

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

**Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
для студентів, які навчаються за напрямом
підготовки 6.060101 «Будівництво»**

Київ 2013

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ

В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
для студентів, які навчаються за напрямом
підготовки 6.060101 «Будівництво»

Київ 2013

УДК 35.41
ББК 65.034.19
В 96

Укладачі: Р.Ф. Рунова, д-р техн. наук, професор
А.А. Майстренко, канд. техн. наук, доцент
О.П. Константиновський, канд. техн. наук, доцент

Рецензент: О.А. Волянський канд. техн. наук, професор

Відповідальний за випуск В.І. Гоц, д-р техн. наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри ТБКВ, протокол № ... від ... р.

Видається в авторській редакції

В96 В'яжучі речовини: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (Укл. Р.Ф. Рунова, А.А. Майстренко, О.П. Константиновський. – К.: КНУБА, 2013 – 41с.)

Розглянуто методики і вказівки до виконання лабораторних робіт.

Призначені для підготовки студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво».

ВСТУП

Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «В'яжучі речовини» призначені для закріплення теоретичних знань, отриманих на лекційних заняттях, ознайомлення з сучасними методиками визначення основних властивостей в'яжучих речовин, дослідження впливу складу та певних технологічних параметрів на ці властивості. В процесі виконання лабораторних робіт студент отримує навички практичного випробування в'яжучих речовин, а також здійснення аналізу отриманих результатів, їх відповідності поставленій в роботі меті.

Для підготовки до лабораторних робіт студенти повинні засвоїти відповідний теоретичний матеріал за темою з використанням підручників і іншої літератури, ознайомитись з діючими нормативними документами як на технічні умови, так і методи випробування в'яжучої речовини. Посилання на основні джерела, необхідні для підготовки, наведені в методичних вказівках до кожної лабораторної роботи.

До виконання лабораторної роботи допускаються студенти, які підготувались і відповіли на контрольні питання викладача за темою.

Лабораторні роботи виконуються бригадами у складі 4-6 осіб (5-6 бригад в групі) на відповідних робочих місцях в лабораторії кафедри в супроводі викладача і лаборанта. Кожна бригада отримує варіантне завдання, узагальнення яких при виконанні всією групою дозволяє отримати дані про вплив окремих факторів на показники, що визначаються, зробити відповідні висновки.

Після виконання робіт кожний студент оформляє звіт, який повинен містити: короткі теоретичні відомості, джерела для підготовки до виконання роботи, перелік матеріалів та приладів, опис ходу роботи, результати у вигляді таблиць або графіків, їх аналіз та висновки. Викладач приймає роботу своїм підписом.

Розділ курсу: ГІПСОВІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Тема. Властивості будівельного гіпсу

Гіпсові в'яжучі речовини є найрозповсюдженішими матеріалами для будівництва, перш за все в Україні, за рахунок потужної сировинної бази і

організації виробництва, в тому числі за участю провідних потужних іноземних компаній (наприклад, компанія «Кнауф»). Якість таких в'язучих оцінюється за регламентованими стандартом показниками властивостей, а технолог-користувач цих продуктів повинен мати навички їх випробування.

Мета роботи: дати оцінку якості будівельного гіпсу за основними показниками, що визначаються стандартними випробуваннями (водопотреба тіста нормальної густоти, початок і кінець тужавлення, марка), а також впливом умов сушки на кінетику зміни міцності. Виявити експериментальні похибки шляхом порівняння результатів, які отримані різними бригадами студентів (6 бригад).

Основні джерела для підготовки до виконання лабораторної роботи

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'язучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с. (розділ 2, стор.66 - 88)

2. ДСТУ Б В.2.7-82:2010 Будівельні матеріали. В'язучі гіпсові. Технічні умови

Матеріали та прилади.

- гіпс будівельний згідно з ДСТУ Б В.2.7-82;
- лабораторні ваги; чаша з лопаткою; лінійка; мірний циліндр; циліндр із нержавіючого металу з полірованою внутрішньою поверхнею для визначення тіста нормальної густоти; скло діаметром понад 240 мм, на яке нанесено ряд концентричних кіл діаметром від 150 мм до 220 мм через кожні 10 мм, а кола діаметром від 170 мм до 190 мм – через кожні 5 мм; прилад Віка для визначення термінів тужавлення; форми для отримання зразків 40x40x160 мм; прилад для випробувань міцності на згин; прес гідравлічний для випробувань зразків на визначення міцності на стиск.

Хід роботи

1. Визначити водопотребу тіста нормальної густоти (т.н.г.) будівельного гіпсу згідно з ДСТУ Б В.2.7-82 (стандартну консистенцію гіпсового тіста). У чисту, попередньо протерту вологою тканиною миску налити воду в кількості 150 мл води, потім у воду висипати 300 г гіпсу. Перемішати гіпсове тісто вручну лопаткою в чаші протягом 30 с, починаючи відлік часу від початку висипання гіпсового в'язучого у воду, та заповнити циліндр, установлений в центр кола на склі. Консистенцію тіста можна вважати стандартною, якщо розплив тіста після підняття циліндра через 15 с після закінчення перемішування становить (180 ± 5) мм. Водопотребу гіпсового тіста стандартної консистенції визначають як відношення маси води замішування до маси гіпсового в'язучого.

2. Приготувати т.н.г. за тією ж методикою і в такому ж об'ємі, яке отримували при випробуванні його водопотреби. Визначити терміни тужавлення будівельного гіпсу консистенції т.н.г. за допомогою приладу Віка. Початком тужавлення вважати час з висипання гіпсу у воду до моменту, коли вільно опущена голка приладу після занурення у гіпсове тісту перший раз не доходить до поверхні пластини, а термін кінця тужавлення – від моменту висипання гіпсу у воду до моменту, коли вільно опущена голка занурюється на глибину не більше 1 мм.

3. Приготувати т.н.г. для формування зразків, призначених для визначення марки будівельного гіпсу. Для цього зробити наважку гіпсу 1500 г і додати воду відповідно визначеній водопотребі. Заформувати з отриманого тіста стандартної консистенції зразки-балочки 40x40x160 мм в кількості 3 шт (1 форма), піддаючи ручному струшуванню тіста у формі. Повторити операцію для виготовлення ще таких же 3-х зразків.

4. Забезпечити нормальні умови тверднення зразків у формі (вологість повітря до $(65\pm 10)\%$, температура $(20\pm 3)^\circ\text{C}$) протягом 30 хв., після чого здійснити їх розпалубку і збереження в тих же умовах протягом 90 хв.

5. Виконати випробування на згин і на стиск 3-х зразків після тверднення протягом 2-х годин.

6. Для визначення впливу підвищених температур (сушка) на міцність затверділого будівельного гіпсу 3 зразка після 2-х годин повітряного тверднення помістити в сушильну камеру при температурі $(50-60)^\circ\text{C}$ і витримувати до отримання постійної маси (практично в межах 5 годин). Здійснити випробування зразків на згин і стиск після сушки і нормального охолодження.

7. Результати представити в таблиці 1. Виконати їх аналіз за всіма бригадами і зробити висновки.

