

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український державний університет
науки і технологій**

Кафедра «Архітектурне проектування,
землеустрій та будівельні матеріали»

В авторській редакції

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ

Частина 1

Навчально-методичні рекомендації
до лабораторних робіт

ДНІПРО
2023

Упорядники:
О. В. Громова, А. М. Зінкевич, Т. І. Афанасьєва

Електронний аналог
друкованого видання

Схвалено Групою забезпечення якості освітньої програми
192 «Будівництво та цивільна інженерія», 273 «Залізничний транспорт»,
183 «Технологія захисту навколишнього середовища»
Протокол № 8 від 17.04.2023

Б 90 Будівельне матеріалознавство. Визначення основних властивостей портландцементу : навчально-методичні рекомендації до лабораторних робіт / упоряд.: О. В. Громова, А. М. Зінкевич, Т. І. Афанасьєва ; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро : УДУНТ, 2023. – Ч. 1. – 17 с.

Навчально-методичні рекомендації призначені для використання студентами 2 курсу денної форми навчання, освітній ступень – бакалавр, спеціальностей: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»; 273 «Залізничний транспорт»; 183 «Технологія захисту навколишнього середовища» під час виконання лабораторних робіт з освітніх програм «Промислове та цивільне будівництво», «Архітектурне проектування будівель і споруд», «Водопостачання та водовідведення», «Мости і транспортні тунелі», «Захист довкілля та техногенна безпека», «Залізничні споруди та колійне господарство», «Автомобільні дороги та аеродроми».

Навчально-методичні рекомендації містять основні теоретичні положення для засвоєння матеріалу, методику проведення випробувань та обробки отриманих даних, контрольні питання з дисциплін «Будівельне матеріалознавство» і «Матеріалознавство та технологія матеріалів».

Іл. 9. Табл. 6. Бібліогр.: 5 назв. Додат.: 2.

Зміст

Витяг з інструкції № 116	4
1. Загальні положення.....	4
2. Вимоги безпеки перед початком роботи	4
3. Вимоги безпеки під час роботи	4
4. Вимоги безпеки по закінченню роботи	5
5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	5
Загальні відомості	6
Лабораторна робота № 1	6
1.1. Визначення тонини помелу цементу за залишком на ситі	6
1.2. Визначення тонини помелу цементу за питомою поверхнею.....	7
Лабораторна робота № 2	9
Визначення нормальної густоти цементного тіста	9
Лабораторна робота № 3	12
Визначення строків тужавлення цементного тіста	9
Контрольні запитання.....	14
Додатки	14
Додаток 1.....	14
Додаток 2.....	15
Рекомендована література.....	16

ВИТЯГИ З ІНСТРУКЦІЇ № 116

1. Загальні вимоги

«Інструкція з охорони праці при проведенні лабораторних робіт в лабораторії будівельних матеріалів» № 116 (ауд. 348 та лабораторія, нульовий поверх) забезпечує безпечні умови праці при проведенні лабораторних робіт і є обов'язковою для усіх викладачів кафедри «Архітектурне проектування, землеустрій та будівельні матеріали» надалі АПЗБМ.

Викладачі кафедри АПЗБМ при виконанні лабораторних робіт, пов'язаних з обслуговуванням та експлуатацією електричних приладів, повинні мати кваліфікаційні групи з електробезпеки (2 група) та пройти інструктаж з охорони праці та інструктаж з пожежної безпеки на робочому місці (2 рази на рік).

За невиконання даної інструкції викладач або студент несе дисциплінарну, матеріальну, адміністративну та кримінальну відповідальність.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

Викладачі кафедри «АПЗБМ» повинні:

- бездоганно знати вимоги даної Інструкції;
- проводити інструктаж з охорони праці із студентами на початку семестру (на першому занятті з лабораторних робіт) із записом у контрольному листі інструктажу з охорони праці для студентів;
- вміти організувати безпечне проведення лабораторних робіт;
- не допускати до роботи студентів, що з'явилися на заняття в нетверезому вигляді і притягнути їх до відповідальності.

