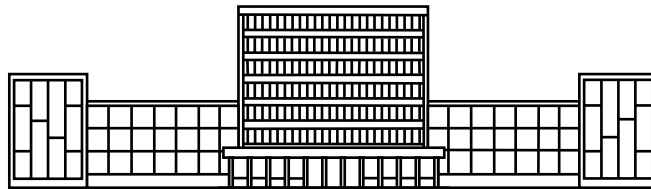


Міністерство освіти і науки України

Київський Національний Університет Будівництва і Архітектури



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з дисципліни

"ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ"

для студентів спеціалізації 192 "Будівництво і цивільна інженерія"
Спеціальності "Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів"

Київ–2018

УДК
ББК
О75

Укладачі: О.Г. Гелевера, канд. техн. наук, доцент
О.П.Константиновський , канд. техн. наук, доцент

Рецензент А.А.Майстренко , канд. тех. наук, доцент

Відповідальний за випуск В.І. Гоц, доктор технічних наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри технології будівельних конструкцій і виробів, протокол №___ від _____ 2018 року.

Видається в авторській редакції.

Інформаційні технології в наукових дослідження: методичні вказівки до виконання практичних робіт / уклад.: О.Г.Гелевера, О.П.Константиновський – К.: КНУБА, 2018 – 20 с.

Викладено тематику, склад і обсяг практичних робіт та методичні вказівки до їх виконання.

Призначено для студентів, які навчаються за спеціальністю "Будівництво і цивільна інженерія", спеціалізацією "Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів".

ЗМІСТ

1. Робота з графічним редактором Movavi Photo Editor 5.0.0	4
2. Підбір складу важкого бетону	6
3. Апроксимація даних 1-факторного експерименту	7
4. Багатофакторні експерименти. Повний факторний експеримент	9
5. Отримання водного розчину солі заданої густини	11
6. Визначення питомої поверхні дисперсних матеріалів	12
7. Визначення питомої поверхні дрібних заповнювачів	16
8. Визначення фракційного складу дрібних заповнювачів	17
9. Оцінка пористої структури матеріалу за швидкістю просочення зразка	18
10. Прискорення старіння матеріалів на основі гідравлічних в'язучих	20

Робота 1

Робота з графічним редактором Movavi Photo Editor 5.0.0

Мета роботи – освоїти навички роботи в редакторі.

Задачі роботи – виконати обробку фотозображення, а саме:

- покращити якість зображення (автоматично або вручну);
- видалити дефекти;
- замінити фон;
- виконати обрізання (кадрування);
- додати напис, вставити зображення.

Наприклад:

Виконати обробку фотографії проб матеріалу і зразків з нього.



до обробки



після обробки



до
обробки



після
обробки



до обробки



після обробки

Кожен студент (магістрант) отримує індивідуальне завдання і виконує його.

Виконане завдання повинно бути представлене як в електронному, так і в паперовому роздрукованому варіантах. Виконавець повинен захистити роботу, пояснивши весь хід виконання роботи в редакторі.

Робота 2

Підбір складу важкого бетону

Мета роботи – освоїти навички роботи:

- в програмі "КСУБС-6";
- в програмі "Підбор важкого бетону (НИИЖБ)".

Задача роботи – підібрати склад важкого бетону відповідно індивідуального завдання.

Програма "КСУБС-6" і програма "Підбор важкого бетону (НИИЖБ)" відрізняються тим, що перша підбирає склад по заданому класу бетону, а друга – по заданій марці бетону.

Варіанти завдань представлені в табл.1.

Таблиця 1 – Варіанти завдань

	Характеристики	Вихідні показники по варіантам								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бетон	Клас (марка)	B15 (200)	B15 (200)	B20 (250)	B30 (400)	B35 (450)	B40 (500)	B45 (600)	B50 (700)	B50 (700)
	ОК, см	10	–	12	–	8	14	–	–	–
	Ж, сек	–	5	–	10	–	–	4	7	9
Цемент	Марка цементу	400	400	400	500	400	500	500	500	500
	НГ цементного тіста, %	28	28	28	26	27	26	26	26	26
Пісок	Модуль крупності піску, Мк	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	Середня густина, кг/л	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
	Істинна густина, кг/л	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61
Щебінь	Максимальна крупність, мм	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Середня густина, кг/л	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
	Істинна густина, кг/л	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60

Після виконання завдання порівняти результати підбору, зробити висновки, пояснити відмінності.

Робота 3

Апроксимація даних 1-факторного експерименту

Мета роботи – овоїти навички переведу табличних даних (в т.ч. і з різних довідників), в рівняння регресії, яке можна потім використовувати в комп'ютерних програмах для автоматизації обчислень.

