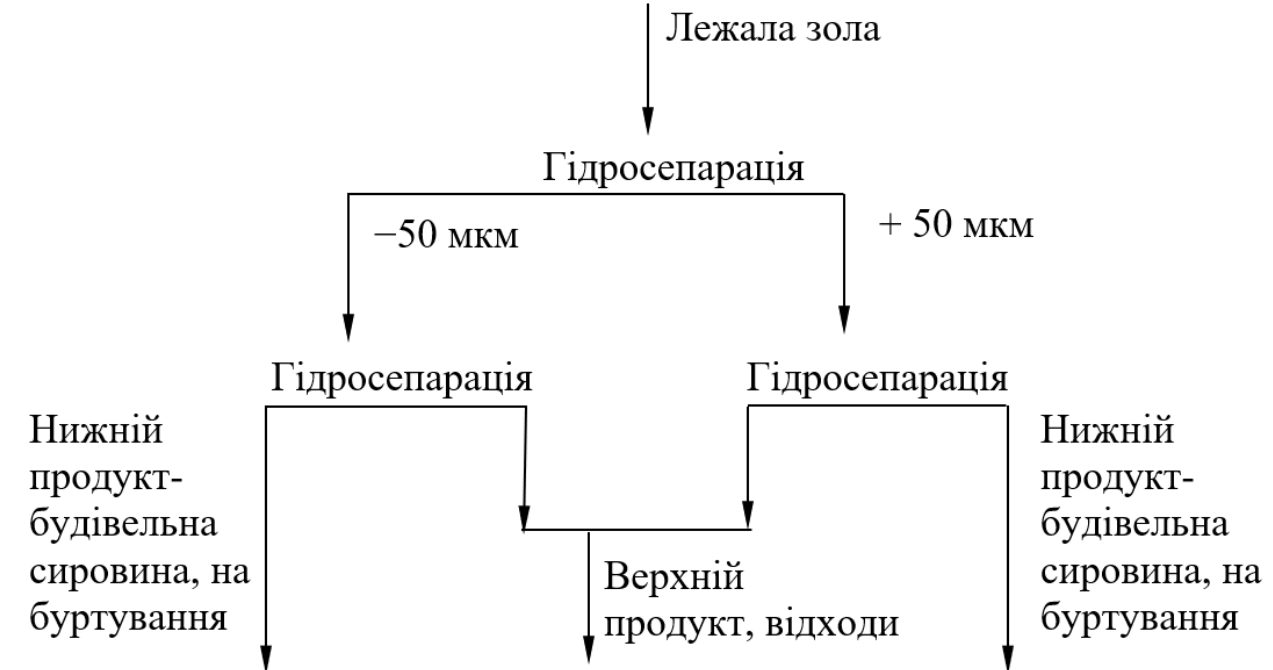
14. Блок –схеми переробки золи

Добова зола Придніпровської ТЕС

Крупність, мм	Вихід, %	Вміст С, %
+0,1	6,5	34,8
-0,1 +0,063	14,8	33,64
-0,063+0,04	38,7	21,84
-0,04	40	5,34
Вихідна зола	100	20,15
Кл. +0 0,04	60	30,67

Лежала зола, Краматорська ТЕС

Крупність, мм	Вихід%	Вміст С, %
-0,63+0,25	0,83	67,97
-0,25+0,1	6,42	41,31
-0,1+0,05	18,17	31,96
-0,05	74,58	14,53
Вихідна зола	100	19,86
Кл. + 0,05	25,42	35,50



15. Визначення раціональних режимних параметрів (густина і швидкість висхідного потоку) при гідросепарації золи та класів +50, +40,- 50 мкм

