

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
«МІНЕРАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ»

з дисципліни **«Будівельне матеріалознавство»**
*(для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання освітньо-
кваліфікаційного рівня «Бакалавр» напрямів підготовки 6.060101
«Будівництво», 6.060103 «Гідротехніка(водні ресурси)»)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2015

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт «Мінеральні в'язучі речовини» з курсу «Будівельне матеріалознавство» (для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво», 6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад: С. В. Шаповал, А. А. Баранова. – Харків: ХНУМГ О. М. Бекетова, 2015. – 20 с.

Укладачі: к.т.н., доц. С.В. Шаповал, к.т.н., доц. А.А. Баранова

Рецензент: д.т.н., проф. О.В. Кондращенко

Рекомендовано кафедрою технології будівельного виробництва та будівельних матеріалів, протокол № 2 від 12.09.13 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	4
Лабораторна робота №1. Випробування повітряного будівельного вапна.....	5
Лабораторна робота №2. Випробування будівельного гіпсу.....	8
Лабораторна робота №3. Випробування цементу.....	13
Список джерел.....	18

Вступ

Ці методичні вказівки складені згідно з освітньо-професійною програмою вищої освіти з напрямку "Будівництво", підготовлені відповідно до діючих стандартів (ГОСТ, ДСТ України, ТУ та ін.) і передбачають проведення лабораторних робіт з випробування найбільш поширених у будівництві неорганічних в'язучих матеріалів – повітряного вапна, будівельного гіпсу і цементу.

Перед виконанням робіт студент повинен ознайомитися з методикою визначення властивостей матеріалів, вивчити теоретичний матеріал за лекціями і підручником, відповісти на контрольні запитання, оформити лабораторний журнал.

Отримані результати під час виконання роботи заносять у відповідні таблиці.

Кожну роботу захищають у встановленому порядку.

Неорганічні в'язучі матеріали при змішуванні з водою або іншою рідиною (наприклад, розчинами солей, лугів і кислот) утворюють пластичне тісто, здатне внаслідок фізико-хімічних процесів тверднути й переходити в каменеподібний стан. Неорганічні в'язучі матеріали залежно від умов твердіння поділяють на повітряні, гідравлічні й в'язучі автоклавного твердіння.

Повітряні в'язучі матеріали можуть тверднути й набирати міцність у повітряно-сухих умовах. До них належать гіпсо-ангідритові в'язучі речовини, повітряне вапно та його різновиди, магнезіальні в'язучі речовини і розчинне скло.

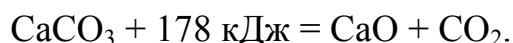
Гідравлічні в'язучі матеріали тверднуть і зберігають (або підвищують) міцність після тужавіння в повітряно-сухих умовах та наступного витримування у воді. До них належать гідравлічне вапно, романцемент; портландцемент та його різновиди, пуцолановий цемент, шлакопортландцемент, композиційний і глиноземистий цементи.

В'язучі матеріали автоклавного твердіння здатні тверднути й утворювати міцний камінь в автоклавах (в умовах підвищених температур, тиску і вологості). До таких в'язучих речовин належать вапняно-кремнеземисті, вапняно-шлакові й вапняно-зольні.

Лабораторна робота №1

ВИПРОБУВАННЯ ПОВІТРЯНОГО БУДІВЕЛЬНОГО ВАПНА

Повітряне будівельне вапно (ДСТУ Б.В.2.7-90-99) – продукт випалювання при температурі 1000...1200 °С кальцієво-магнієвих гірських порід (вапняку, крейди, вапняку-черепашнику), що містять не більше 6 % глинистих домішок. Основним технологічним процесом при отриманні повітряного вапна є випалювання, при цьому утворюється продукт (грудкове негашене вапно) у вигляді поритих кусків, що активно взаємодіють з водою:



Продукт випалювання містить, крім головної складової частини, також деяку кількість оксиду магнію, який утворюється в результаті термічної дисоціації:



Залежно від вмісту оксиду магнію повітряне вапно поділяють на кальцієве (вміст $\text{MgO} \leq 5\%$), магнезальне ($\text{MgO} - 5...20\%$) і доломітове ($\text{MgO} - 20...40\%$).