В даному випадку, як вихідна інформація для індивідуальних завдань, будуть використані дані хімічних довідників.

Кожен студент отримує в якості завдання якусь розчинну у воді хімічну сполуку, відносно якої треба розрахувати максимальну кількість параметрів водного розчину цієї сполуки, як це показано на прикладі в таблиці.

Хімічні безводні сполуки і їх моль.вага	Максимальна розчинність безводної речовини при вказаній температурі г/л	Задана густина розчину, г/см ³ (ввести)	Питома концентрація речовини в розчині				Вміст безводної речовини в конкретній порції розчину із заданою густиною, г			
			г/л розчину	г/кг розчину	К масова доля, %	N моль/л	об'єм розчину, мл	вага розчину, г	ВМІСТ	
									води, г	солі безводної, г
NaOH (40)	1087 ²⁰	1,217	241,0	198,0	19,8%	6,02	200,0	243,4	195,2	48,2
Na ₂ CO ₃ (106)	218 ²⁰	1,18	199,2	168,8	16,9%	1,10	144,0	169,9	141,2	28,7
NaHCO ₃ (84)	96 ²⁰	1,065	96,7	90,8	9,1%	1,15	100,0	106,5	96,8	9,7

Завдання виконувати в пакеті Excel. Виконане завдання – це електронна таблиця з автоматичним обчисленням результатів залежно від густини розчину.

Варіанти завдань:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>K₂CO₃</i>	<i>NaCl</i>	<i>BaBr₂</i>	<i>CaCl₂</i>	<i>CuSO₄</i>	<i>FeCl₃</i>	<i>FeSO₄</i>	<i>KBr</i>	<i>MgSO₄</i>	<i>MgCl₂</i>

Хід виконання завдання:

1. Відкрити Excel.
2. На "листі 1" створити таблицю за формою, показаною вище.
3. В крайній лівий стовпчик вписати свою сполуку за отриманим варіантом.
4. На "листі 2" (це буде допоміжний лист) створити таблички, де в стовпчику "X" будуть значення густини розчину, а в стовпчику "Y" – відповідні значення інших параметрів (вмісту солі, концентрації, молярної концентрації та ін.), взяті з хімічного довідника. Це може бути одна табличка зі значеннями "X" і з декількома значеннями "Y" (Y₁, Y₂, Y₃ ...).

Наприклад:

X густина розчину, (г/см ³ , кг/л)	Y ₁ г/л розчину	Y ₂ г/кг розчину	Y ₃ масова доля К, %	Y ₄ моль/л
1,1	101,1	91,9	9,2%	2,53
1,15	157,9	137,3	13,7%	3,95
...

5. Побудувати графіки з цими залежностями.
6. Виконати апроксимацію (лінія тренда) по кожній характеристиці з отримання рівняння регресії.
7. Вставити це рівняння у вигляді формули у відповідне місце (комірку).
8. Перевірити правильність роботи рівняння – ввести значення густини розчину і звірити з цифрами концентрації розчину з довідниковими.
9. Захистити всі комірки крім тих, куди вводяться дані.

Таким чином, за потреби поступово науковий співробітник може створити свій індивідуальний хімічний довідник для роботи саме з тими сполуками, які йому приходить найчастіше використовувати.

Робота 4

Багатофакторні експерименти. Повний факторний експеримент

Мета роботи – отримати практичні навички в плануванні експерименту не з одним, а з більшим числом факторів.

В даній роботі буде використане 2-факторне планування у вигляді матриці, наведеної нижче.

№ п/п	Матриця плану (в кодах)		Матриця плану (в натур. величинах)		Y _{факт.} (ввести)	Y _{расч.}
	X1	X2	X1	X2		
1	+1	+1				
2	+1	-1				
3	-1	+1				
4	-1	-1				
5	+1	0				
6	-1	0				
7	0	+1				
8	0	-1				
9	0	0				
10	0	0				
11	0	0				

Варіанти завдань з межами варіювання і результатами випробувань представлені нижче.