Таблиця 1

№ бриг.	Водо- потреба, т.н.г.	Терміни тужавлення, хв.		Міцність при стиску зразків, МПа	
		Початок	Кінець	Після 2-х годин зберігання в н.у.	Висушені до пост. маси
1-6					

Захист виконаної роботи

1. Представити роботу в оформленому вигляді з висновками і відповіді на запитання викладача за суттєвістю роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Тема. Властивості гіпсоцементпуцоланового в'язучого (ГЦПВ)

Будівельний гіпс як представник повітряних в'язучих не утворює водостійкого штучного каменю при твердненні. Але він може скласти основу композиційної системи, додаткові компоненти якої забезпечують отримання водостійкості за рахунок розвитку відповідних фізико-хімічних процесів в системі тверднення. Типовим прикладом такої системи є гіпсоцементнопуцоланова в'язуча речовина. Її властивості можуть бути досить різноманітними в залежності від пуцоланової активності мінеральної добавки та співвідношення компонентів і визначаються не тільки характером новоутворень, але і їх формуванням у часі. При невідповідності оптимізації рецептури оціночним критеріям (перш за все активність і коефіцієнт водостійкості) штучний камінь може характеризуватися навіть погіршеними в порівнянні з гіпсом властивостями.

З врахуванням того, що ГЦПВ віднесено до гідравлічних в'язучих речовин, її випробування здійснюють за методиками ДСТУ Б В.2.7-187:2009.

Мета роботи: визначити вплив складу гіпсоцементпуцоланового в'язучого (гіпс будівельний, портландцемент, пуцоланова добавка) на його основні показники якості – активність та коефіцієнт водостійкості.

Основні джерела для підготовки до виконання лабораторної роботи:

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'язучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с. (підрозділ 2.8, стор. 89-90)
2. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови
3. ДСТУ Б В.2.7-82:2010 Будівельні матеріали. В'язучі гіпсові. Технічні умови
4. ДСТУ Б В.2.7-128:2006 Будівельні матеріали. Добавки активні мінеральні та добавки-наповнювачі до цементу. Технічні умови
5. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск
6. ГОСТ 3476-74 Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов (Шлаки доменні і электротермофосфорні гранульовані для виробництва цементів)

Матеріали та прилади.

- гіпс будівельний згідно з ДСТУ Б В.2.7-128;
- портландцемент марки ПЦ І-500 згідно з ДСТУ Б В.2.7-46;

- шлак доменний гранульований ($S_{\text{шт}} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$) згідно з ГОСТ 3476;
- зола-винесення ($S_{\text{шт}} = 3300 \text{ м}^2/\text{г}$) згідно з ДСТУ Б В.2.7-128;
- пісок стандартний для випробувань цементів згідно з ДСТУ Б В.2.7-189;
- лабораторні ваги; чаша з лопаткою; мірний циліндр; лінійка; форми для зразків-балочок (40x40x160) мм; лопатевий змішувач НОВОРТ; прилад для випробувань міцності на згин; прес гідравлічний для випробувань зразків на визначення міцності на стиск.

Хід роботи

1. Приготувати 1000 гр. ГЦПВ шляхом перемішування протягом 3-х хв. в лопатевому змішувачі НОВОРТ будівельного гіпсу, портландцементу та пуцоланової добавки, взятих у відповідних співвідношеннях згідно кожної бригади за таблицею 2.

2. Приготувати 2000 г сухої суміш отриманого ГЦПВ (500 г) з кварцовим піском (1500 г) при співвідношенні 1:3 шляхом ретельного ручного перемішування в металевій чаші; додаванням до сухої суміші води при забезпеченні $V/C \geq 0,7$ отримати розчинову суміш.

4. Визначити консистенцію розчинової суміші за допомогою заміру розпливу конусу на струшувальному столику за методикою ДСТУ Б В.2.7-187; розплив конусу має бути не менше 106 мм.

5. Заформувати зразки 40x40x160 мм (1 форма) з ущільненням на вібромайданчику.

6. Приготувати 2000 г сухої суміші згідно з п.2 та розчинову суміш згідно п.3 та заформувати зразки згідно п.5 порядку виконання роботи.

7. Зберігати зразки в нормальних умовах (вологість повітря – $(65 \pm 10) \%$, температура – $(20 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$) протягом 28 діб (3 зразка); 3 зразка 7 діб зберігають в нормальних умовах, після чого на 21 добу помістити у воду.

8. Виконати випробування зразків через 28 діб на визначення міцності при згині ($R_{зг}$) та стиску ($R_{ст}$) та коефіцієнт водостійкості $K_{\text{вод}} = R_{\text{вод}}/R_{\text{сух}}$; отримані результати навести в таблиці 2.

9. Виконати аналіз результатів за всіма бригадами і зробити висновки.

Таблиця 2

№ бр.	Склад ГЦПВ				В/Ц	Міцність при стиску, МПа		$K_{\text{вод}}$
	Гіпс, г (%)	ПЦ, г (%)	Шлак, г (%)	Зола, г (%)		28 діб сух	7 діб сух + 21 доба у воді	
1	700 (70)	200 (20)	100 (10)	–				

2	500 (50)	250 (25)	250 (25)	–				
3	600 (60)	250 (25)	150 (15)	–				
4	700 (70)	200 (20)	–	100 (10)				
5	500 (50)	250 (25)	–	250 (25)				
6	600 (60)	250 (25)	–	150 (15)				

Захист виконаної роботи

1. Представити роботу в оформленому вигляді з висновками і відповіді на запитання викладача за суттєвістю роботи.

Розділ курсу: ВАПНО БУДІВЕЛЬНЕ, МАГНЕЗІАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Тема: Властивості вапняно-кремнеземистих в'язучих речовин

Вапно належить до групи повітряних в'язучих речовин. Забезпечення умов взаємодії вапна з кремнеземом або кремнеземвміщуючими речовинами – підвищення температури, надлишкового тиску – дозволяє отримувати в таких умовах водостійкий камінь за рахунок синтезу гідросилікатів кальцію загального виду $n\text{CaO} \cdot m\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Важливим для розвитку такого процесу є природа кремнеземистого компоненту, в тому числі наявність в ньому аморфної речовини.

Мета роботи: визначити вплив складу (співвідношення вапна та силікатної речовини) і умов твердіння (повітряно-сухі, пропарювання) на основні властивості (середня густина, міцність на розтяг і на згин) вапняно-кремнеземистого в'язучого.

Основні джерела для підготовки до виконання лабораторної роботи:

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'язучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с. (розділ 3, стор. 91-108)

2. ДСТУ Б В.2.7-90-99 Будівельні матеріали. Вапно будівельне. Технічні умови

3. ДСТУ Б В.2.7-128:2006 Будівельні матеріали. Добавки активні мінеральні та добавки-наповнювачі до цементу. Технічні умови

4. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск

5. ДСТУ Б В.2.7-189:2009 Будівельні матеріали. Пісок стандартний для випробувань цементів. Технічні умови

6. ГОСТ 3476-74 Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов (Шлаки доменні і электротермофосфорні гранульовані для виробництва цементів)

Матеріали та прилади.

- вапно негашене згідно з ДСТУ Б В.2.7-90 ;
- шлак доменний гранульований ($S_{\text{шт}} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$) згідно з ГОСТ 3476;
- опока (можливо аморфний кремнезем) згідно з ДСТУ Б В.2.7-128;
- зола-винесення ($S_{\text{шт}} = 3300 \text{ см}^2/\text{г}$) згідно з ДСТУ Б В.2.7-128;
- пісок стандартний для випробувань цементів згідно з ДСТУ Б В.2.7-189;
- млин лабораторний; лабораторні ваги; чаша з лопаткою; мірний циліндр; лінійка; форми для зразків-балочок (40x40x160) мм; лопатевий змішувач НОВОРТ; лабораторна віброплощадка; прилад для випробувань міцності на згин; прес гідравлічний для випробувань зразків на визначення міцності на стиск.