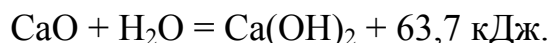
Повітряне вапно поділяють на:

а) негашене грудкове (вапно-кипілка) – продукт випалювання карбонатних порід;

б) негашене мелене – продукт помелу грудкового вапна;

в) гідратне (гашене) вапно – тонкий пухкий порошок, який утворюється при змішуванні грудкового вапна з водою.

Гашене вапно утворюється за реакцією



Теоретично для гашення вапна потрібно 32,13 % води від маси CaO . Залежно від того, скільки води витрачається для гашення, отримують три різних продукти. Якщо кількість води становить близько 70 % від маси вапна, отримують вапно-пушонку, або гідратне вапно, яке збільшується в об'ємі в 2...3,5 рази порівняно з грудковим вапном і має насипну густину 400...450 кг/м^3 . Якщо кількість води при гашенні досягає 200...250 % від маси вапна, то утворюється пластичне вапняне тісто, що містить 50 % води. При витраті ще більшої кількості води утворюється вапняне молоко.

Технічні характеристики будівельного вапна оцінюють визначенням активності, тонкості помелу, швидкості гашення, водопотреби, строків тужавіння, міцності при стиску.

Повітряне вапно використовують для приготування мурувальних розчинів, а також для виготовлення штучних бетонних виробів, силікатної цегли та інших вапняно-піщаних виробів автоклавного твердіння.

1 Визначення температури і часу гашення вапна

Для визначення температури і часу гашення вапна використовують прилад, що складається з термосної колби ємністю 500 мл і термометра на 100 °С, який вставлений у пробку (кришку) термоса.

Наважку товченого вапна (10 г) висипають у термосну колбу, додають 25 мм води при $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, швидко перемішують дерев'яною паличкою. Потім колбу закривають кришкою з термометром і залишають у спокої. Далі слідкують за підвищенням температури суміші. Визначення температури ведуть з моменту, коли воду додають до вапна, і до початку періоду, коли підвищення температури уповільнюється до $0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ на хвилину.

За результатами досліду будують графік, відкладаючи по осі абсцис час від початку досліду (хвилини), а по осі ординат – температуру (°С). За максимумом встановлюють швидкість гашення вапна.

2 Визначення вмісту у вапні непогашених зерен

Непогашені зерна являють собою домішки кварцового піску, недопаленого CaCO_3 або перепаленого CaO .

Щоб визначити вміст непогашених зерен, у металевий посуд ємністю 10 л наливають 3,5 – 4 л води з $T = 85 - 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ і висипають 1 кг вапна, безперервно перемішуючи. Утворене тісто закривають кришкою і витримують 2 год., потім розводять холодною водою і промивають під слабким струменем на ситі № 063, розтираючи м'які шматочки скляною паличкою з гумовим кінцем. Залишок на ситі висушують при $T = 140 - 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ до постійної маси.

Склад непогашених зерен (%):

$$\text{Н.З.} = \frac{m \cdot 100}{1000},$$

де m – залишок на ситі після сушіння, г.

Результати досліду заносять до зошита.

3 Встановлення сорту вапна

Після випробувань будівельного вапна необхідно встановити його якість відповідно до технічних вимог, що наведені в табл.1.

Таблиця 1 – Технічні вимоги до якості будівельного вапна

Показник	Значення показника								
	кальцієве вапно			магнезіальне вапно			доломітове вапно		
	сорт								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вміст активних CaO + MgO, % (без домішок)	90	80	70	85	75	65	85	75	65
Кількість непогашених зерен, % не більше	7	11	14	10	15	20	10	15	20
Тонкість помелу, % на ситах № 002 №008	1 10	1 10	1 10	1 10	1 10	1 10	1 10	1 10	1 10
Швидкість гашення, хв.: швидкогашене, менше середньогашене, не більше повільно гашене, більше	8 25 25	8 25 25	8 25 25	8 25 25	8 25 25	8 25 25	8 25 25	8 25 25	8 25 25

Контрольні запитання

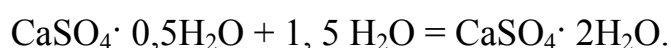
1. Який матеріал називають повітряним будівельним вапном?
2. Назвіть види будівельного вапна.
3. Наведіть методику визначення температури й часу гашення вапна.
4. Наведіть методику визначення вмісту непогашених зерен.
5. Як визначити сорт вапна?