1	Фактори (найменування)	Одиниці виміру	Код	Рівні варіювання факторів			Інтервал варіювання
				-1	0	+1	
	Сода	%	X2	2,5	3	3,5	0,5
	Клінкер	%	X1	10	25	40	15
2	Фактори (найменування)	Одиниці виміру	Код	Рівні варіювання факторів			Інтервал варіювання
				-1	0	+1	
	Шлак	кг/м ³	X2	300	400	500	100
	М/силікат натрію б/в	%	X1	6	10	14	4
3	Фактори (найменування)	Одиниці виміру	Код	Рівні варіювання факторів			Інтервал варіювання
				-1	0	+1	
	Сода безводная	%	X2	3	4	5	1
	М/натрію 5-водный	%	X1	0	4	8	4
4	Фактори (найменування)	Одиниці виміру	Код	Рівні варіювання факторів			Інтервал варіювання
				-1	0	+1	
	Сода безводная	%	X2	3	4	5	1
	М/натрію 5-водный	%	X1	0	4	8	4
5	Фактори (найменування)	Одиниці виміру	Код	Рівні варіювання факторів			Інтервал варіювання
				-1	0	+1	
	Сода безводная	%	X2	2	3	4	1
	М/натрію 5-водный	%	X1	0	4	8	4

6	Фактори (найменування)	Одиниці виміру	Код	Рівні варіювання факторів			Інтервал варіювання
				-1	0	+1	
	Шлак	кг/м ³	X2	300	450	600	150
	М/натрію 5-водный	%	X1	7	12	17	5

7	Фактори (найменування)	Одиниці виміру	Код	Рівні варіювання факторів			Інтервал варіювання
				-1	0	+1	
	Сода	%	X2	2	3,5	5	1,5
	СЕМ I 52,5 N (добавка)	%	X1	0	5	10	5

8	Фактори (найменування)	Одиниці виміру	Код	Рівні варіювання факторів			Інтервал варіювання
				-1	0	+1	
	Сода	%	X2	2	3,5	5	1,5
	СЕМ I 52,5 N (добавка)	%	X1	0	5	10	5

Хід виконання роботи

1. Відкрити Excel-файл "2-f плани".
2. Ввести в табл.1 вихідні дані по факторам і межах варіювання ними відповідно до свого варіанту завдання.
3. В матрицю плану в стовпчик "Yфакт." ввести значення отриманих результатів випробувань в ході виконання плану експерименту відповідно до свого варіанту:

№ п/п	План		Результати випробувань – Y _{факт.}							
	X1	X2	1	2	3	4	5	6	7	8
			строки тужавлення, хв.	R ₂₈	строки тужавлення, хв.	строки тужавлення, хв.	R ₂₈	R ₂₈	R ₇	R ₇
1	+	+	18	78,5	40	55	63	64	3,5	5,2
2	+	-	39	63,0	59	35	61	73	17,5	6,7
3	-	+	99	71,5	68	48	44	62	12,6	4,7
4	-	-	129	44,1	102	27	31	65	10,0	4,9
5	+	0	26	75,0	52	46	56	66	4,5	6,0
6	-	0	111	58,4	91	40	53	59	5,1	4,3
7	0	+	85	81,5	54	51	61	60	5,2	4,7
8	0	-	110	60,7	83	32	37	66	13,0	5,7
9	0	0	95	76,1	72	43	55	63	3,2	5,2
10	0	0	97	74,0	70	42	54	62	2,7	4,8
11	0	0	93	78,0	74	43	56	64	3,7	5,6

4. Оцінити адекватність отриманого рівняння регресії. Написати рівняння з отриманими коефіцієнтами.
5. Отримати графічне зображення 2-D ізоперхні з ізолініями значень результатів.

Робота 5

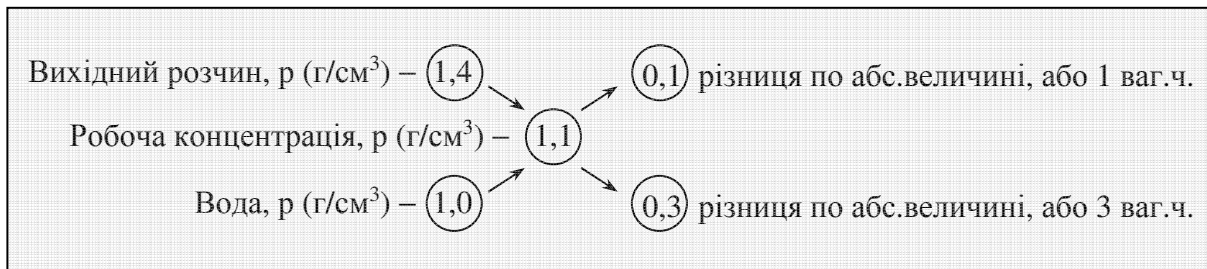
Отримання водного розчину солі заданої густини

Часто на заводи приходять водні розчини добавок в бетони, мінералізатори, компоненти в'язучих і т.п. з відпускнуою концентрацією підприємства-виробника, яку треба понизити до робочої концентрації.

Для цього організуються вузли приготування робочих розчинів добавок, для яких треба швидко визначити співвідношення вихідного розчину і води.