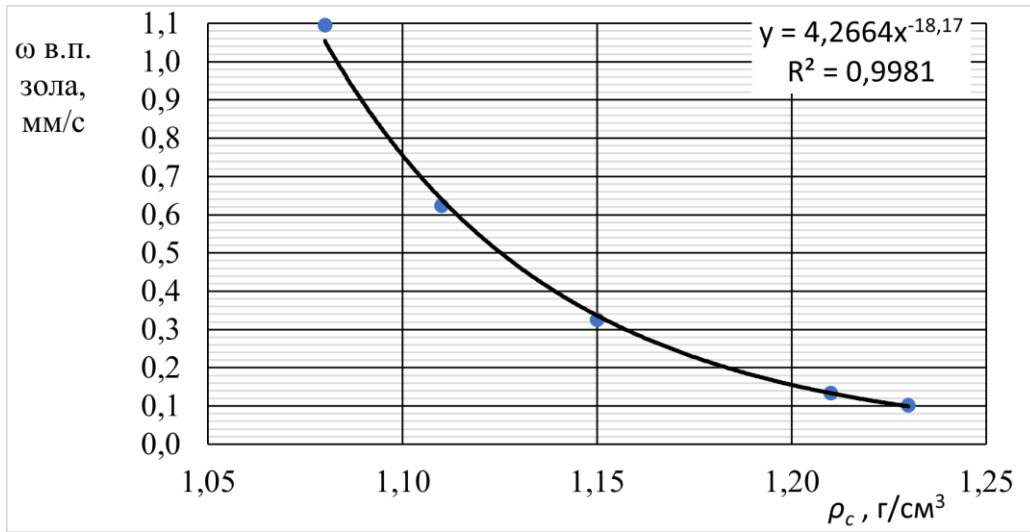


Рис.1 Розділення золи по крупності **50 мкм** в голові схеми (за Ерганом)

Таб.2 Характерна крупність вугілля в кл +40 мкм, $\rho_m=2,066 \text{ г/см}^3$

$\rho_{c, \text{експ.}}, \text{г/см}^3$	$\epsilon \text{ експ.}, \text{од.}$	$\omega_{+40}, \text{експ.}, \text{мм/с}$	Характерна крупність, мкм		
			Зола кл.+40	Вугілля в кл +40	Кварц в кл +40
1,277	0,7	0,13	0,087	0,164	0,066
1,166	0,8	0,26	0,061	0,099	0,047
1,12	0,88	0,66	0,051	0,081	0,040
1,09	0,91	0,95	0,047	0,073	0,038
Середнє			0,62	0,115	0,048