Лабораторна робота №2

ВИПРОБУВАННЯ БУДІВЕЛЬНОГО ГІПСУ

Гіпсові в'язучі речовини (ДСТУ Б. В. 2.7-82-99) є типовим прикладом повітряних в'язучих речовин. Вони складаються переважно з напівводного гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ або ангідриту CaSO_4 і отримуються внаслідок теплової обробки вихідної сировини та її розмелювання.

Твердіння гіпсових в'язучих речовин відбувається внаслідок розчинення напівводного сульфату кальцію (напівгідрату) й появи насиченого розчину, в якому відбуваються реакції гідратації з утворенням двоводного сульфату кальцію:



1 Визначення тонкості помелу гіпсу

Тонкість помелу оцінюють залишком на ситі №02 (918 отв/см²), для гіпсу грубого помелу вона становить не більше 23 %, середнього – 14 % і тонкого – 2 % (позначається відповідно I, II, III). Збільшення тонкості помелу зумовлює підвищення пластичності гіпсового тіста, міцності гіпсових виливків, але збільшує водопотребу.

Наважку гіпсу (50 г) просіюють крізь сито 5 – 7 хв. Тонкість помелу гіпсу визначають у процентах з похибкою не більше 0,1%.

Результати дослідів заносять до зошита.

2 Визначення водопотреби гіпсового тіста

Водопотреба визначається кількістю води, потрібною для приготування тіста стандартної консистенції (діаметр розпливу 180 ± 5 мм), і залежить від виду та співвідношення модифікацій сульфату кальцію. Для отримання тіста нормальної густини з β - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ потрібно 50...70 % води, а з модифікації α - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ – 30...40 %. Теоретично для реакції гідратації потрібно 18,6 % води. Висока водопотреба гіпсових в'язучих призводить до того, що вироби з них відрізняються підвищеною пористістю (40...60 %) і невисокою міцністю.

Випробування проводять на приладі Суттарда (рис. 1). Прилад Суттарда – це металевий циліндр діаметром 50 мм і висотою 100 мм, встановлений на скло. Під склом знаходиться трафарет з нанесеними концентрованими кільцями діаметром від 150 до 220 мм. Відстань між кільцями з діаметром від 170 до 190 мм дорівнює 5 мм, решта – 10 мм. До випробування циліндр і скло трохи змочують і протирають ганчіркою.

Наважку гіпсу (300 г) перемішують з водою (150 мл) протягом 30 сек починаючи з моменту контакту гіпсу з водою. Потім гіпсове тісто заливають у циліндр Суттарда, вирівнюють поверхню гіпсового тіста, залишки знімають металевою пластиною і піднімають циліндр вертикально над склом. Рідке гіпсове тісто розтікається і утворює пликсачик (рис.1).

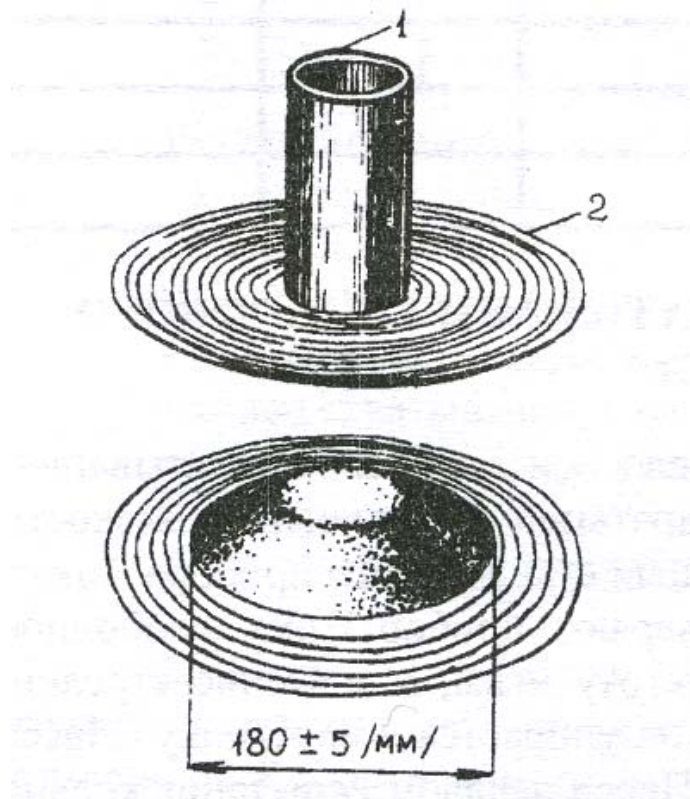


Рисунок 1 – Прилад Суттарда

Діаметр розпливу вимірюють за трафаретом або лінійкою у двох взаємно перпендикулярних напрямках з похибкою не більше 5 мм. Результатом є середнє арифметичне. Нормальна густина (стандартна консистенція) відповідає діаметру розпливу гіпсового тіста 180 ± 5 мм.