Схожа ситуація може скластися і в процесі виконання науково-дослідних робіт

Найпростіший графічний метод визначення може виглядати таким чином:



Таким чином, щоб знизити, наприклад, густину розчину високомодульного розчинного скла з $\rho = 1,4$ г/см³ до $\rho = 1,1$ г/см³ треба взяти 1 вагову частину вихідного розчинного скла з $\rho = 1,4$ г/см³ і додати 3 вагові частини води.

За таким же принципом можна змішувати однойменні розчини з різною густиною для отримання заданої густини.

Виходячи з вищесказаного, створити у Excel програмку для оперативного визначення співвідношення води і вихідного розчину з метою отримання робочого розчину.

Зовні це може виглядати як таблиця такої форми:

Вихідна густина, г/см ³	Робоча густина, г/см ³	Необхідний об'єм, л
1,4	1,1	400

Кількість вихідного розчину, л	100
Кількість води, л	300
Всього розчину робочої густини, л	400

Після закінчення роботи і перевірки правильності обчислень, захистити необхідні комірки таблиці.

Робота 6

Визначення питомої поверхні дисперсних матеріалів

Визначається за допомогою приладів, принцип роботи яких заснований на повітропроникності і пористості шару тонкодисперсного порошку, середньої густини порошку і в'язкості повітря. Як критерій визначення повітропроникності приймається час, протягом якого якась визначена кількість повітря проходить через шар порошку у визначених умовах.

Прилади, які працюють за даним принципом – Blaine (Блейна), Товарова, ПСХ та ін. (рис.1).

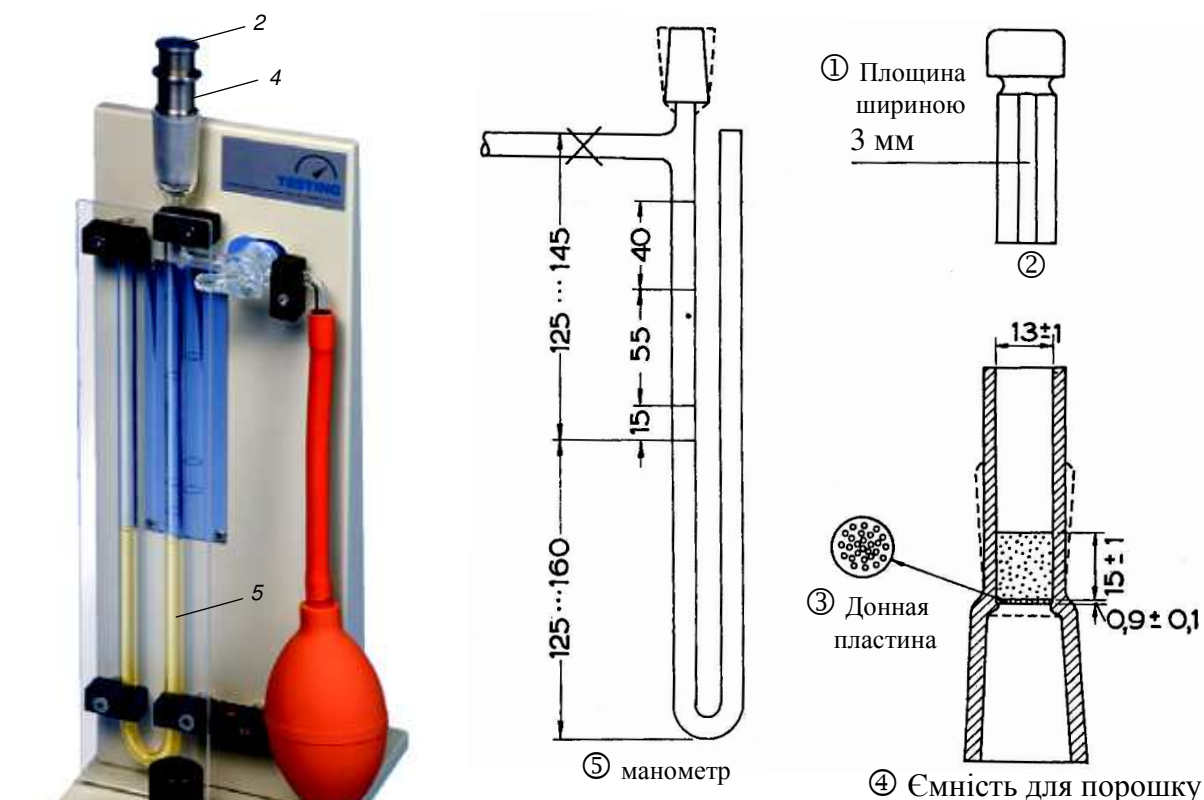


Рис.1. Зовнішній вигляд і схематичне зображення приладу Blaine:

1 – площина шириною 3 мм; 2 – поршень; 3 – донна пластина; 4 – ємність для зразка порошку; 5 – манометр

Метою даної роботи є отримання і закріплення навичок роботи з приладом Blaine, а саме:

- калібрування приладу;
- визначення питомої поверхні порошку;
- визначення питомої ваги порошку.