Хід роботи

1. З негашеного вапна та кварцового піску при відношенні 1:1 сумісним помелом виготовити в'язуче у кількості 2500 г для використання за варіантами, що виконуються бригадами 1 і 4.

2. З негашеного вапна і опоки при відношенні 1:1 сумісним помелом виготовити в'язуче у кількості 2500 г для використання за варіантами, що виконуються бригадами 2 і 5.

3. З негашеного вапна і доменного гранульованого шлаку при відношенні 1:1 сумісним помелом виготовити в'язуче у кількості 2500 г для використання за варіантами, що виконуються бригадами 3 і 6.

4. Згідно з ДСТУ Б В.2.7-90-99 визначити кількість активних СаО у в'язучому кожного з варіантів.

5. Приготувати ручним перемішуванням в металевій чаші суху суміш в'язучої речовини (500г) з піском кварцовим (немеленим) при співвідношенні 1:3 та додати воду при В/Ц=0,4. Ретельним перемішуванням лопаткою отримати розчинову суміш.

6. З використанням віброплощадки заформувати 6 зразків-балочок 40x40x160мм – 2 форми.

7. Після 24 год тверднення в нормальних умовах (вологість повітря – (65 ± 10) %, температура – (20 ± 3) °C) поставити 1 форму із зразками в пропарочну камеру, здійснити тепловологу обробку за режимом 2+8+2 для в'язучого кожного з варіантів.

8. Після пропарювання 1 зразок поставити на 24 год у воду, 2 зразка витримувати до випробування в нормальних умовах.

9. Визначити середню густину розчину пропарених зразків.

10. Зразки з другої форми після її розпалублення зберігати в нормальних умовах.

11. Випробуваннями при згині і при стиску визначити міцність пропарених зразків повітряного та водного зберігання та розрахувати коефіцієнт водостійкості ($K_{\text{вод}}$) віднесенням міцності зразків водного зберігання до міцності зразків повітряного тверднення. Здійснити випробування зразків, які не підлягали пропарюванню. Отримані результати кожної бригади навести в загальній таблиці 3.

Таблиця 3

№ бр.	Склад вапняно-кремнеземистого в'язучого, гр (%)				В/Ц	Середня густина зразків, кг/м ³	Міцність зразків після ТВО				Коеф. водостійкості $K_{\text{вод}}$
	Вапно, г (%)	Пісок, г (%)	Опока, г (%)	Шлак, г (%)			сухих		водних		
							$R_{\text{зг}}$	$R_{\text{ст}}$	$R_{\text{зг}}$	$R_{\text{ст}}$	
1, 4	1250 (50)	1250 (50)	–	–							
2, 5	1250 (50)	–	1250 (50)	–							
3, 6	1250 (50)	–	–	1250 (50)							

Захист виконаної роботи

1. Представити роботу в оформленому вигляді з висновками і відповіді на запитання викладача за суттєвістю роботи.

Розділ курсу: ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ. ЦЕМЕНТИ ЗАГАЛЬНОБУДІВЕЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Тема: Випробування портландцементу згідно з ДСТУ Б В.2.7-187:2009

Портландцемент – є найпоширенішою в будівельній індустрії гідравлічною в'язучою речовиною, що використовують як в товарних бетонних сумішах, так і в бетонах для конструкцій різноманітного функціонального призначення. Приймальний контроль вхідних (сировинних) матеріалів виконують як обов'язковий на підприємстві-виробнику залізобетонних конструкцій та бетонних сумішей. Саме тому технолог-користувач цементу повинен мати навички випробування цементів. Визначення основного показника міцності на стиск, за яким визначають марку портландцементу, потребує чіткого додержання методики, викладеної у ДСТУ Б В.2.7-187:2009, та використання піску певного гранулометричного складу.

Мета роботи: отримати навички випробування портландцементу згідно ДСТУ Б В.2.7-187, встановити вплив гранулометрії піску на показник міцності портландцементу, визначити марку цементу, а також порівняти експериментальні відхилення за виконавцями роботи.

Основні джерела для підготовки до виконання лабораторної роботи:

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'язучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с. (розділ 4, стор.122-209)
2. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови
3. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск
4. ДСТУ EN 196-1:2007 Методи випробування цементу Частина 1: Визначення міцності
5. ДСТУ Б EN 197-1:2008. Цемент. Частина 1. Склад, технічні умови та критерії відповідності для звичайних цементів
6. ДСТУ Б В.2.7-189:2009 Будівельні матеріали. Пісок стандартний для випробувань цементів. Технічні умови.

Матеріали та прилади.

- портландцемент марки ПЦ І-500 згідно з ДСТУ Б В.2.7-46;
- пісок стандартний для випробувань цементів згідно з ДСТУ Б В.2.7-189;

- пісок річковий;
- лабораторні ваги; чаша з лопаткою; мірний циліндр; лінійка; форми для зразків-балочок 40x40x160 мм; лопатевий змішувач НОБОРТ;
- струшувальний столик; форма-конус; штиковка; віброплощадка; прилад для випробувань міцності на згин; прес гідравлічний для випробувань зразків на визначення міцності на стиск.

Хід роботи

1. В лопатовому змішувачі НОБОРТ приготувати цементно-піщаний розчин (співвідношення 1:3) при В/Ц=0,39. В якості заповнювача використовують суміш стандартного (750 г) та річкового піску (750 г) (бригади 1-3). Витрата матеріалів: портландцемент – 500 г, суміш стандартного та річкового піску – 1500 г, вода – 195 мл.

Процес змішування в змішувачі НОБОРТ згідно ДСТУ EN 196-1 складається з наступних етапів:

а) завантажити воду та цемент до чаші змішувача, уникаючи втрат води чи цементу;

б) безпосередньо за цим ввімкнути змішувач при малій швидкості; одночасно відразу починають відлік процесу змішування. Час з точністю до хвилини фіксують як нульовий. Через 30 с протягом наступних 30 с різномірно додають пісок. Після цього перемикнути змішувач на вищу швидкість і продовжують змішування протягом подальших 30 с.

в) зупинити змішувач через 90 с. Протягом перших 30 с гумовим чи пластмасовим скребком зчистити весь розчин, який налипнув на стінки і днище чаші, та скинути його до її центра;

г) продовжити змішування протягом 60 с при більш високій швидкості.

2. Перевірити консистенцію розчинової суміші:

а) на диск струшувального столика встановити форму-конус. Внутрішню поверхню конуса і диск столика перед випробуванням протерти вологою тканиною.

б) форму-конус заповнити розчиновою сумішшю наполовину висоти і ущільнити 15 штикуваннями штиковкою. Потім заповнити конус із невеликим надлишком і штикують 10 разів.

Після ущільнення поверхневого шару надлишок розчину видалити ножем, розташувавши його під невеликим кутом до торцевої поверхні конуса, розгладити з натиском розчин рівно з краями конуса, потім зняти конус, підіймаючи у вертикальному напрямку.

в) розчинову суміш протягом (30 ± 5) с струсити на столику 30 разів, після чого штангенциркулем виміряти діаметр конуса за нижньою основою у двох взаємно перпендикулярних напрямках і вирахувати середнє значення. Розплив конуса з $V/C = 0,39$ має бути не менше ніж 106 мм.

Примітка. Якщо розплив конусу виявиться менше ніж 106 мм, необхідно збільшити кількість води для одержання розпливу конуса не менше ніж 106 мм.

3. Заформувати зразки-балочки $40 \times 40 \times 160$ мм (1 форма) на віброплощині.