3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

Студенти під час виконання лабораторної роботи повинні:

- виконувати тільки ті роботи, що доручені викладачем;
- бережно відноситись до лабораторного посуду, приладів, інструментів, обладнання та меблів лабораторії;
- проявляти обережність при роботі зі скляними приладами, хімічним посудом та випробувальними будівельними матеріалами;
- одягати при необхідності халати та гумові рукавички;
- слідкувати за порядком на робочому місці.

Студентам категорично забороняється:

- заносити до лабораторії їжу та напої;
- працювати на приладах без дозволу та відсутності викладача;
- самовільно вмикати електроприлади, рубильники, кнопки, вимикачі, що знаходяться в лабораторії;
- підключати до електромережі підзарядки для мобільних телефонів;
- торкатися частин лабораторного обладнання, яке знаходиться під електрострумом в момент роботи;
- використовувати хімічний посуд з тріщинами або надбитий скляний

посуд;

- уламки розбитого скляного посуду збирати руками.

Викладачам категорично забороняється

- залишати без догляду увімкнені прилади та установки;
- будь-яке ремонтування та перенос електроприладів під час їхньої роботи.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

Викладачі після закінчення роботи повинні:

- відключити електроприлади від електромережі;
- проконтролювати наявність відповідних приладів на робочому місці.

Студенти після закінчення роботи повинні:

- вимити прилади та посуд і укласти їх на місце;
- привести в порядок своє робоче місце;
- вимити руки миючими засобами;
- не залишати свої речі в лабораторії, за які викладач після закінчення заняття не несе відповідальності.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Ознакою аварійної ситуації може бути займання електропроводки або електроприладів, поява підвищеного шуму, диму або вогню, повітряної тривоги. В цьому випадку треба негайно вимкнути рубильник, прийняти заходи для гасіння пожежі (вогнегасник, пісок). В разі потреби надати першу допомогу потерпілому, а при необхідності викликати «швидку допомогу» за тел. **103**. У випадку повітряної тривоги студенти припиняють роботу, вимикають обладнання і переходять з викладачем до укриття.

Про кожен аварійну ситуацію або нещасний випадок викладач повинен повідомити завідувачу лабораторією або завідувача кафедри.

Загальні відомості

Портландцемент – це збірна назва групи гідралічних в'язучих речовин, головною складовою яких є силікати й алюмінати кальцію, що утворилися в результаті високотемпературної обробки сировинних матеріалів, доведених до часткового чи повного плавлення. У групу цементу входять усі види портландцементу, пуцолановий портландцемент, шлакопортландцемент, глиноземистий цемент, розширний цемент і деякі інші.

Цемент – гідралічна в'язуча речовина, отримана в результаті тонкого подрібнення портландцементного клінкеру і природного гіпсу в кількості 3,5...5 %, і яка при змішуванні з водою утворює пластичне тісто, здатне при затвердінні утворювати міцний і однорідний штучний камінь.

Портландцементний клінкер виготовляють шляхом спікання при температурі 1450 °C суміші сировинних матеріалів заданого складу, в основному з вуглекислого кальцію (вапняків різного виду, крейди – приблизно 75 %) і алюмосилікатів (глини, мергелю, доменного шлаку та ін. – 25 %). Хімічний склад клінкеру (виражається умовно за вмістом найважливіших у ньому оксидів) повинен бути таким (у відсотках за масою):

CaO – 62...68; SiO₂ – 18...26; Al₂O₃ – 4...9; Fe₂O – 0,3...6. До складу клінкеру в невеликих кількостях (не більше 5 %) входить оксид магнію.

Шляхом модифікування та поліпшення властивостей цементу, за рахунок регулювання мінералогічного складу портландцементу, ступеня його дисперсності та додаванням у процесі помелу клінкера мінеральних та органічних добавок отримують спеціальні види цементів: із прискореним нарощуванням міцності, сульфатостійкі, з мінеральними та органічними добавками, кольорові, тампонажні, розширні, безусадкові та інші. Звичайні та спеціальні портландцементи є основним компонентом для приготування будівельних розчинів, бетону, клейових, лакофарбових та полімерцементних сумішей та складів, які використовуються у різних галузях будівництва.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

1.1. Визначення тонкості помелу цементу за залишком на ситі

Тонкість помелу – характеристика дисперсності цементу, яка може виражатися як масова частка у відсотках залишку порошку на одному або декількох контрольних ситах або як величина питомої поверхні порошку, що визначається методом повітропроникності.