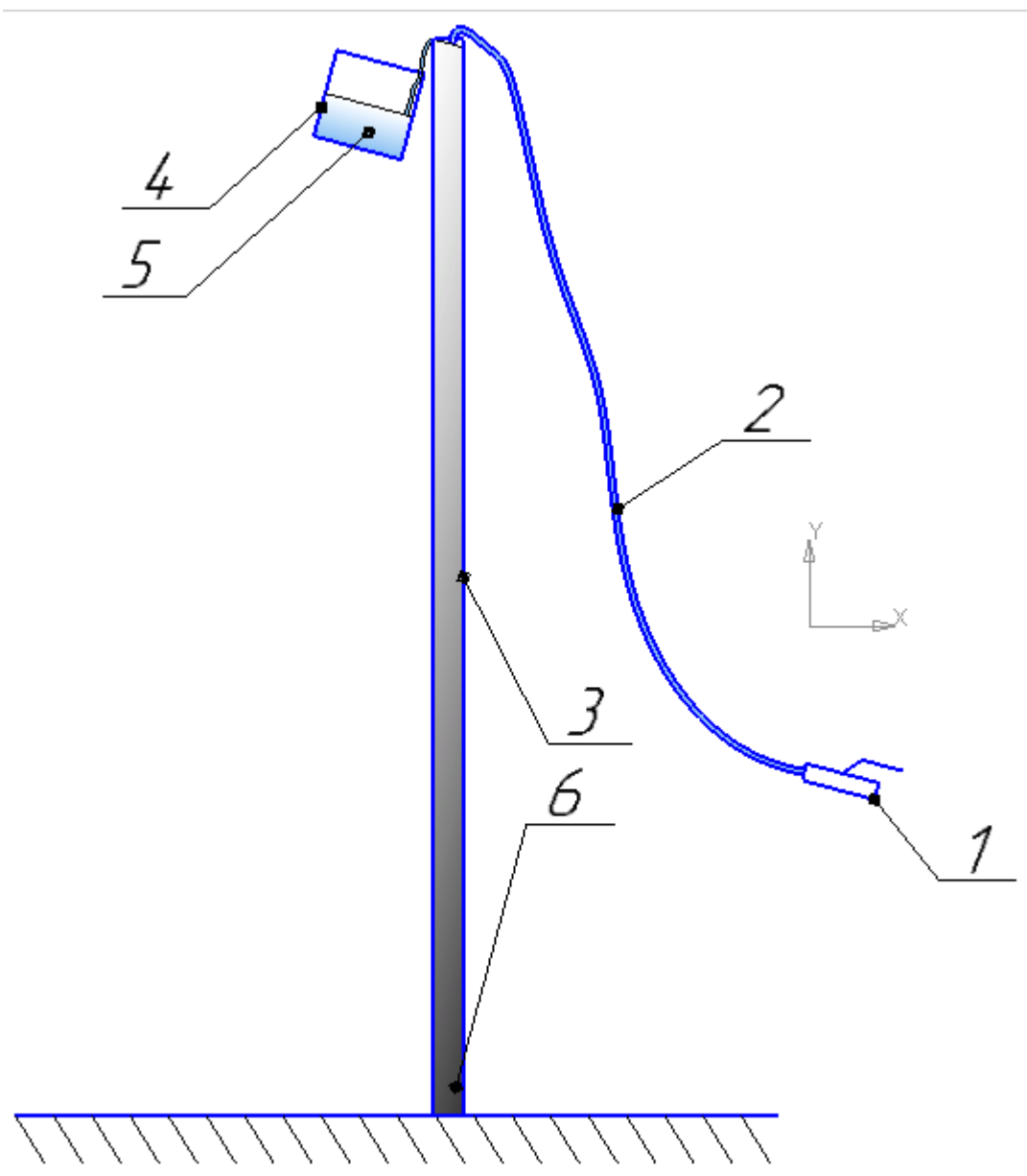
Таб.3 Раціональні режимні параметри

Продукт	Характерна крупність вугілля, мкм	Густина пульпи, г/см^3	Швидкість висхідного потоку, мм/с
Вихідна зола	-	1,1-1,2	0,15–0,75
Класи + 40 мкм	100	1,1-1,2	0,23–1,3
Класи +50 мкм	115	1,1-1,2	0,3–1,7
Класи -50 мкм	50	1,05-1,15	0,13–0,9

Таб. 4 Густина по параметру Т:Р (витрати води)

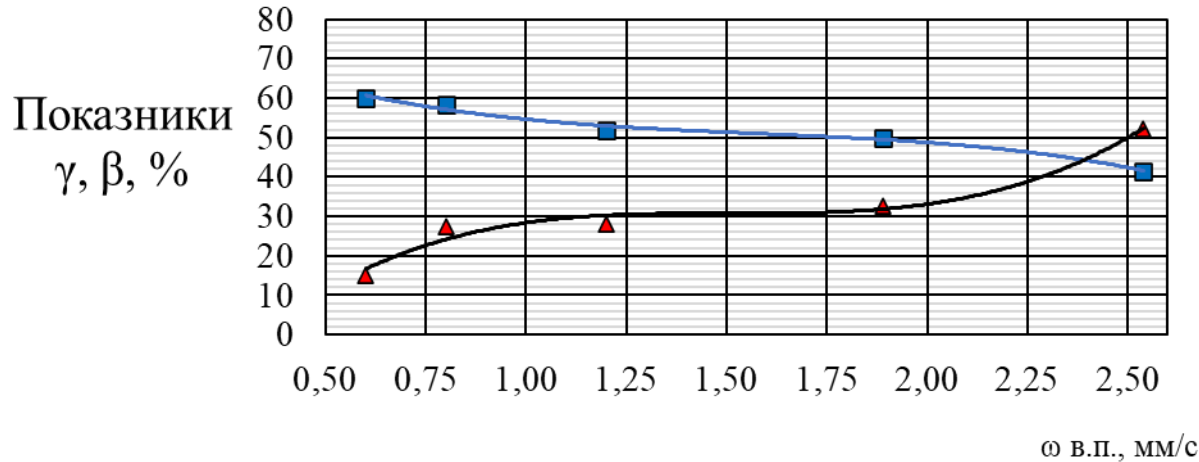
$\rho_c \text{ г/см}^3$	$\theta, \%$	$T : P$
1,05	10	1 : 9,5
1,10	18	1 : 4,5
1,15	26	1 : 2,8
1,20	33	1 : 2,0
1,25	40	1 : 1,5
1,30	46	1 : 1,2