4. В лопатовому змішувачі НОВОРТ приготувати цементно-піщаний розчин (співвідношення 1:3) при $V/C=0,39$. В якості заповнювача використовують річковий пісок (бригади 4-6). Процес змішування цементу, піску та води виконують відповідно до п.1. Витрата матеріалів: портландцемент – 500 гр, річковий пісок – 1500 гр, вода – 195 мл.

5. Перевірити консистенцію цементно-піщаного розчину згідно п.2.

6. Заформувати зразки-балочки $40 \times 40 \times 160$ мм (1 форма) на віброплощині

7. Після розпалублення через 24 год зразки поставити в воду на 27 діб.

Примітка. Зразки-балочки, що мають через 24 год міцність, недостатню для їх розформування без ушкоджень, можна виймати з форм через 48 год.

8. На 2 і 28 добу твердіння вийняти зразки з води і випробувати на згин і на стиск.

7. За значенням показника міцності при стиску на 28 добу визначити марку портландцементу.

8. Результати випробувань звести до таблиці 4 по всіх варіантах. Зробити висновки.

Таблиця 4

№ бриг.	Склад			В/Ц	Міцність зразків на 2 добу, МПа		Міцність зразків на 28 добу, МПа		
	Цемент, г	Пісок, г			Вода, г	$R_{зг}$	$R_{ст}$	$R_{зг}$	$R_{ст}$
		станд.	річк.						
1-3	500	750	750	195					
4-6	500	–	1500	195					

Захист виконаної роботи

1. Представити роботу в оформленому вигляді з висновками і відповіді на запитання викладача за суттєвістю роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Тема. Вплив мінеральних добавок на активність портландцементу

Портландцементи загальнобудівельного призначення II, III, IV та V типу містять у своєму складі в різній кількості мінеральні добавки – золи-винесення, шлаки, пуцолану, вапняк. Метою введення таких добавок є здешевлення продукту, а також зміни властивостей цементу у заданому напрямку для забезпечення підвищення його функціональної ефективності, наприклад, зменшення тепловиділення в бетонному масиві, уникнення висолоутворення в оздоблювальному шарі, підвищення сульфатостійкості і т.ін. Вибір мінеральної добавки, а також визначення її доцільного вмісту в складі цементу, є важливою задачею для технолога.

Мета роботи: Визначити вплив вмісту мінеральних добавок відповідної природи на активність цементу в різні терміни тверднення.

Основні джерела для підготовки до виконання лабораторної роботи:

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'язучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с. (підрозділи 5.3-5.5, стор.210-239);

2. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови;

3. ДСТУ Б В.2.7-128:2006 Будівельні матеріали. Добавки активні мінеральні та добавки-наповнювачі до цементу. Технічні умови;

4. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск;

5. ДСТУ Б В.2.7-189:2009 Будівельні матеріали. Пісок стандартний для випробувань цементів. Технічні умови;

6. ГОСТ 12085-88 Мел природный обогащенный. Технические условия;

7. ГОСТ 3476-74 Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов (Шлаки доменні і электротермофосфорні гранульовані для виробництва цементів).

Матеріали та прилади.

- портландцемент марки ПЦ I-500 згідно з ДСТУ Б В.2.7-46;
- зола-винесення ($S_{\text{пит}} = 3300 \text{ см}^2/\text{г}$) згідно з ДСТУ Б В.2.7-128;
- шлак доменний гранульований ($S_{\text{пит}} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$) згідно з ГОСТ 3476;
- крейда ($S_{\text{пит}} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$) згідно з ГОСТ 12085;
- аморфний кремнезем (опока, трепел тощо) згідно з ДСТУ Б В.2.7-128;
- пісок стандартний для випробувань цементів згідно з ДСТУ Б В.2.7-189;

- лабораторні ваги; чаша з лопаткою; мірний циліндр; лінійка; форми для зразків-балочок 40x40x160 мм; лопатевий змішувач НОВОРТ; струтрушувальний столик; форма-конус; штиковка; віброплощадка; прилад для випробувань міцності на згин; прес гідравлічний для випробувань зразків на визначення міцності на стиск.

Хід роботи

1. Приготувати шляхом ретельного перемішування протягом 3 хв за допомогою змішувача НОВОРТ 500 г суміші портландцементу з мінеральною добавкою складу:

- зола-винесення – 15, 25, 35 % від маси цементу відповідно для бригад 1, 2, 3;
- шлак доменний гранульований – 15, 25, 35 % від маси цементу відповідно для бригад 4, 5, 6;
- крейда – 5, 10, 15 % від маси цементу відповідно для бригад 1, 2, 3;
- аморфний кремнезем – 3, 4, 5 % від маси цементу відповідно для бригад 4, 5, 6.

2. Приготувати цементно-піщаний розчин (1:3) при витраті цементу 500 г та В/Ц=0,39 за допомогою змішувача НОВОРТ. Процес змішування компонентів здійснюють згідно з п.1 лабораторної роботи №4.

3. Перевірити консистенцію отриманої розчинової суміші згідно з п.3 лабораторної роботи №4.

4. Заформувати на віброплощадці зразки 40x40x160 мм 2 форми кожною бригадою по одній формі для цементу кожного складу.

5. Після розпалублення через 24 год зразки поставити в воду на 27 діб.

Примітка. Зразки-балочки, що мають через 24 год міцність, недостатню для їх розформування без ушкоджень, можна виймати з форм через 48 год.

6. Виконати випробування на згин і на стиск через 7 діб (3 зразка) і 28 діб (3 зразка) тверднення в стандартних умовах.

7. Результати представити в таблиці 5. Побудувати графіки залежності міцності на стиск ($R_{ст}$) на 7 і 28 добу від вмісту мінеральних добавок. Виконати їх аналіз і зробити висновки.

Таблиця 5

№ брига.	Склад					В/Ц	Міцність зразків, МПа			
	ПЦ, Г (%)	Зола, Г (%)	Шлак, Г (%)	Крейда, Г (%)	Аморф. кремнезем, Г (%)		7 доба		28 доба	
							R _{зг}	R _{ст}	R _{зг}	R _{ст}
1	425 (85)	75 (15)	–	–	–					
	475 (95)	–	–	25 (5)	–					
2	375 (75)	125 (25)	–	–	–					
	450 (90)	–	–	50 (10)	–					
3	325 (65)	175 (35)	–	–	–					
	425 (85)	–	–	75 (15)	–					
4	425 (85)	–	75 (15)	–	–					
	485 (97)	–	–	–	15 (3)					
5	375 (75)	–	125 (25)	–	–					
	480 (96)	–	–	–	20 (4)					
6	325 (65)	–	175 (35)	–	–					
	475 (95)	–	–	–	25 (5)					

Захист виконаної роботи

1. Представити роботу в оформленому вигляді з висновками і відповіді на запитання викладача за суттєвістю роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

Тема. Визначення корозійної стійкості цементів

Вироби на основі в'яжучих речовин, перш за все портландцементу, можуть зазнавати вплив агресивних середовищ з боку навколишнього

середовища – рідких, твердих та газоповітряних. Найбільш поширеною є дія рідких агресивних середовищ, до яких відносяться водні розчини солей, кислот, лугів, масел, розчинників тощо. Для визначення цементу, що найкраще сприймає вплив певного агресивного середовища, використовують методику визначення корозійної стійкості цементів.

Мета роботи: ознайомитись з методикою визначення корозійної стійкості цементів і дати порівняльну оцінку корозійної стійкості цементів різних типів.