Тонкість помелу цементу впливає на кінцеву міцність цементного каменю і швидкість процесу його твердіння. Вітчизняні цементні заводи випускають цементи із середнім розміром зерен 15...20 мкм, питома поверхня цих цементів коливається в межах 2500...3500 см²/г. Зі збільшенням питомої поверхні на 1000 см²/г підвищується активність цементу на 20...25 %. Питома поверхня цементу для бетону дорожніх і аеродромних покриттів повинна бути не менше ніж 2800 см²/г.

Мета роботи – навчитися визначати тонкість помелу цементу за допомогою спеціальних приладів та порівняти результати випробувань із даними стандарту ДСТУ Б.В.2.7-188:2009 Будівельні матеріали. Методи визначення тонкості помелу.

Прилади і матеріали: сито із сіткою № 008; прилад для механічного просіювання цементу; шафа сушильна; лабораторні ваги з похибкою зважування не більше ± 0,01 г; порошок цементу.

Сутність роботи: встановити відповідність визначеного показника вимогам ДСТУ Б.В.2.7-188:2009 Будівельні матеріали. Методи визначення тонкості помелу.

Методика випробування

Відповідно до вимог ДСТУ Б.В.2.7-188:2009 Будівельні матеріали. Методи визначення тонкості помелу, пробу цементу висушують у сушильній шафі при температурі 105...110 °С протягом 2 годин і охолоджують у ексікаторі.

При використанні приладу для механічного просіювання зважують 50 г (*m*) цементу з точністю до 0,05 г і вміщують його на сито № 008, споряджене піддоном. Закривають сито кришкою і встановлюють цей комплект у прилад для механічного просіювання (рис. 1.1). Тривалість просіювання становить 20 хв.

Після зупинки приладу цемент, що залишився на ситі, піддають контрольному просіюванню. Просіювання виконують вручну на лист паперу

протягом хвилини. Якщо при контрольному просіюванні крізь сито проходить не більше ніж 0,05 г цементу, вважають, що операцію просіювання закінчено. Залишок на ситі зважують (m_1).



Рис. 1.1. Прилад для механічного просіювання цементу

Тонкість помелу цементу визначають як залишок на ситі з сіткою з отворами 0,008 мм у відсотках від попередньої маси проби, що надана на випробування, з точністю до 0,1 %. Для визначення залишку на ситі дозволено виконувати операцію вручну, якщо отримані результати є такими самими, що й при застосуванні приладу для механічного просіювання (відповідно до п. 3.4 ДСТУ EN 196-6).

Розраховують тонкість помелу цементу за формулою:

$$T = \frac{m_1}{m} \cdot 100 \% \leq 15 \%,$$

де T – тонкість помелу цементу, %;

m – маса цементу до просіювання, г;

m_1 – залишок на ситі, г.

Результати просіювання та розрахунків заносять в табл. 1.1. Тонкість помелу цементу повинна бути такою, щоб при просіюванні крізь сито 0,008 мм проходило не менше 85 % маси вихідної проби.

Таблиця 1.1

Результати просіювання цементу

Маса цементу до просіювання m , г	Залишок на ситі m_1 , г	Тонкість помелу T , %
50		

1.2. Визначення тонкості помелу цементу за питомою поверхнею

Мета роботи – навчитися визначати тонкість помелу цементу за питомою поверхнею і порівняти результати випробувань із даними стандарту ДСТУ Б.В.2.7-188:2009 Будівельні матеріали. Методи визначення тонкості помелу.

Прилади і матеріали: прилад для визначення питомої поверхні цементу методом повітропроникності (прилад В.В. Товарова); водоструминний насос; фільтрувальний папір; лабораторні ваги з похибкою зважування не більше $\pm 0,01$ г; термометр; секундомір; проба цементу.