Калібрування нового приладу виконується перед початком його експлуатації або періодично в процесі його експлуатації.

Для уточнення виконуються виміри, показані, як приклад, на рис.2.

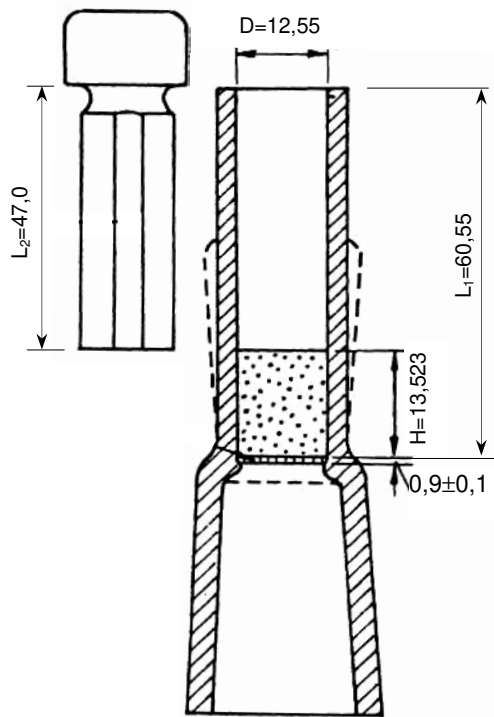


Рис.2. Уточнення розмірів ємності для порошку і поршня

- діаметр ємності – $D = 12,55$ мм (1,255 см);
- глибина ємності до донної пластини – $L_1 = 60,55$ мм (6,055 см);
- повна глибина занурення поршня до упору – $L_2 = 47$ мм (4,7 см);
- висота камери для цементу (з врахуванням товщини фільтрів) $H = L_1 - L_2 - 2 \cdot 0,135 = 6,055 - 4,7 - 2 \cdot 0,0135 = 1,3523$ см;
- товщина 10 фільтрів = 1,35 мм (товщина 1 фільтру – 0,135 мм = 0,0135 см).

Об'єм частини, зайнятої цементом:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H = \frac{3,14159 \cdot 1,255^2}{4} \cdot 1,3523 = 1,6728228 \text{ см}^3$$

Далі, слід запустити програму "Определение $S_{уд}$ -BLAINE".

Коефіцієнт пристрою (K) визначається за допомогою стандартного зразка, питома площа і питома густина якого точно відомі.

Ввести дані в програму (Лист 2), як показано нижче, і визначити K .

Определение коэффициента прибора k

$$k = \frac{S \cdot \rho \cdot (1 - e) \cdot \sqrt{\eta}}{\sqrt{e^3} \cdot \sqrt{\tau}}$$

Уд.поверхность эталонного порошка (S), $\text{см}^2/\text{г}$ /ввести/	4070
Плотность эталонного порошка (ρ), $\text{г}/\text{см}^3$ /ввести/.....	2,65
Пористость эталонного порошка (e), в дол.ед. /ввести 0,5/	0,5
Навеска (G), г /взвесить, поместить в металлический цилиндр прибора и продолжить измерения/	2,216
Время опускания жидкости между рисками 2-3 (τ), сек /ввести/	62,40
Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$ /ввести/	22,6
Коэффициент прибора k	26,1365

Примечание:

Величину вязкости воздуха η в данном случае вычислять не надо, т.к. она определяется по температуре автоматически.

Перед цим на Листу 1 ввести дані по розмірам приймальної камери. Лист 1 і Лист 2 пов'язані між собою, тому обмін інформацією між листами здійснюється автоматично:

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ПРИБОРУ "BLAINE"

Процедура измерения

На донную перфорированную пластину емкости для образцов уложить фильтрующую бумагу. Визуально проконтролировать правильность положения фильтр-кружка.