Нормальна густина, або водопотреба гіпсового тіста виражається у водогіпсовому відношенні (в %).

Отримані дані експерименту записують до таблиці 2.

Таблиця 2

Показники	Досліди		
	1	2	3
Наважка гіпсу, г			
Кількість води, мл			
Кількість води, %			
Діаметр розпливу гіпсового тіста			
Нормальна густина, %			

3 Визначення строків тужавіння гіпсового тіста

Гіпсові в'язучі за строками тужавлення поділяють на види: швидкотверднучі (А) – з початком тужавлення не раніше 2 хв і кінцем не пізніше 15 хв, нормальнотверднучі (Б) – з початком тужавлення не раніше 6 хв і кінцем не пізніше 30 хв і повільнотверднучі (В) - з початком тужавлення не раніше 20 хв .

При зниженні температури до $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ строки тужавлення подовжують. При підвищенні температури до $40\text{...}50\text{ }^{\circ}\text{C}$ відмічається скорочення строків тужавлення. При подальшому підвищенні температури строки тужавіння подовжуються, а при $T=90\text{...}100\text{ }^{\circ}\text{C}$ гіпс не тужавіє взагалі.

Випробування проводять на приладі Віка (рис. 2) за зміною в'язкості гіпсового тіста.

До початку досліду перевіряють прилад Віка: вільне падіння металевого стрижня, чистоту голки, положення стрілки, яка повинна показувати нуль, коли голка досягла пластини. Маса стрижня з голкою дорівнює 300 г . До випробування кільце і пластину змазують мастилом. Потім готують тісто нормальної густини і заливають його в кільце приладу Віка. Для того, щоб видалити бульбашки повітря з тіста, його треба струхнути $4 - 5$ разів.

Експеримент проводять у такій послідовності. Голку приладу доводять до поверхні тіста, а потім надають їй можливість занурюватись в нього. Спробу проводять кожні 30 сек , змінюючи місце дотику голки з тістом, причому кожного разу голку протирають.

Глибину занурення голки в гіпсове тісто фіксують за показаннями стрілки, розташованої на рухомому стрижні. Показання заносять до зошита.

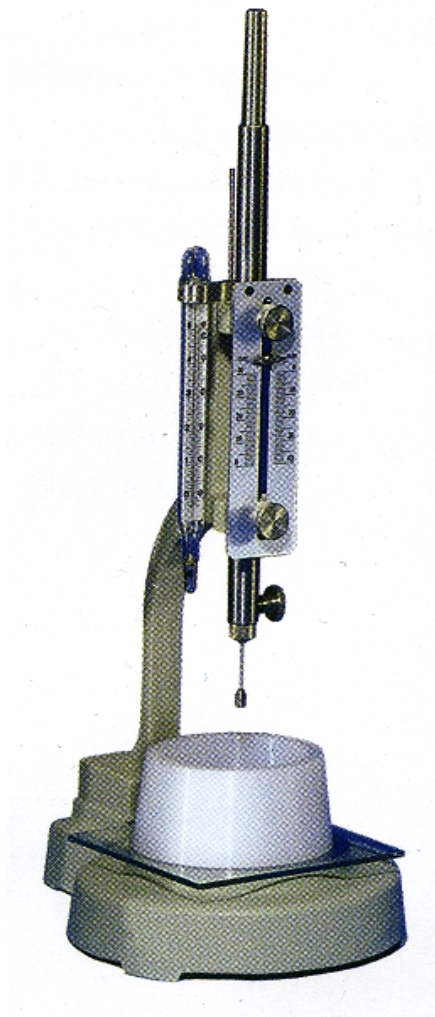


Рисунок 2 – Прилад Віка

Початком тужавіння вважають період часу від моменту додавання гіпсу до води до моменту, коли голка не дійде до пластини на $0,5\text{ мм}$.

Закінченням тужавіння вважають відрізок часу від моменту замішування гіпсового тіста до моменту занурювання голки в тісто не більше як на 1 мм. Одержані дані записують до таблиці 3.