Для визначення питомої поверхні використовують прилад В.В. Товарова, загальний вигляд і принципова схема якого представлені на рис. 1.2.

Сутність роботи: встановити відповідність визначеного показника вимогам ДСТУ Б.В.2.7-188:2009 Будівельні матеріали. Методи визначення тонкості помелу.

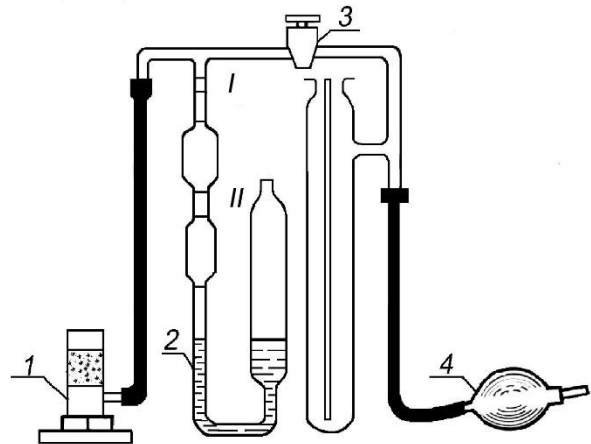


Рис. 1.2. Схема приладу В.В. Товарова для визначення питомої поверхні матеріалів:
1 – гільза; 2 – манометр–аспіратор; 3 – кран; 4 – груша чи водоструминний насос

Методика випробування

Питому поверхню цементу визначають у відповідності з інструкцією, яка додається до приладу. У відповідності до інструкції для проведення випробування зважують 12 г цементу, на виступи гільзи приладу вкладають металевий перфорований диск. На диск зверху вкладають диск фільтрувального паперу визначеної щільності, потім всипають цемент, поверх нього вкладають ще один диск фільтрувального паперу і тільки після цього цемент у гільзі ущільнюють плунжером шляхом обертального руху. У плунжері маєтись отвір по центру, щоб не утворювався повітряний прошарок між цементом і плунжером. Після ущільнення плунжер витягають.

Пускають у хід грушу чи підключають до системи водоструминний насос. Відкривають кран, включений між манометром-аспіратором і регулятором розрядження. При цьому рідина в закритому коліні манометра-аспіратора піднімається (принцип сполучених судин), тому що повітря починає просочуватися вниз крізь шар випробуваного цементу. Кран приладу чи водопровідний кран закривають, коли пофарбована рідина підніметься до найвищої позначки манометра (I) див. рис. 1.2. Повітря продовжує просочуватися крізь цемент у гільзі, одночасно із цим розрідження зменшується і пофарбована рідина в манометрі знижується. У цей момент треба запустити секундомір і розпочати відлік, коли рідина торкнеться

робочої позначки (II) верхнього розширення манометра. Цей час визначає T (с).

Питома поверхня цементу розраховується за формулою:

$$S = \frac{K}{\rho_{\text{ц}}} \cdot \sqrt{\frac{P_y^3}{(1 - P_y)^2}} \sqrt{\frac{1}{\eta}} \cdot \sqrt{T},$$

де S – питома поверхня порошку, $\text{см}^2/\text{г}$;

K – постійна приладу, яка зазначена в паспорті приладу;

$\rho_{\text{ц}}$ – істинна густина порошку, $\rho_{\text{ц}} = 3,1 \text{ г/см}^3$;

P_y – пустотність порошку, у частках одиниці;

T – час зниження рідини від позначки зверху розширення до позначки знизу розширення манометра, с;

η – в'язкість повітря при температурі випробування.

Значення $\sqrt{\frac{1}{\eta}}$ знаходиться по таблиці Додаток 2.

Пустотність цементу визначається за формулою:

$$P_y = \frac{(V \cdot \rho_{\text{ц}}) - m}{V \cdot \rho_{\text{ц}}},$$

де V – об'єм шару цементу, $V = 7,5 \text{ см}^3$;

$\rho_{\text{ц}}$ – густина цементу, $\rho_{\text{ц}} = 3,1 \text{ г/см}^3$;

m – маса наважки цементу, $m = 12 \text{ г}$.