Необходимое количество навески образца порошкообразного вещества определяют по формуле:

$$G = V \cdot \rho \cdot (1 - e) \quad (1)$$

где: V - объем камеры для порошка, см³ **1,672825** при $D =$ (вести) **1,255** и $h_2 =$ (вести) **1,3523** см
 D (диаметр) и h_2 (высота) камеры определяются непосредственными замерами штангельциркулем);
 ρ - уд.плотность порошка, г/см³, определяется пикнометром (п/ц - 3...3,1, шлаки - 2,8...2,9, золы - 2,4...2,6);
 e - пористость порошка в камере для порошка (принимается 0,5)

Навеску осторожно высыпать в камеру цилиндра, прикрыть сверху другим кружком фильтр-бумаги. Вставить поршень и с силой придавить до упора. Затем осторожно извлечь поршень, а цилиндр поместить в стеклянное гнездо прибора. **ВНИМАНИЕ!** Каждый раз перед тем, как вставить цилиндр в гнездо прибора обязательно смажьте его техническим вазелином или вакуум-маслом для герметичности. Повращайте его в гнезде для равномерного распределения смазки. А после выполнения исследований - уберите смазку чистой ветошью или фильтр-бумагой.

Открыть кран, грушей поднять жидкость на 2-3 см выше **2-й сверху отметки** на стеклянной трубке. Перекройте кран и когда жидкость опустится до **2-й сверху метки**, включить секундомер, а когда она опустится до **3-й** - выключить. Температура воздуха фиксируется. Удельную площадь порошка вычисляют по формуле:

$$S = \frac{k \cdot \sqrt{e^3} \cdot \sqrt{\tau}}{\rho \cdot (1 - e) \cdot \sqrt{\eta}} \quad (2)$$

где: k - коэффициент прибора **26,1365** - определен при помощи эталонного порошка с $S =$ **4070**
 $\rho =$ **2,65** и $e = 0,5$ с использованием формулы (2).
 τ - время опускания жидкости от 2-й до 3-й метки.
 η - вязкость воздуха при данной температуре, определяется по таблицам (или по уравнению аппроксимации).

ВНИМАНИЕ! Очень важно точно (а не на "глазок") определять удельную плотность материала. От этого зависит величина навески и точность определения удельной поверхности.

Далі процедура **визначення питомої поверхні** порошку така:

1. Ввести в таблицу, що нижче, значення питомої густини порошку. Це дозволить автоматично визначити величину наважки порошку.
2. Далі, наважку помістити в циліндр приладу, виконати виміри швидкості опускання рідини в скляній трубці манометра між відмітками (в сек.), температуру повітря (°C) і внести їх у відповідні місця таблиці.
3. Отримати значення питомої поверхні порошку в см²/г.

ВЫЧИСЛЕНИЯ							
Показатели	Маркировка пробы, время помола и т.п. (вести)						Эталон
	шлак + зола						
Уд.плотность (ρ), г/см ³ (вести)	2,94						2,65
Навеска, (G), г /взвесить, поместить в металлический цилиндр прибора и продолжить измерения/	2,459						2,216
Время, (τ), сек (вести)	178						62,4
Температура воздуха, °C (вести)	21,5						22,6
Уд.поверхность, (S), см²/г	6205						4070

Як сказано вище, дуже важливо точно знати питому вагу порошку. Від цього залежить величина наважки порошку і точність визначення питомої поверхні порошку.

Визначення питомої ваги порошку виконується за допомогою приладу Ле-Шател'є (див.рис).

В прилад заливається інертна по відношенню до порошку рідина (наприклад керосин) до нижнього краю шкали.

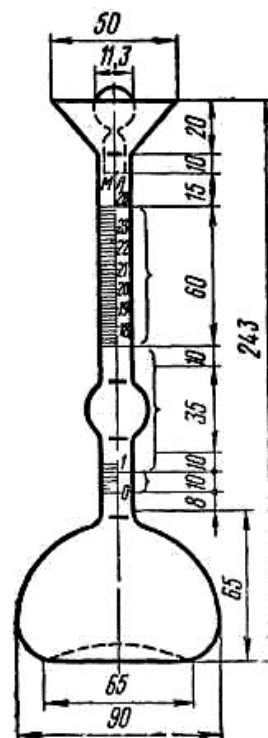
Далі, в прилад засипається порошок до підняття рідини у верхню область шкали.

Питому вагу порошку обчислюють за формулою:

$$\rho = \frac{G}{V}, \text{ г/см}^3$$

де G – наважка порошку, г;

V – об'єм рідини, витисненої порошком, см^3 .