16. Экспериментальный стенд



17. Технологічні показники зливу гідросепарації класів +40, +50 та -50 мкм

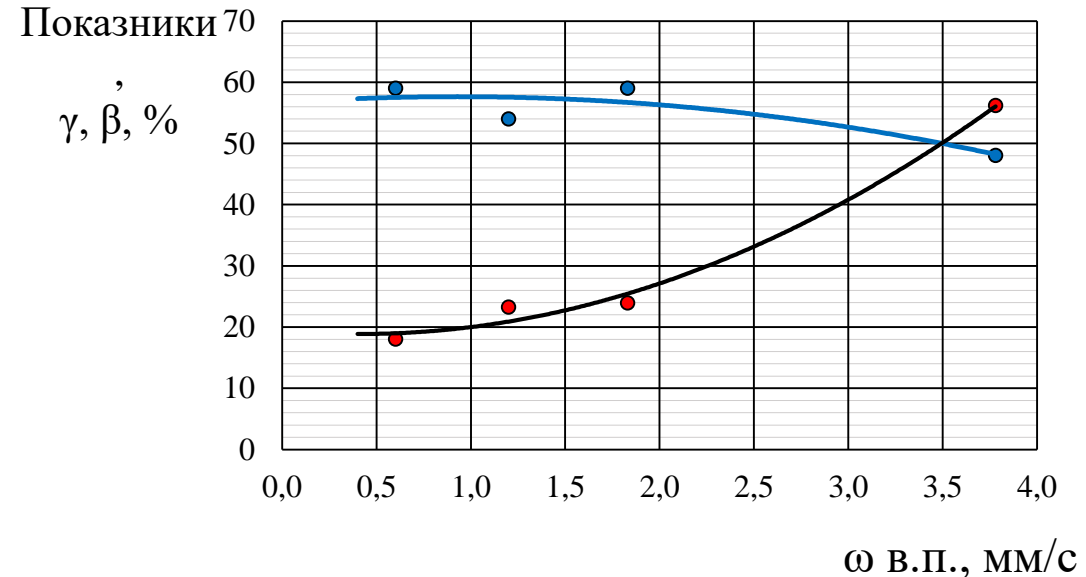
Класи +40, в живленні вміст вугілля $30 \pm 0,7$ %



До визначення густини пульпи в гідросепараторі для кл -50 мкм,
 $\rho_m = 1,98 \text{ г/см}^3$

$\rho_c, \text{ г/см}^3$	$\theta, \%$	$T : P$ по загальній воді (зворотна +свіжа)	Мінімальне $T : P$ по свіжій воді (20% від загальної)
1,04	7,8	1:12	1:2,4
1,05	9,6	1:9,4	1:2
1,06	11,4	1:7,7	1:1,5
1,07	13,2	1:6,6	1:1,3
1,08	15	1: 5,7	1:1,1
1,1	18,4	1: 4,4	1:1
1,15	26,4	1: 2,8	1:0,6

Класи +50, в живленні вміст вугілля 36 ± 1 %



Залежності виходу злива (1) і вмісту вугілля в зливі (2) від швидкості висхідного потоку, кл +50 мкм