Основні джерела для підготовки до виконання лабораторної роботи:

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'яжучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с. (підрозділ 4.6.7, стор.194-209)

2. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии в'яжучих матеріалів. – М., 1973.

3. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови

4. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск

5. ДСТУ Б В.2.7-213:2009. Будівельні матеріали. Бетони хімічно стійкі Методи випробувань

6. ГОСТ 3476-74 Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов (Шлаки доменні і электротермофосфорні гранульовані для виробництва цементів)

Матеріали та прилади.

- портландцемент марки ПЦ І-500 згідно з ДСТУ Б В.2.7-46;
- шлакопортландцемент ШПЦ ІІІ/А-400 згідно з ДСТУ Б В.2.7-46;
- шлак доменный гранульований ($S_{\text{пит}} = 4500 \text{ см}^2/\text{г}$) згідно з ГОСТ 3476;
- лужний компонент (сода, поташ, метасилікат натрію, рідинне скло);
- розчини сірчаноокислого магнію (3%-й), сірчаноокислого натрію (5%-й) та цукру (10%-й);
- дистильована вода;
- пісок стандартний для випробувань цементів згідно з ДСТУ Б В.2.7-189;
- лабораторні ваги; чаша з лопаткою; мірний циліндр; лінійка; форми для зразків-балочок 40x40x160 мм; лопатевий змішувач НОБОРТ; струшувальний столик; форма-конус; штиковка; віброплощадка; прилад для випробувань міцності на згин; прес гідравлічний для випробувань зразків на визначення міцності на стиск.

Хід роботи

1. Приготувати згідно з ДСТУ Б В.2.7-187:2009 тісто нормальної густоти з цементів:

- портландцементу ПЦ І-500 (1 і 4 бригади);
- шлакопортландцементу ШПЦ Ш/А-400 (2 і 5 бригади);
- шлаколужного цементу ЛЦЕМ І-400 (3 і 6 бригади) з використанням

доменного гранульованого шлаку і розчину соди кальцинованої густиною 1,18 г/см³.

Тісто отримати, виходячи з приготування 700 г наважки сухого цементу (шлаку).

2. Заформувати зразки 20х20х20 мм з отриманого т.н.г. (по 3 форми).

3. Через 2 доби зразки звільнити від форм, нанести умовне позначення і покласти у воду на 28 діб.

4. Через 28 діб зразки помістити на контрольний термін (в межах 2-3 місяців) зберігання в середовищах: вода водопровідна, вода дистильована; 3%-й розчин сірчаноокислого магнію MgSO₄; 5%-й розчин сірчаноокислого натрію Na₂SO₄; 10%-й розчин цукру.

5. Здійснити випробування зразків в контрольний термін для визначення міцності та коефіцієнту корозійної стійкості.

6. Результати представити в таблиці 6, проаналізувати їх і зробити висновки.

Таблиця 6

№ бр.	Вид в'яз.	Міцність зразків при стиску, МПа						Коеф. стійкості у середовищі				
		Контр. зр.	Вода дист.	Вода водопр.	3%-й розчин MgSO ₄	5%-й розчин NaSO ₄	10%-й розчин цукру	Вода дист.	Вода водопр.	3%-й розчин MgSO ₄	5%-й розчин NaSO ₄	10%-й розчин цукру
1 і 4	ПЦ І-500											
2 і 5	ШПЦ Ш/А-400											
3 і 6	ЛЦЕМ І-400											

Захист виконаної роботи

1. Представити роботу в оформленому вигляді з висновками і відповіді на запитання викладача за суттєвістю роботи.

Розділ курсу: СПЕЦІАЛЬНІ ЦЕМЕНТИ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

Тема. Визначення властивостей глиноземистого цементу згідно з ГОСТ 969-91

Глиноземистий цемент – гідралічна в'язуча речовина, мінералогічний склад якої суттєво відрізняється від мінералогії портландцементу перш за все за рахунок пріоритетності низькоосновних алюмінатів кальцію, що і визначає спеціальні властивості матеріалів на його основі. Цемент відноситься до спеціальних і найбільш широко використовується у виробництві сучасних сухих сумішей, які є популярними для будівельної індустрії України. Визначення марки глиноземистого цементу за міцністю на стиск у порівнянні з портландцементом має певні відмінності, що регламентується ГОСТ 969-91.

Мета роботи: визначити марку глиноземистого цементу та вплив вмісту мінеральної добавки на активність цементу в різні терміни тверднення.

Основні джерела для підготовки до виконання лабораторної роботи:

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'язучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с. (підрозділ 6.7, стор.281-309)

2. ГОСТ 969-91 Цементы глиноземистые и высокоглиноземистые. Технические условия

3. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск

4. ГОСТ 3476-74 Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов (Шлаки доменні і электротермофосфорні гранульовані для виробництва цементів)

Матеріали та прилади.

- глиноземистий цемент ГЦ 40 згідно з ГОСТ 969;
- доменний гранульований шлак ($S_{\text{пит}} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$) згідно з ГОСТ 3476;
- пісок стандартний для випробувань цементів згідно з ДСТУ Б В.2.7-189;
- лабораторні ваги; чаша з лопаткою; мірний циліндр; лінійка; форми для зразків-балочок (40x40x160) мм; лопатевий змішувач НОБОРТ; струшувальний столик; форма-конус; штиковка; віброплощадка; прилад для випробувань міцності на згин; прес гідралічний для випробувань зразків на визначення міцності на стиск.

Хід роботи

1. При витраті 500 г глиноземистого цементу приготувати цементно-піщаний розчин (співвідношення 1:3) при В/Ц=0,39, використовуючи пісок стандартний згідно з ДСТУ Б В.2.7-189, за допомогою змішувача НОВОРТ (бригади 1-6). Процес змішування глиноземистого цементу, піску та води здійснюють згідно з п.1 лабораторної роботи №4.

2. Перевірити консистенцію цементно-піщаного розчину згідно п.3 лабораторної роботи №4.

3. Заформувати зразки-балочки 40x40x160 мм на віброплощині.

4. Шляхом ретельного перемішування протягом 3 хв за допомогою змішувача НОВОРТ приготувати 500 гр суміші глиноземистого цементу з добавкою доменного гранульованого шлаку при вмісті: 5 % за масою – бригади 1 і 4; 10 % за масою – бригади 2 і 5; 15 % за масою – бригади 3 і 6.

5. При витраті 500 гр глиноземистого цементу з добавкою доменного гранульованого шлаку (склад відповідно номеру бригади за п.1) приготувати цементно-піщаний розчин (співвідношення 1:3) при В/Ц=0,39, використовуючи пісок стандартний згідно з ДСТУ Б В.2.7-189, за допомогою змішувача НОВОРТ. Процес змішування цементу, піску та води здійснюють згідно з п.1 лабораторної роботи №4. Перевірка консистенції цементно-піщаного розчину здійснюють згідно п.3 лабораторної роботи №4.

6. Заформувати зразки-балочки 40x40x160 мм на віброплощині.

7. Форми зі зразками глиноземистих цементів зберігати протягом $(6 \pm 0,5)$ год в повітряно-вологих умовах при відносній вологості повітря не менше 90 %, потім помістити у воду. Після витримки (24 ± 2) год з моменту виготовлення форми дістають з води, зразки розформовують. 1 зразок випробувати на міцність та згин, інші 2 помістити у води та зберігають 2 доби.

8. Випробувати зразки на згин і стиск на 3 добу тверднення.

9. Результати випробувань представити в таблиці 7, проаналізувати їх та зробити висновки.