Дані випробувань та розрахунків заносять у табл. 1.2, та роблять висновки щодо питомої поверхні цементу.

Таблиця 1.2

Дані випробування та розрахунків

Маса цементу m , г	Істинна густина цементу $\rho_{\text{ц}}$, г/см^3	Пустотність цементу P_y	Температура повітря t , $^{\circ}\text{C}$	$\sqrt{\frac{1}{\eta}}$	Час T , с	Питома поверхня S , $\text{см}^2/\text{г}$
12	3,1					

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Визначення нормальної густоти цементного тіста

Водопотреба цементу – це мінімальна кількість води, необхідна для приготування тіста заданої консистенції, яка знаходиться в межах від 24...32 % води від маси цементу.

Підвищена водопотреба призводить до збільшення пористості каменю, а відповідно, і погіршення його експлуатаційних властивостей.

Нормальну густоту цементного тіста (НГТ) характеризують вістом води, що потрібна для замішування (у відсотках від маси цементу), при якій

досягається нормована консистенція цементного тіста, коли товкачик приладу Віка, занурений в кільце з цементним тістом, не доходить на 5...7 мм до пластинки, що підкладають під кільце.

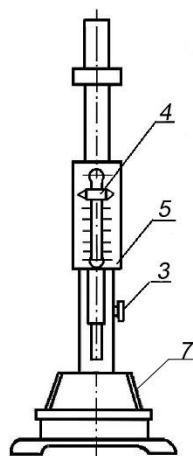
Мета роботи – навчитися визначати нормальну густоту цементу згідно ДСТУ Б В.2.7-185:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму.

Прилади і матеріали: прилад Віка з товкачиком (рис. 2.1); кільце до приладу Віка; мішалка для приготування цементного тіста (МТЗ - мішалка конструкції В.Т. Задираки, або змішувач згідно з ДСТУ EN 196-3:2015); кельма; ваги лабораторні, мірний циліндр 250 см³; технічний ніж; цемент; вода.

Сутність роботи: встановити відповідність визначеного показника вимогам ДСТУ Б В.2.7-185:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму.



а)



б)

Рис. 2.1. Стандартний прилад Віка:

а) зовнішній вигляд приладу Віка; б) схема приладу :1 – циліндричний металевий стрижень; 2 – обойма станини; 3 – стопорний пристрій; 4 – показчик; 5 – шкала; 6 – товкачик; 7 – кільце

Підготовка до проведення випробувань

Приготування цементного тіста може проводитись вручну або із застосуванням мішалки. Для приготування цементного тіста зважують (400 ± 1) г цементу, а також певну кількість води, наприклад, (100 ± 1) г. Після зважування цемент рівномірно розподіляють по дну мішалки, яка попередньо протирається вологою тканиною. Горизонтальну вісь із піднятими лопатями насаджують на вертикальну вісь мішалки, на шар цементу рівномірно наливають воду і одразу після цього включають мішалку.

Перші 30 с цемент перемішують із водою ножами мішалки. Через (30...35) с опускають лопаті і продовжують змішування. Безперервний цикл змішування повинен тривати $(5 \pm 0,5)$ хв.

При використанні змішувача згідно з 4.4 ДСТУ EN 196-1:2019 приготування цементного тіста виконують відповідно до 5.2.1 ДСТУ EN 196-3:2015.

Перед початком визначення нормальної густоти на приладі Віка перевіряють, чи вільно переміщується стрижень із товкачиком і покажчиком, а також нульову позначку приладу, тобто, чи встановлюється покажчик на нульову відмітку на шкалі при торканні до упору товкачиком пластинки, на якій установлене кільце. Кільце до приладу Віка та пластинку перед початком випробовувань змащують тонким шаром машинного масла.