**Клас + 50 мкм $\rho_c = 1,1-1,2$ швидкість $0,4-2$ мм/с
 вміст вугілля в зливі до $60-54\%$, вихід в операції $16-28\%$.**

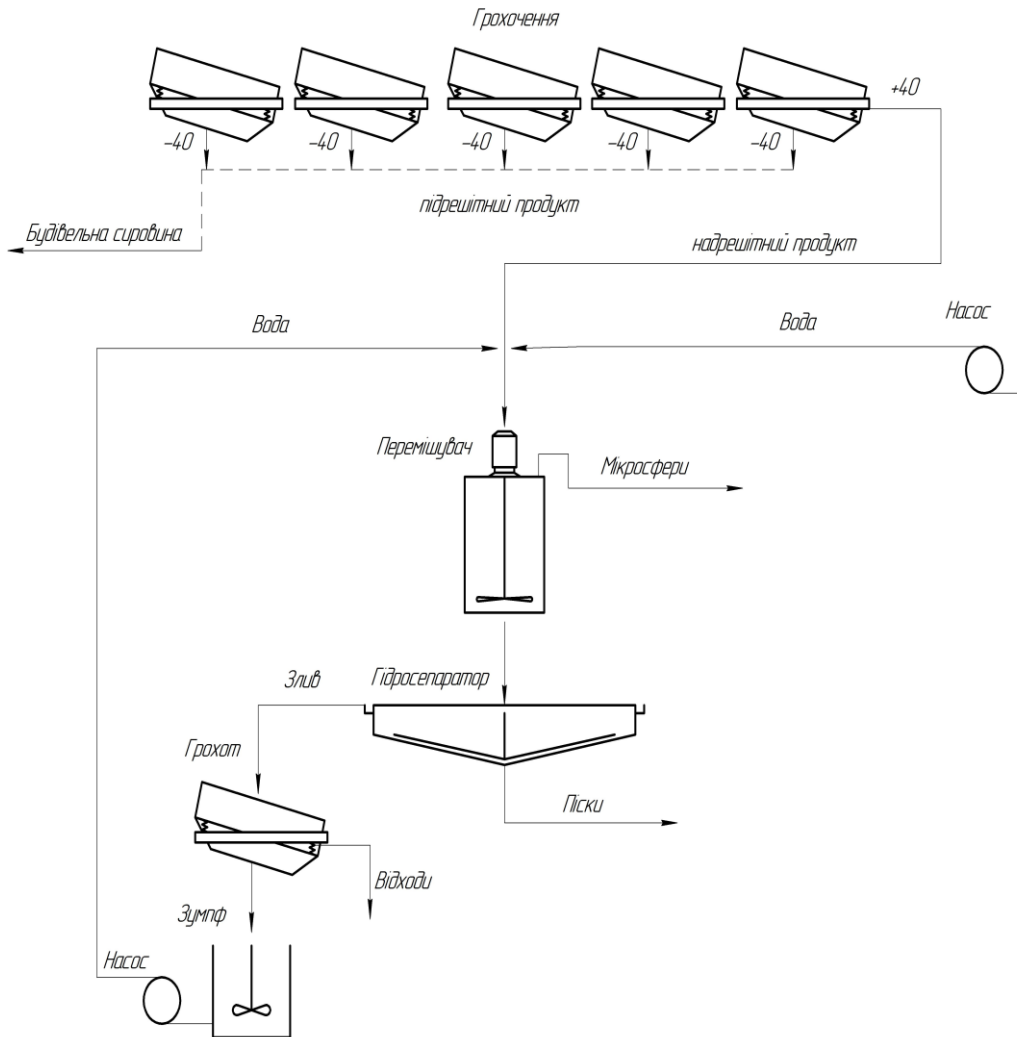
Клас - 50 мкм $\rho_c = 1,05-1,15$, швидкість $0,13-0,9$ мм/с