Хід роботи:

1. Підготувати прилад до використання. Виконати його градування – визначити коефіцієнт K , використовуючи для цього еталонний порошок.
 2. Визначити питому поверхню невідомого порошку, попередньо визначивши його питому вагу за допомогою приладу Ле-Шател'є .
-

Визначення питомої поверхні дрібних заповнювачів

Для розрахункового наближеного визначення питомої поверхні часто використовується емпірична формула Ладинського А.С.:

$$S = \frac{16,5 \cdot (0,5 \cdot a + b + 2 \cdot v + 4 \cdot z + 8 \cdot d + 16 \cdot e + 32 \cdot ж)}{1000} \cdot k, \text{ м}^2 / \text{кг}$$

де: $a, b, v, z, d, e, ж$ - часткові залишки на ситах з розміром отворів відповідно 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,325; 0,14 і на дні.

k - коефіцієнт, який залежить від виду піску і форми його частинок:

- 2,0 - для піску з гірських порід;
- 1,65 - для річних і морських пісків;
- 1,3 - для дрібних пісків.

Замість коефіцієнту k можна використовувати, так званий, коефіцієнт форми k_f . Коефіцієнт форми – це відношення найбільшого розміру зерна до найменшого розміру цього ж зерна. Треба взяти не менш трьох проб зерен з різних фракцій, визначити коефіцієнт, а потім знайти середню величину.

Хід роботи:

1. Взяти декілька проб різних дрібних заповнювачів (але з зернами не крупніше 10 мм).
2. Виконати розсів кожної проби на стандартних ситах.
3. Визначити їх питому поверхню, використовуючи програмку "Визначення питомої поверхні дрібних заповнювачів".

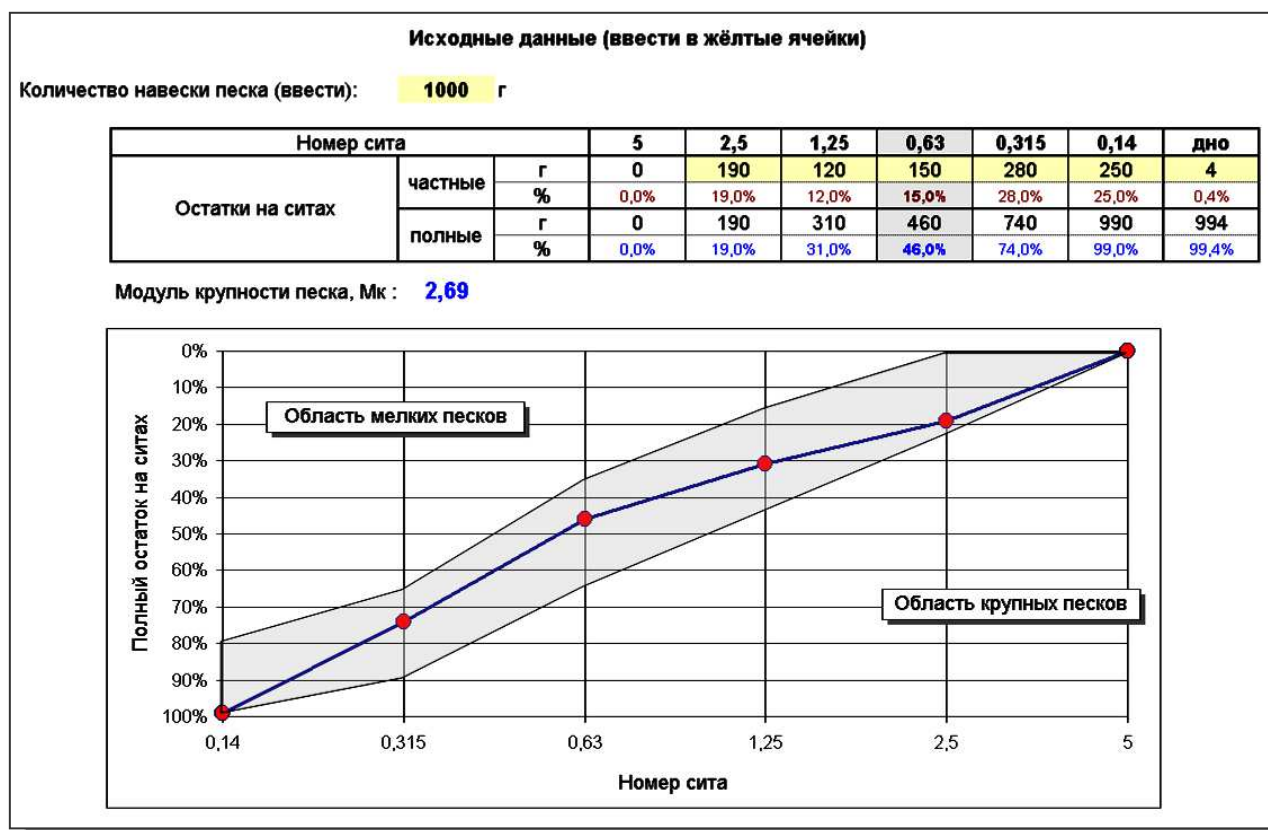
Робота 8

Визначення фракційного складу дрібних заповнювачів

Виконується з використанням програми "Анализ зернового состава песка".