Таблиця 3

№ досліду	Час опускання голки	Показання приладу
1		
2		
3		

Результати досліду:

- кількість гіпсу, г,
- кількість води, %,
- початок тужавіння, хв.,
- закінчення тужавіння, хв.,
- вид гіпсу за швидкістю тужавіння.

4 Визначення межі міцності при вигині й стиску зразків з гіпсу

Міцнісні характеристики гіпсових в'язучих визначають випробуванням зразків-балочок розмірами 40×40×160 мм з гіпсового тіста стандартної консистенції через 2 години після виготовлення. Висушування гіпсових виливків до сталої маси збільшує їхню міцність майже у два рази.

Передбачено 12 марок гіпсових в'язучих – від Г-2 до Г-25, де цифра означає нормовану межу міцності при стиску в МПа. Межа міцності при згині змінюється відповідно від 1,2 до 8 МПа.

Для виготовлення трьох зразків-балочок зважують 1 кг гіпсу і додають до води в кількості, що відповідає нормальній густині гіпсового тіста. Тісто перемішують 60 сек до однорідної консистенції і заливають у форму. Для усунення бульбашок повітря форму струшують 5 разів. Після початку тужавіння залишки гіпсового тіста зрізають лінійкою. Через 15 хв після закінчення тужавіння зразки виймають з форми і оглядають. Грані зразків-балочок повинні бути паралельні й мати відхилення не більше 0,5 мм.

Через 2 години після виготовлення зразки-балочки випробують на вигин на машині МП – 100. Межу міцності при вигині зразків підраховують як середнє арифметичне двох найбільших результатів випробувань трьох зразків. Показник лічильника відповідає межі міцності при вигині (в кг/см²).

Межу міцності при стиску визначають шляхом випробування шести половинок балочок, отриманих при випробуванні на вигин, на пресі ПГ-10. Для того, щоб передати навантаження на половинки балочок, використовують сталеві шліфовані пластини розміром 4,0 × 6,25 см (площа 25 см²). Кожну половинку балочки розташовують між двома пластинами так, щоб бокові грані, які при виготовленні торкалися форми, співпадали з робочими поверхнями, а упор пластинок щільно торкався торцевої стінки зразка.

Межу міцності при стиску розраховують за формулою

$$R = \frac{P}{S},$$

де P – руйнуюче зусилля, кг (Н);

S – площа зразка, см^2 (м^2).

Результати експерименту порівнюють з даними таблиці 4 і роблять висновок, до якої марки за міцністю належить випробуваний гіпс.

Таблиця 4 – Вимоги до міцності будівельного гіпсу

Марка гіпсу	Межа міцності, МПа, не менше	
	при стиску	при вигині
Г-2	2	1,2
Г-3	3	1,8
Г-4	4	2,0
Г-5	5	2,5
Г-6	6	3,0
Г-7	7	3,5
Г-10	10	4,5
Г-13	13	5,5
Г-16	16	6,0
Г-19	19	6,5
Г-22	22	7,0
Г-25	25	8,0

Контрольні запитання

1. Що таке будівельний гіпс?
2. Які особливості виробництва будівельного гіпсу Ви знаєте?
3. Охарактеризуйте технічні властивості гіпсових в'язучих.
4. Як визначають тонкість помелу гіпсу і його водопотребу?
5. Як встановити марку гіпсу за міцністю?

Лабораторна робота №3

ВИПРОБУВАННЯ ЦЕМЕНТУ

Портландцемент – гідралічна в'язуча речовина, яку виготовляють спільним тонким подрібненням клінкера з гіпсом або іншими домішками.

Клінкер – продукт випалу до спікання (при $T = 1450\text{ }^{\circ}\text{C}$) тонко подрібненої суміші, що складається з 75 % вапняку і 25 % глини.

Цементи відрізняються один від одного хімічним і мінеральним складом, міцністю, строками тужавіння і класифікуються за такими ознаками:

1. За видом клінкера й речовинним складом:

а) на основі портландцементного клінкера:

1) без активних мінеральних добавок (АМД) – портландцемент ПЦ-0;

2) з АМД до 20 % - портландцемент з мінеральними добавками

ПЦ-5-АМД до 5 %;

ПЦ-20-АМД до 20 %;

3) з АМД більше 20 % – пуцолановий портландцемент;

4) з добавками гранульованого шлаку більше 20 % - шлакопортландцемент;

б) на основі глиноземистого клінкера:

1) глиноземистий;

2) високоглиноземистий;

3) гіпсоглиноземистий.