18. Технологія переробки сухої поточної золи

Технологічна схема

152

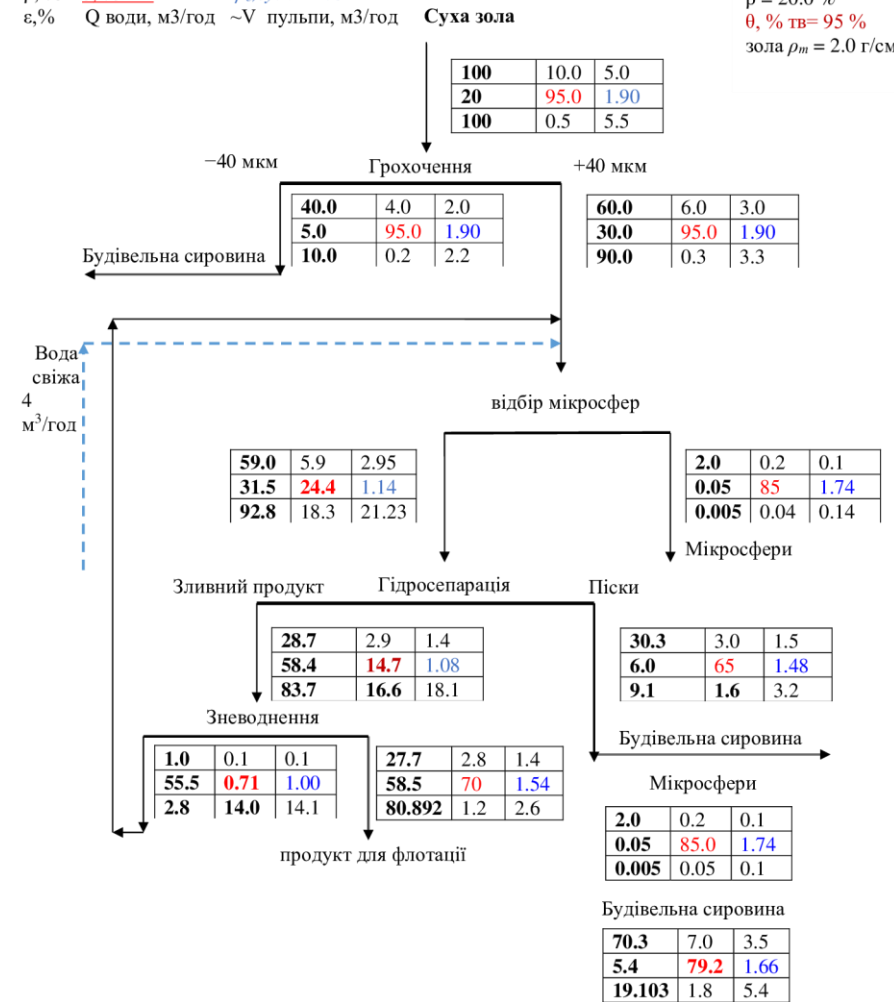
Схема компоновки апаратів



Позначення:

$\gamma, \%$ $Q_{\text{сух.тв.}}$ т/год $\sim V_{\text{твердого}}$ м³/год
 $\beta, \%$ $\theta, \%$ тв $\rho_{\text{с,сузн}}$ г/см³
 $\epsilon, \%$ Q води, м³/год $\sim V$ пульпи, м³/год