Хід роботи:

1. Взяти 1,5...2 кг піску і висушити до постійної ваги при температурі 100...105°C.
2. Виконати розсів 1...1,5 кг сухого піску на стандартних ситах.
3. Внести дані розсіву в таблицю програми в жовті клітини і отримати графік з кривою розсіву.
4. Зробити висновки, класифікувати пісок.



Оцінка пористої структури матеріалу за швидкістю насичення зразка

Використовується програма "Пористость и водопоглощение". Скріншот цієї програми представлено нижче.

**ОЦЕНКА ПОРОВОЙ СТРУКТУРЫ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ
ПО КИНЕТИКЕ КАПИЛЛЯРНОЙ ПРОПИТКИ ОБРАЗЦА**

Цель работы - определить и сопоставить поровую характеристику цементного камня на основе портландцемента, шлакопортландцемента, шлако-щелочного или других видов гидравлических вяжущих. Ее взаимосвязь с основными физико-механическими свойствами камня.

Исходные материалы - образцы-кубы 7x7x7 см (или балочки 4x4x16 см) на основе портланд-, шлакопортланд-, шлако-щелочного и других вяжущих, полученные на предыдущих лабораторных работах.

Порядок выполнения работы

- 1) Образцы сушат при температуре 95-105⁰С в сушильном шкафу до постоянного веса ($P_{\text{сух}}$).
- 2) Производят гидростатическое взвешивание образцов в воде (F_i) через определенные отрезки времени, а также через 24 часа (F_{max}).
- 3) Данные ввести в таблицу протокола записи капиллярной пропитки.

Экспериментальной основой работы является запись процесса пропитки - изменения веса образцов в воде (F_i) в течение времени (T).

Алгоритм расчета

- Влагосодержание, % масс.:	$W_i = [F_i - (P_{\text{сух}} - a*b*c)]/P_{\text{сух}} * 100$
- Средняя плотн.сухого образца, г/см3:	$\rho = P_{\text{сух}}/(a*b*c)$;
- Общая пористость, % объемных:	$\Pi = W_{\text{max}} * \rho$

Построить зависимость скорости влагонасыщения образца во времени.

Як правило, для визначення відкритої пористості сухий зразок насичують водою не менше 24 годин, а потім, порівнюючи вагу сухого і насиченого водою зразка, визначають відкриту пористість.

Але не менш цікавою і важливою може бути інформація про швидкість цього насичення. Вона може показати не тільки сумарну пористість, але й і приблизне співвідношення мікро- і макропор. Очевидно, що чим крупніші пори, тим швидше йде насичення зразка водою і навпаки.

Хід роботи представлений вище на скріншоті екрану монітора.

Обработка результатов

Введите исходные данные (в желтые ячейки)

Размеры образца, см :

a =	4
b =	4
c =	16

Вес сухих образцов, г

Образец №1	Образец №2	Образец №3
504,5	500	525

Протокол капиллярной пропитки

Время, T, мин	Показания весов при взвешивании образцов в воде, F_i , грамм,			Водонасыщение, % масс. W_i		
	образец №1	образец №2	образец №3	образец №1	образец №2	образец №3
0	0	0	0	0	0	0
15	280	260	270	6,24	3,20	0,19
30	290	290	290	8,23	9,20	4,00
45	295	295	295	9,22	10,20	4,95
60	297	297	297	9,61	10,60	5,33
75	298	298	298	9,81	10,80	5,52
90	299	299	299	10,01	11,00	5,71
105	300	300	300	10,21	11,20	5,90
120	301	301	301	10,41	11,40	6,10
135	302	302	302	10,60	11,60	6,29
150	303	303	303	10,80	11,80	6,48
165	304	304	304	11,00	12,00	6,67
180	305	305	305	11,20	12,20	6,86
24 часа	310	310	310	12,19	13,20	7,81

Параметры	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Максимальное водонасыщение, W_{max} , % масс.	12,19	13,20	7,81
Средняя плотность, ρ , кг/м ³	1971	1953	2051
Общая открытая пористость, % объемн.	24,02	25,78	16,02

Примечания: 1) Наличие в расчетах **отрицательных** значений W_i указывает на некорректность выполненных измерений.

Опыт следует переделать.

2) Для просмотра графиков, **откройте соответствующие листы**