Таблиця 7

№ бриг.	Склад		В/Ц	Міцність зразків на 3 добу, МПа	
	Глинозем. цемент, г (%)	Шлак г (%)		$R_{зг}$	$R_{ст}$
1	475 (95)	25 (5)			

2	500 (100)	–			
	450 (90)	50 (10)			
3	500 (100)	–			
	425 (85)	75 (15)			
4	500 (100)	–			
	475 (95)	25 (5)			
5	500 (100)	–			
	450 (90)	50 (10)			
6	500 (100)	–			
	425 (85)	75 (15)			

Захист виконаної роботи

1. Представити роботу в оформленому вигляді з висновками і відповіді на запитання викладача за суттєвістю роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

Тема. Визначення властивостей білого портландцементу

Технологія білого портландцементу суттєво відрізняється від рядового цементу і визначає його високу вартість. Однак такі цементи є незамінними для деяких матеріалів і виконання оздоблювальних робіт. Саме тому наповнення таких цементів мінеральними добавками відповідної природи і кольору є актуальною задачею. До складу білих портландцементів додають мінеральні добавки, що характеризуються білизною, – метакаолін, опока, крейда тощо. Такі речовини виконують ті ж функції, що і мінеральні добавки у складі звичайних портландцементів. При цьому як декоративні властивості, так і активність білого цементу не повинні погіршуватися за рахунок наявності добавки.

Мета роботи: Визначити вплив вмісту та природи мінеральних добавок на активність білого цементу.

Основні джерела для підготовки до виконання лабораторної роботи:

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'яжучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с. (підрозділ 6.2, стор.251-257)
2. ДСТУ Б В.2.7-128:2006 Будівельні матеріали. Добавки активні мінеральні та добавки-наповнювачі до цементу. Технічні умови
3. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск

5. ГОСТ 965-89 (СТ СЭВ 6086-87). Портландцементы белые.
Технические условия

6. ГОСТ 12085-88 Мел природный обогащенный. Технические условия

Матеріали та прилади.

- портландцемент білий згідно з ГОСТ 965;
- крейда ($S_{\text{пит}} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$) згідно з ГОСТ 12085;
- опока (метакаолін) згідно з ДСТУ Б В.2.7-128;
- пісок стандартний для випробувань цементів згідно з ДСТУ Б В.2.7-189;
- лабораторні ваги; чаша з лопаткою; мірний циліндр; лінійка; форми для зразків-балочок (40x40x160) мм; лопатевий змішувач НОВОРТ; струшувальний столик; форма-конус; штиковка; віброплощадка; прилад для випробувань міцності на згин; прес гідравлічний для випробувань зразків на визначення міцності на стиск.

Хід роботи

1. Приготувати 500 г цементу шляхом ретельного змішування білого портландцементу з мінеральною добавкою у кількості: 10 % від маси цементу – бригади 1 і 4; 20 % від маси цементу – бригади 2 і 5; 30 % від маси цементу – бригади 3 і 6. Перемішування компонентів здійснюють в змішувачі НОВОРТ протягом 3 хв.

2. Приготувати цементно-піщаний розчин (1:3) на основі білого цементу з мінеральною добавкою при $V/C=0,39$ за допомогою змішувача НОВОРТ згідно з п.1 лабораторної роботи №4.

3. Перевірити консистенцію отриманого розчину на струшувальному столику згідно п.3 лабораторної роботи №4.

4. Заформувати зразки-балочки 40x40x160 мм на віброплощадці (1 форма).

5. Приготувати цементно-піщаний розчин (1:3) на основі білого цементу при $V/C=0,39$ за допомогою змішувача НОВОРТ згідно з п.1 лабораторної роботи №4.

6. Перевірити консистенцію отриманого розчину згідно п.3 лабораторної роботи №4.

7. Заформувати зразки-балочки 40x40x160 мм на віброплощадці (1 форма) (бригади 1-6).

8. Після розпалублення через 24 год зразки поставити в воду на 27 діб.

9. На 28 добу твердіння зразки вийняти з води і виконати випробування на згин і на стиск.

10. Результати представити в узагальненій таблиці 8. Зробити висновки.

Таблиця 8

№ бриг.	Склад			В/Ц	Міцність зразків на 7 добу, МПа,	
	Цемент, г (%)	Крейда, г (%)	Опока, г (%)		на згин	на стиск
1	450 (90)	50 (10)	–			
	500 (100)	–	–			
2	400 (80)	100 (20)	–			
	500 (100)	–	–			
3	350 (70)	150 (30)	–			
	500 (100)	–	–			
4	450 (90)	–	50 (10)			
	500 (100)	–	–			
5	400 (80)	–	100 (20)			
	500 (100)	–	–			
6	350 (70)	–	150 (30)			
	500 (100)	–	–			

Захист виконаної роботи

1. Представити роботу в оформленому вигляді з висновками і відповіді на запитання викладача за суттєвістю роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

Тема. Вплив природи алюмосилікатної сировини на властивості лужних цементів

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-181:2009 різноманітність лужних цементів пов'язується з можливостями використання в їх складі шлаків різного походження, паливних зол, базальтів. Відповідно формуються властивості цементів, перш за все їх активність при однаковому виді лужного компоненту цементу.

Мета роботи: визначити залежність активності шлаколужних цементів (міцність на згин і на стиск) від виду алюмосилікатної сировини (шлак, зола-винесення).

Основні джерела для підготовки до виконання лабораторної роботи:

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'яжучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с. (підрозділ 7, стор.333-367)
2. ДСТУ Б В.2.7-181:2009. Цементи лужні. Технічні умови

3. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск

4. ГОСТ 3476-74 Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов (Шлаки доменні і электротермофосфорні гранульовані для виробництва цементів)

Матеріали та прилади.

- доменний гранульований шлак ($S_{\text{пит}} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$) згідно з ГОСТ 3476;
- метасилікат натрію;
- зола-винесення ($S_{\text{пит}} = 3300 \text{ см}^2/\text{г}$) згідно з ДСТУ Б В.2.7-128;
- портландцемент марки ПЦ І-500 згідно з ДСТУ Б В.2.7-46;
- пісок стандартний для випробувань цементів згідно з ДСТУ Б В.2.7-189;
- лабораторні ваги; чаша з лопаткою; мірний циліндр; лінійка; форми для зразків-балочок (40x40x160) мм; лопатевий змішувач НОВОРТ; струшувальний столик; форма-конус; штиковка; віброплощадка; прилад для випробувань міцності на згин; прес гідравлічний для випробувань зразків на визначення міцності на стиск.

Хід роботи

1. Приготувати шляхом ретельного перемішування протягом 3 хв в змішувачі НОВОРТ шлаколушний цемент: 500 г алюмосилікатної сировини (шлак) + 5 % метасилікату натрію – бригади 1-6.

2. Приготувати шляхом ретельного перемішування протягом 3 хв в змішувачі НОВОРТ лужні пуцоланові цементні наступних складів:

- 500 г алюмосилікатної сировини (60 % шлак + 40 % зола-винесення) + 5 % метасилікату натрію – бригади 1 і 4;
- 500 г алюмосилікатної сировини (40 % шлаку + 60 % золи-винесення) + 5 % метасилікату натрію – бригади 2 і 5;
- 500 г алюмосилікатної сировини (20 % шлаку + 80 % золи-винесення) + 5 % метасилікату натрію – бригади 3 і 6;

3. Приготувати цементно-піщаний розчин (співвідношення 1:3) на основі шлаколушного цементу при $В/Ц=0,39$, використовуючи пісок стандартний згідно з ДСТУ Б В.2.7-189, за допомогою змішувача НОВОРТ. Змішування води, цементу та піску здійснюють згідно з п.1 лабораторної роботи №4. Витрати матеріалів: алюмосилікатна сировина (шлак) – 500 г, пісок – 1500 г, вода – 195 г, метасилікат натрію – див. таблицю 9.