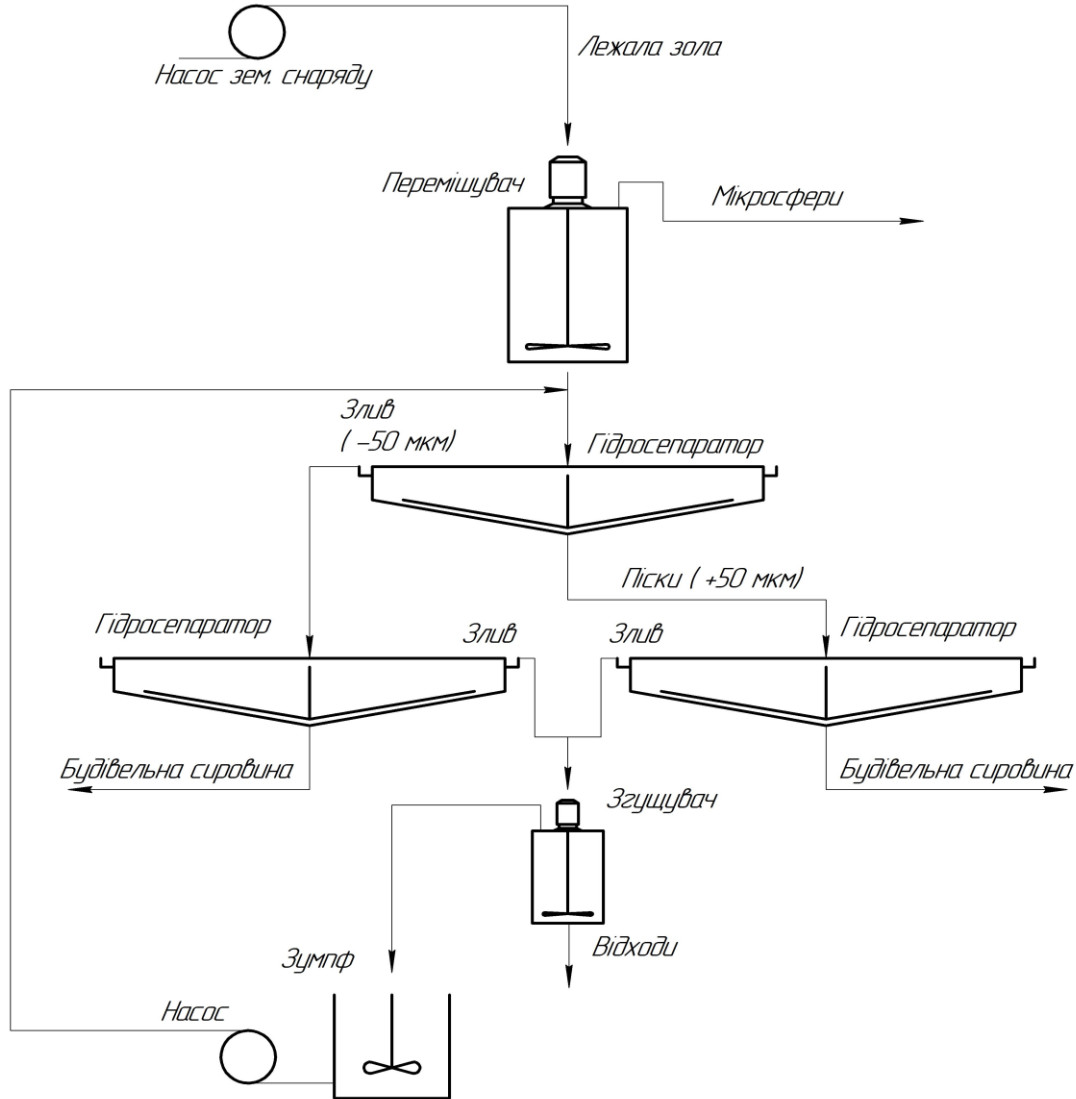
$Q_{\text{сух.}} = 10.0$ т/год
 $\beta = 20.0 \%$
 $\theta, \%$ тв = 95 %
 зола $\rho_m = 2.0$ г/см³