2. За міцністю на стиск з урахуванням міцності на вигин:

а) високоміцні – марки 500 - 600 і вище;

б) підвищеної міцності – марка 500;

в) рядовий – марки 300 – 400;

г) низькомарочні – нижче марки 300.

3. За швидкістю тужавіння:

а) швидкотужавіючі з початком тужавіння до 45 хв;

б) середньотужавіючі з початком тужавіння не більше 90 хв;

в) повільнотужавіючі з початком тужавіння більше 90 хв.

4. За строками твердіння:

а) звичайні з нормуванням міцності у віці 28 діб;

б) швидкотвердіючий з нормуванням міцності у віці 3, 7 і 28 діб;

в) особливо швидкотвердіючий з нормуванням міцності у віці 1 доби і менше.

5. За спеціальними властивостями:

а) цементи, до яких не висувають спеціальних вимог;

б) цементи, до яких висувають спеціальні вимоги за сульфатостійкістю, об'ємною деформацією у процесі тужавіння, тепловиділенням, декоративними властивостями тощо.

Відповідно до стандартів властивості найбільш розповсюджених цементів повинні відповідати вимогам, наведеним у табл. 5.

Таблиця 5 – Марки цементів

Види цементів	Марка цементу	Межа міцності при стиску в МПа (кг/см ²) у віці		Межа міцності при вигині, МПа (кг/см ²) у віці	
		3 доби	28 діб	3 доби	28 діб
1	2	3	4	5	6
Портландцемент	300	-	29,4(300)	-	4,4(45)
Портландцемент з АМД	400,500	-	39,2(400) 49(500)	-	5,4(55) 5,9(60)
Шлакопортландцемент	550,600	-	53,9(550) 58,8(600)	-	6,1(62) 6,4(65)
Швидкотвердіючий портландцемент	400,500	24,5(250) 27,5(280)	39,2(400) 49,0(500)	3,9(40) 4,4(45)	5,4(55) 5,9(60)
Швидкотвердіючий шлакопортландцемент	400	19,6(200)	39,2(400)	3,4(35)	5,4(55)

1 Визначення тонкості помелу цементу

Визначається шляхом ручного просіювання крізь сито №008. Пробу цементу висушують у сушильній шафі при температурі 105 – 110 °С протягом 2 год., після чого охолоджують в ексікаторі.

Для проведення експерименту беруть наважку цементу в кількості 50г і висипають на сито. Через 5 - 7 хвилин просіювання треба прочищати сітку м'якою щіткою. Просіювання вважається закінченим, коли за 1 хв. крізь сито проходить не більше 0,05 г цементу.

Тонкість помелу цементу визначають як залишок на ситі з сіткою № 008 у відсотках по відношенню до початкової маси наважки. Крізь сито повинно проходити не менше 85 % (для глиноземистого цементу – не менше 90 %) цементу.

Результати визначення записують послідовно:

1. Використане обладнання – сито № 008.
2. Наважка цементу – 50 г.
3. Залишок на ситі, г,
4. Залишок на ситі, %.

Висновок (порівняння з ДСТУ).

2 Визначення водопотреби цементу

Визначають на приладі Віка з пестиком Тетмайера (діаметр якого 10 мм, вага – 300 г) (рис. 3). Дослід проводять у такій послідовності: наважку цементу 400 г перемішують з водою у металевій чаші протягом 30 с, а потім розтирають 5хв. Готовим цементним тістом заповнюють кільце приладу Віка і струшують. Залишок тіста зрізають ножом. Пестик доводять до поверхні тіста і за допомогою гвинта надають пестіку можливість довільно занурюватися у тісто під дією своєї ваги протягом 30 с.

За водопотребу приймають стандартну консистенцію цементного тіста такого стану, коли пестик приладу Віка не досягне дна кільця на 5 – 7мм. Водопотреба характеризує вміст води в цементному тісті. Спробу роблять кілька разів, поки не досягнуть потрібного результату.

Результати дослідів доцільно подавати у вигляді таблиці 6.