4. Перевірити консистенцію отриманого розчину на струшувальному столику згідно п.3 лабораторної роботи №4. При цьому підбирають таке

воднотверде відношення, яке б забезпечило розтікання стандартного конуса в межах від 106 мм до 115 мм

5. Заформувати зразки-балочки 40x40x160 мм (1 форма) на віброплощині.

6. Приготувати цементно-піщаний розчин (співвідношення 1:3) на основі лужного пуцоланового цементу при В/Ц=0,39, використовуючи пісок стандартний згідно з ДСТУ Б В.2.7-189, за допомогою змішувача НОВОРТ. Змішування води, цементу та піску здійснюють згідно з п.1 лабораторної роботи №4. Витрати матеріалів: алюмосилікатна сировина (шлак + зола-винесення) – 500 г, пісок – 1500 г, вода – 195 г, метасилікат натрію – див. таблицю 9.

7. Перевірити консистенцію отриманого розчину на струшувальному столику згідно п.3 лабораторної роботи №4.

8. Заформувати зразки-балочки 40x40x160 мм (1 форма) на віброплощині; зразки зберігають в повітряно-сухих умовах.

9. Виконати випробування на згин і на стиск на 7 добу.

10. Результати представити в узагальненій таблиці 9. Зробити висновки.

Таблиця 9

№ брига.	Склад цементу			В/Ц	Міцність зразків на 7 добу, МПа
	Шлак, г (%)	Зола, г (%)	Метасилікат натрію, г (%)		
1, 4	500 (100)	–	25 (5)		
	300 (60)	200 (40)			
2, 5	500 (100)	–			
	200 (40)	300 (60)			
3, 6	500 (100)	–			
	100 (20)	400 (80)			

Захист виконаної роботи

1. Представити роботу в оформленому вигляді з висновками і відповіді на запитання викладача за суттєвістю роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

Тема. Вплив виду лужного компонента на властивості шлаколужних цементів

В якості лужного компонента в складах лужних цементів використовують різні сполуки: їдкі луки (NaOH, KOH), натрієві та калієві несилікатні солі

слабких кислот (Na_2CO_3 , K_2CO_3), натрієві та калієві силікатні та алюмінатні солі слабких кислот ($\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{SiO}_2\cdot m\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{O}\cdot n\text{Al}_2\text{O}_3\cdot m\text{H}_2\text{O}$). Зазначені сполуки в лужних системах виконують структуроутворюючу функцію. Вміст лужних компонентів залежить від типу цементу, в складі якого використовується. Вид та вміст лужних сполук впливають на властивості цементів (міцність при стиску, середня густина тощо).

Мета роботи: вивчити вплив природи лужного компоненту на міцнісні характеристики шлаколуужних цементів.

Основні джерела для підготовки до виконання лабораторної роботи:

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'язучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с. (підрозділ 7, стор.333-367))
2. ДСТУ Б В.2.7-181:2009. Цементи лужні. Технічні умови
3. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск
4. ГОСТ 3476-74 Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов (Шлаки доменні і электротермофосфорні гранульовані для виробництва цементів)

Матеріали та прилади.

- доменний гранульований шлак ($S_{\text{шт}} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$) згідно з ГОСТ 3476;
- лужний компонент (метасилікат натрію, сода, поташ);
- пісок стандартний для випробувань цементів згідно з ДСТУ Б В.2.7-189;
- лабораторні ваги; чаша з лопаткою; мірний циліндр; лінійка; форми для зразків-балочок (40x40x160) мм; лопатевий змішувач НОБОРТ; струшувальний столик; форма-конус; штиковка; віброплощадка; прилад для випробувань міцності на згин; прес гідравлічний для випробувань зразків на визначення міцності на стиск.

Хід роботи

1. Приготувати ретельним перемішуванням компонентів протягом 3 хв в змішувачі НОБОРТ шлаколуужні цементу складу:

- 500 г шлаку + 2, 5, 8 % маси шлаку соди кальцинованої відповідно для бригад 1 і 4, 2 і 5, 3 і 6;
- 500 г шлаку + 2, 5, 8 % маси шлаку метасилікату натрію відповідно для бригад 1 і 4, 2 і 5, 3 і 6.

2. Приготувати цементно-піщаний розчин (співвідношення 1:3) при В/Ц=0,39, використовуючи пісок стандартний згідно з ДСТУ Б В.2.7-189, за допомогою змішувача НОБОРТ. Змішування води, цементу та піску

здійснюють згідно з п.1 лабораторної роботи №4. Витрати матеріалів: шлак – 500 г, пісок – 1500 г, вода – 195 мл, лужний компонент – див. таблицю 10.

3. Перевірити консистенцію отриманого розчину на струшувальному столику згідно п.3 лабораторної роботи №4. Для цього розчин готують і вкладають у форму-конус. При цьому підбирають таке воднотверде відношення, яке б забезпечило розтікання стандартного конуса в межах від 106 мм до 115 мм

4. Заформувати на віброплощині 2 форми зразки-балочки 40x40x160 мм кожною бригадою по одній формі кожного складу на віброплощині;

5. Зразки зберігають в повітряно-сухих умовах.

6. Виконати випробування на згин і на стиск на 7 добу.

7. Результати представити в узагальненій таблиці 10. Зробити висновки.

Таблиця 10

№ бриг.	Склад цементу			В/Ц	Міцність зразків на 7 добу, МПа
	Шлак г (%)	Сода г (%)	Метасилікат натрію г (%)		
1 і 4	500 (100)	10 (2)	–		
	500 (100)	–	10 (2)		
2 і 5	500 (100)	25 (5)	–		
	500 (100)	–	25 (5)		
3 і 6	500 (100)	40 (8)	–		
	500 (100)	–	40 (8)		

Захист виконаної роботи

1. Представити роботу в оформленому вигляді з висновками і відповіді на запитання викладача за суттєвістю роботи.

Розділ курсу: ОРГАНІЧНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11

Тема. Визначення впливу водних дисперсій полімерів на властивості полімерцементних в'язучих речовин.

Високомолекулярні сполуки сприяють модифікуванню мінеральних в'язучих речовин у заданому напрямку. Результатом такої модифікації є покращення деяких спеціальних властивостей цементів, перш за все міцності при згині, адгезійної міцності, тріщиностійкості і т. ін. Найчастіше для

модифікації властивостей цементів до їх складу вводять полімери у вигляді водних дисперсій та розчинів, серед яких популярними є полівінілацетатні дисперсії (ПВАД).

Мета роботи: вивчити вплив ПВАД на фізико-механічні властивості (середня густина, міцність) полімерцементних в'язучих.

Основні джерела для підготовки до виконання лабораторної роботи:

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'язучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с. (розділ 5, частина III, стор.406-433)

2. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск

3. ГОСТ 18992-80 Дисперсия поливинилацетатная гомополимерная грубодисперсная. Технические условия

Матеріали та прилади

- портландцемент марки ПЦ І-500 згідно з ДСТУ Б В.2.7-46;
- полівінілацетатна дисперсія (ПВАД) (густина, ρ , – 1,19 г/см³, концентрація, К, – 40%) згідно з ГОСТ 18992;
- пісок стандартний для випробувань цементів згідно з ДСТУ Б В.2.7-189;
- лабораторні ваги; чаша з лопаткою; мірний циліндр; лінійка; форми для зразків-балочок 40x40x160 мм; віброплощадка; прилад для випробувань міцності на згин; прес гідравлічний для випробувань зразків на визначення міцності на стиск.