19. Технологія переробки лежалої золи

Технологічна схема

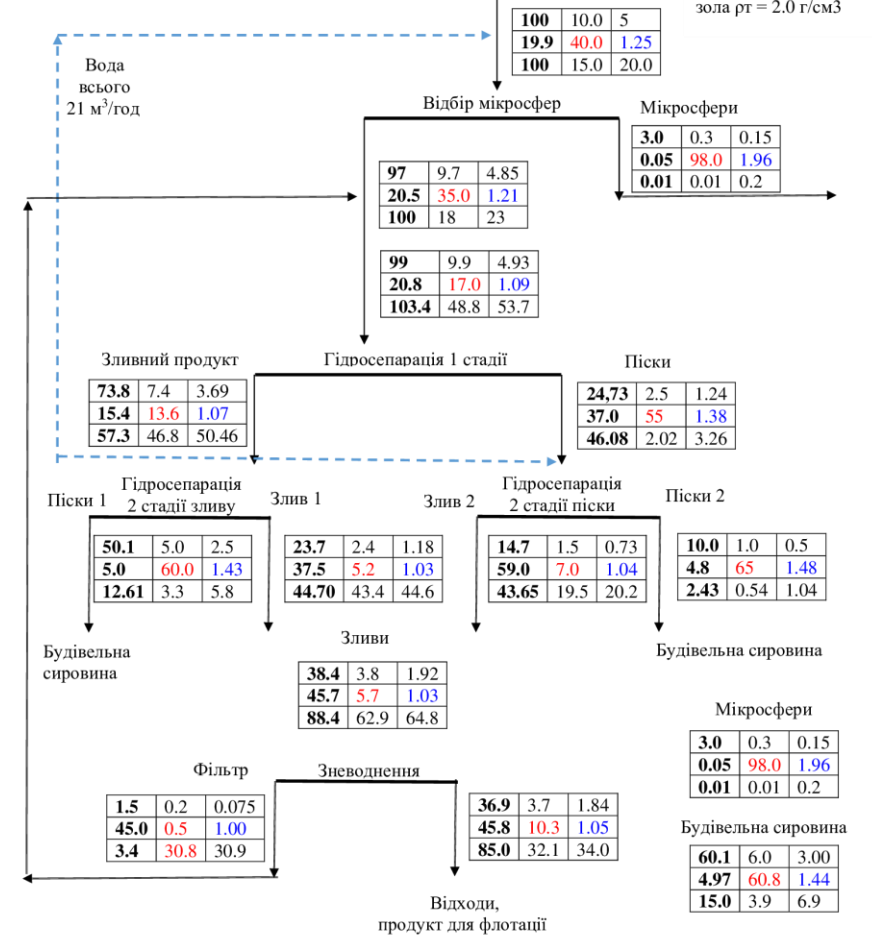
Схема компоновки апаратів



Позначення:

$\gamma, \%$ $Q_{сух.тв.}$ т/год ~В твердого, м³/год
 $\beta, \%$ $\theta, \%$ тв $\rho_{с,сузп}$ г/см³
 $\epsilon, \%$ Q води, м³/год ~V пульпи, м³/год

$Q_{сух.тв.} = 10.0$ т/год
 $\beta = 19.86 \%$
 $\theta, \%$ тв = 40 %
 зола $\rho_t = 2.0$ г/см³



20. Реалізація і апробація результатів роботи

1) "Методика визначення гідравлічних характеристик водних суспензій дрібнодисперсних матеріалів на прикладі золи виносу Придніпровської ТЕС" в якій приведені розрахункові формули, алгоритм і програма розрахунку характеристик композитних дрібнодисперсних водних мінеральних суспензій. Методика передана і використовується в Дніпровському національному університеті ім. О. Гончара (Акт передачі і використання від 27.05.2024 р., м. Дніпро), а також в Національному університеті водного господарства і природокористування (Довідка про використання від 01.05.2024 р., м. Рівне).

2) "Технічна пропозиція і рекомендації переробки поточної сухої золи Придніпровської ТЕС".

Акт передачі і використання, 2024 р., ТОВ "Інженерна компанія "КРІПТО"".

3) "Технічна пропозиція і рекомендації переробки лежалюї золи з золосховищ теплових електростанцій".

Акт передачі і використання, 2024 р., ТОВ "Інженерна компанія "КРІПТО"".

ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Переробка сухої золи

Q=10 т/год

Q= 10÷57 т/год

Вихід 70% від золи

2,3 млн.
грн/рік

Переробка лежалюї

золи Q=10 т/год

Q= 10÷27 т/год

Вихід 60% від золи

1,75 млн.
грн/рік