Таблиця 6

Найменування показників	Номер досліду			
	1	2	3	4
Кількість цементу, г				
Кількість води, мл				
Кількість води, %				
Пестик не дійшов до дна, мм				
Водотреба				

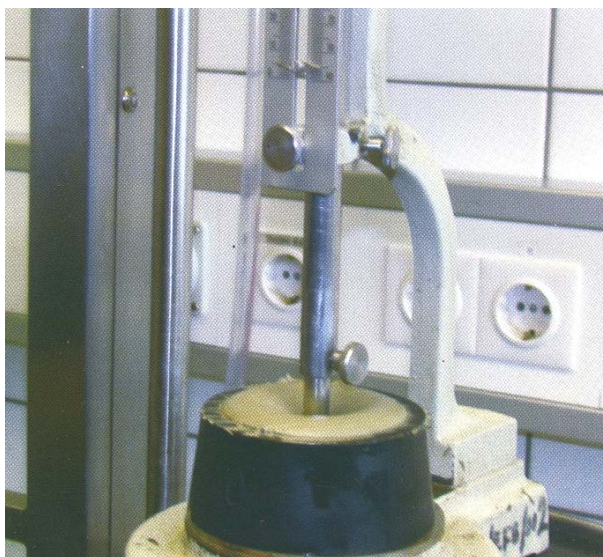


Рисунок 3 – Визначення водопотреби цементного тіста

3 Визначення строків тужавіння

Строки тужавіння – це час, протягом якого цементне тісто втрачає свою пластичність. Розрізняють умовний початок тужавіння (початок втрати пластичності) і кінець тужавіння (повна втрата пластичності). Строки тужавіння згідно із стандартом визначають за зануренням голки приладу Віка в цементне тісто нормальної густини. Початок тужавіння – це час від початку замішування до моменту, коли голка не доходить до дна на 1 – 2 мм. Голку занурюють кожні 5 хвилин. Кінець тужавіння визначається в момент, коли голка занурюється в тісто не більше як на 1 - 2 мм.

Строки тужавіння цементного тіста треба знати при виборі технологічних режимів приготування розчинів або бетонів.

Результати дослідів записують у такій послідовності:

1. Використане обладнання – прилад Віка з голкою.
2. Кількість цементу, г

- кількість води, мл
- час змішування цементу з водою
- час, коли голка приладу не дійшла на 1 – 2 мм до пластини
- час, коли голка приладу занурилася в цементне тісто не більше ніж на 1 мм
- початок тужавіння, хв.
- закінчення тужавіння, хв.

3. Висновок.

4 Визначення марки цементу

Активність і марка цементу характеризуються його механічною міцністю, встановлюваною за межею міцності при стиску, половинок зразків-балочок розміром 40×40×160 мм. Зразки попередньо випробують на вигин. Їх виготовляють з цементно-піщаної розчинової суміші складу 1:3 (за масою) при В/Ц = 0,4 на нормальному однофракційному природному кварцовому піску. Консистенція суміші за розпливом конусу 106 – 115 мм.

4.1 Визначення нормальної консистенції цементного розчину

Нормальна консистенція цементного розчину характеризується водоцементним відношенням. Для досліду треба взяти 500 г цементу і 1500 г піску. Суміш перемішують у металевій півсфері, потім додають 200 г води (В/Ц більше або дорівнює 0,4) і знову перемішують 1 хв. руками і 2,5 хв. у лабораторному змішувачі зі швидкістю обертання 8 об./хв. Перемішаним розчином заповнюють конус струшуючого столика (рис. 4). Нижній шар ущільнюють пестиком 15 разів, а верхній – 10 разів. Поверхню розчину розрівнюють, а конус знімають у вертикальному напрямку. Розчин струшують 30 разів протягом 30 с. І замірюють діаметр розпливу конусу.

Консистенція вдовольняє ДСТУ, коли розплив знаходиться в межах 106 – 115 мм. Визначення нормальної консистенції проводять підбором, змінюючи кількість води.