Хід роботи

1. Приготувати в лопатовому змішувачі НОВОРТ полімерцементні розчини, використовуючи в'язучі наступних складів:

- 500 г портландцементу і 5 % маси портландцементу ПВАД – бригади 1 і 4;
- 500 г портландцементу і 10 % маси портландцементу ПВАД – бригади 2 і 5;
- 500 г портландцементу і 15 % маси портландцементу ПВАД – бригади 3 і 6.

Цементно-піщаний розчин (співвідношення 1:3) отримують при В/Ц = 0,39. Витрата матеріалів: портландцемент – 500 г, пісок – 1500 г, вода – 195 мл. При виготовленні розчинів розраховану кількість ПВАД (див. таблицю 11) додають в воду для замішування. Змішування компонентів розчину здійснюють згідно з п.1 лабораторної роботи №4

2. Перевірити консистенцію отриманого розчину на струшувальному столику згідно п.3 лабораторної роботи №4.

3. Заформувати зразки-балочки 40x40x160 мм (1 форма) на віброплощадці.

4. При витраті 500 г портландцементу приготувати цементно-піщаний розчин (співвідношення 1:3) при В/Ц=0,39, використовуючи пісок стандартний згідно з ДСТУ Б В.2.7-189, за допомогою змішувача НОВОРТ (бригади 1-6). Змішування компонентів розчину здійснюють згідно з п.1 лабораторної роботи №4.

5. Перевірити консистенцію отриманого розчину на струшувальному столику згідно п.3 лабораторної роботи №4.

6. Заформувати зразки-балочки 40x40x160 мм (1 форма) на віброплощині.

7. Зразки зберігати в нормальних умовах до моменту випробувань.

8. Визначити середню густину та випробувати механічну міцність при згині і стиску на 7 добу.

9. Результати випробувань занести в узагальнену таблицю 11.

Таблиця 11

№ бр.	Склад в'язучого		В/Т	Середня густина, кг/м ³	Міцність зразків на 7 добу, МПа	
	Цемент, г (%)	ПВАД, мл (%)			R _{зг}	R _{ст}
2 і 5	500 (100)	50 (10)				
3 і 6	500 (100)	75 (15)				

Захист виконаної роботи

1. Представити роботу в оформленому вигляді з висновками і відповіді на запитання викладача за суттєвістю роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

Тема: Випробування пластифікованих цементів

В складах цементів зазвичай використовують поверхнево-активні речовини, які адсорбуються на поверхні клінкерних мінералів та продуктів їх гідратації та зменшують їх поверхневу енергію. Такі добавки виконують пластифікуючу (водоредукуючу) функцію, а також впливають на інші робочі та фізико-механічні властивості розчинів та бетонів. На даний час існує три генерації пластифікаторів – лігносульфонати (ЛСТ), меламін-формальдегідні та нафталін-формальдегідні, акрилатні та полікарбоксилатні. Пластифікатори диференціюються за механізмом дії: в лігносульфонатах, меламін- та нафталін-формальдегідах переважає електростатичний ефект дії, в акрилатах та полікарбоксилатах – стеричний. Визначення ефективності використання

пластифікуючих добавок здійснюється згідно методики, викладеною в відповідних нормативних документах.

Мета роботи: вивчити вплив природи та кількості пластифікуючих добавок на консистенцію розчинової суміші та міцність затверділого розчину.

Основні джерела для підготовки до виконання лабораторної роботи:

1. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'яжучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с. (підрозділ 6.3, стор.257-264)

2. ДСТУ Б В.2.7-187:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин і стиск.

3. ДСТУ Б В.2.7-69-98 (ГОСТ 30459-96) Будівельні матеріали. Добавки для бетонів. Методи визначення ефективності

4. ДСТУ Б В.2.7-171:2008 Будівельні матеріали. Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Загальні технічні умови.

Матеріали та прилади.

- портландцемент марки ПЦ І-500 згідно з ДСТУ Б В.2.7-46;
- пластифікатори різної природи: лігносульфонат, мела́мінформальдегід/нафталінформальдегід, поліакрилат/полікарбоксилат;
- пісок стандартний для випробувань цементів згідно з ДСТУ Б В.2.7-189;
- лабораторні ваги; чаша з лопаткою; мірний циліндр; лопатевий змішувач НОВОРТ; струшувальний столик; форма-конус; штиковка; лінійка; форми для зразків-балочок (40x40x160) мм; віброплощадка; прилад для випробувань міцності на згин; прес гідравлічний для випробувань зразків на визначення міцності на стиск.

Хід роботи

1. Приготувати ретельним перемішуванням протягом 3 хв в змішувачі НОВОРТ 500 г портландцементу з пластифікатором, вміст якого вказується викладачем (% маси портландцементу): бригади 1 і 4 – лігносульфонат; бригади 2 і 5 – пластифікатор мела́мінформальдегідного/нафталіформальдегідного типу; бригади 3 і 6 – пластифікатор поліакрилатного/полікарбоксилатного типу;

2. При витраті 500 г портландцементу приготувати цементно-піщаний розчин (співвідношення 1:3) при В/Ц=0,39, використовуючи пісок стандартний згідно з ДСТУ Б В.2.7-189, за допомогою змішувача НОВОРТ (бригади 1-6). Процес змішування портландцементу, піску та води здійснюють згідно з п.1 лабораторної роботи №4. Витрати піску – 1500 г, води – 195 мл.

3. Перевірити консистенцію отриманого розчину на струшувальному столику згідно п.3 лабораторної роботи №4.

4. Заформувати зразки-балочки 40x40x160 мм (1 форма) на віброплощині.

5. Приготувати цементно-піщаний розчин (співвідношення 1:3) на основі пластифікованого портландцементу згідно варіанту при В/Ц=0,39, використовуючи пісок стандартний згідно з ДСТУ Б В.2.7-189, за допомогою змішувача НОВОРТ. Змішування виконується згідно з п.1 лабораторної роботи №4. Витрати матеріалів: портландцемент – 500 г, пісок – 1500 г, вода 195 мл, пластифікатор – вказується викладачем.

6. Перевірити консистенцію отриманого розчину на струшувальному столику згідно п.3 лабораторної роботи №4.

7. Заформувати зразки-балочки 40x40x160 мм (1 форма) на віброплощині.

8. Зразки зберігати в нормальних умовах до моменту випробувань.

9. Визначити середню густину та випробувати механічну міцність зразків при згині і стиску на 7 добу.

10. Результати представити в узагальненій таблиці 12. Зробити висновки.

Таблиця 12

№ бр.	Склад в'язучого				В/Ц	Середня густина, кг/м ³	Міцність зразків на 7	
	Портланд-цемент, г (%)	Пластифікатор, г (%)					R _{зг}	R _{ст}
		ЛСТ	Меламінформ./нафталінформ.	Поліакр./полікарб.				
1 і 4	500 (100)	–	–	–				
	500 (100)	вказ. викл.	–	–				
2 і 5	500 (100)	–	–	–				
	500 (100)	–	вказ. викл.	–				
3 і 6	500 (100)	–	–	–				
	500 (100)	–	–	вказ. викл.				

Захист виконаної роботи

1. Представити роботу в оформленому вигляді з висновками і відповіді на запитання викладача за суттєвістю роботи.