Результати досліду записують в такому вигляді:

1. Використане обладнання – струшувальний столик.
2. Кількість цементу, г,
- кількість піску, г
3. Кількість струшувань

Таблиця 7

Найменування показників	Номер досліду			
	1	2	3	4
Кількість цементу, г				
Кількість води, мл				
Кількість води, %				
Діаметр розпливу, мм				
Нормальна консистенція, В/Ц, %				

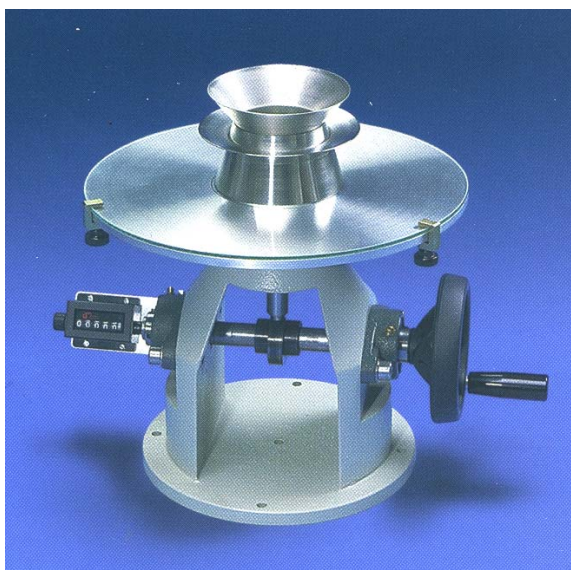


Рисунок 4 – Струшуючий столик

4.2 Виготовлення зразків-балочок

Виготовляють три стандартні балочки з розчину нормальної консистенції. Підготовлені форми заповнюють розчином і вібрують протягом трьох хвилин. Зразки у формі зберігають 24 ± 2 год. на повітрі, а потім виймають з форми і витримують у басейні з водою ще 27 діб. Воду замінюють через 14 діб, температура води повинна дорівнювати 20 ± 2 °С. Перед випробуванням зразки виймають з води і підсушують.

Дані записують у таблицю 8.

Таблиця 8

№ п / п	Найменування показників	Показники
1	Розмір зразків, см	
2	Кількість зразків	
3	Кількість цементу, г	
4	Кількість піску, г	
5	Кількість води, мл	
6	Тривалість перемішування, хв.	
7	Вид укладання	
8	Термін укладання	
9	Умови зберігання	
10	Дата виготовлення	
11	Дата випробування	
12	Вік зразків перед випробуванням	

4.3 Визначення марки цементу

Марка цементу характеризується його активністю (межа міцності при стиску) з урахуванням межі міцності при вигині стандартних зразків у віці 28 діб.

Для випробувань використовують машину МП – 100 і гідравлічний прес ПГ – 10. Після випробування на вигин на машині МП – 100 зламані шість половинок балочок випробують на стиск. Кожну половинку балочки розміщують між двома металевими пластинами, площа яких дорівнює 25 см².

Результати випробувань записують у таблиці 9, 10.

Таблиця 9 - Випробування на вигин

№ п/п	Ширина зразка, см	Висота зразка, см	Відстань між опорами, см	Межа міцності, МПа, кг/см ²
1				
2				
3				

Таблиця 10 – Випробування на стиск

№ п/п	Площа перерізу, см ²	Руйнуюча сила, кг	Межа міцності, МПа, кг/см ²
1			
2			
3			

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Чехов А.П., Глущенко В.М. Строительные материалы: Уч. пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - К.: Вища школа, 1981. - 208с.
2. Горчаков В.И. Строительные материалы. Учебник для студентов вузов – М.: Высш. шк., 1981. - 412с.
3. Микульский В.Г., Гончаров Г.Н. и др. Строительные материалы. - М.: Ассоциация строительных вузов, 1996.
4. Кривенко П.В., Пушкарьова К.К. та інші. – Будівельне матеріалознавство – К., - 2004.
5. Оценка качества строительных материалов: Уч. пособие / Л.Н.Попов. Лабораторные испытания строительных материалов и изделий: Уч. пособие . - М.: Высш. шк., 1984. -168 с.
6. Наназашвили И.Х. Строительные материалы, изделия и конструкции: Справочник. - М.: Высш. шк., 1990.

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт
«Мінеральні в'язучі речовини»
з курсу «**БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО**»
(для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня
«Бакалавр» напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво»,
6.060103 «Гідротехніка (водні ресурси)»)

Укладачі: **ШАПОВАЛ** Світлана Володимирівна,
БАРАНОВА Анна Андріївна

Відповідальний за випуск *О. В. Кондращенко*
За авторською редакцією

План 2014, поз. 37 М

Підп. до друку 28.01.2014
Друк на ризографі.
Зам. №

Формат 60 x 84 1 /16
Ум. друк. арк.. 0,7
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет міського
господарства ім. О.М. Бекетова
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rektorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.