Для ручного приготування цементного тіста відважують 400 г цементу, висипають у чашу, попередньо протерту вологою тканиною. Потім роблять у цементі заглиблення, в яке вливають за один прийом воду в кількості необхідної (орієнтовно) для отримання цементного тіста нормальної густоти. Заглиблення засипають цементом і через 30 с після доливання води спочатку обережно перемішують, а потім енергійно розтирають тісто лопаткою (рис. 2.2). Тривалість перемішування і розтирання складає 5 хвилин із моменту доливання води.



Рис. 2.2. Приготування цементного тіста

Методика випробування

Після закінчення змішування кільце (7) до приладу Віка, що установлене на пластинці, швидко заповнюють за один прийом цементним тістом і 5-6 разів струшують його, стукаючи пластинкою по твердій поверхні. Поверхню тіста вирівнюють із краями кільця, зрізаючи надлишок тіста ножем, який попередньо протирають вологою тканиною. Заповнене тістом кільце поміщають до приладу Віка так, щоб товкачик (6) знаходився по центру кільця. Відразу після цього стрижень із товкачиком опускають до торкання з поверхнею цементного тіста у центрі кільця та закріплюють стрижень стопорним пристроєм, потім швидко звільняють його і дають змогу товкачику вільно занурюватися в тісто. Через 30 с від початку звільнення стрижня проводять відлік його занурення за шкалою (5). Кільце з цементним тістом при випробуванні не повинно зазнавати товчків. За нормальну густоту цементного тіста (НГТ) приймають таку його консистенцію, при якій

товкачик приладу Віка, занурений у кільце до цього приладу, заповнене тістом, не доходить на відстань від 5 мм до 7 мм до пластинки, на якій встановлене кільце.

За умови отримання невідповідної консистенції цементного тіста змінюють кількість води і знову замішують тісто, доки не буде досягнуто занурення товкачика на потрібну глибину – на відстань (6 ± 1) мм від поверхні пластинки, що підкладають під кільце.

Нормальну густоту цементного тіста характеризують вмістом води, що потрібна для замішування і отримання консистенції цементного тіста. НГТ виражають у відсотках маси води від маси цементу і визначають з точністю до 25 %. Результати вимірів заносять в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Результати визначення нормальної густоти цементного тіста

Маса цементу, г	Кількість води		Товкачик не доходить до пластини на, мм	НГТ, %
	мл	%		
400				

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Визначення строків тужавлення цементу

Тужавлення цементу характеризується часом існування колоїдного розчину, який характеризується початком і кінцем тужавлення.

Початком строку тужавлення цементного тіста нормальної густоти вважають строк, який минув від початку замішування тіста (часу додавання води) до того часу, коли голка приладу Віка при зануренні в тісто не доходить до пластинки на відстань від 2 мм до 4 мм.

Кінцем строку тужавлення цементного тіста вважають час від початку замішування тіста до часу, коли голка приладу Віка занурюється у тісто не більше ніж на відстань від 1 мм до 2 мм.

Початок тужавлення всіх типів цементу марок 300, 400 і 500 повинен наставати не раніше 60 хв, а кінець тужавлення для всіх типів, видів і марок цементів – не пізніше 10 годин від початку замішування. Початок тужавлення цементів для бетону дорожніх і аеродромних покриттів повинен наставати не раніше ніж 2 год.

Мета роботи – навчитися визначати строки тужавлення цементу згідно ДСТУ Б В.2.7-185:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму.

Прилади та матеріали: прилад Віка з голкою (рис. 3.1); кільце до приладу Віка; міска для перемішування; кельма; ваги лабораторні; мірний циліндр 250 см³; технічний ніж; цемент; вода.

Сутність роботи: встановити початок і кінець тужавлення цементного тіста згідно вимогам ДСТУ Б В.2.7-185:2009 Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності

зміни об'єму.

Методика випробування

Строки тужавлення цементу визначають вимірюванням проміжків часу, за який стандартна голка проникає на визначену глибину в цементне тісто нормальної густоти.

Перед початком випробування на приладі Віка замінюють товкачик на голку (рис. 3.1), перевіряють, чи вільно опускається стрижень, а також нульову позначку приладу при торканні до упору голкою пластинки, на якій встановлене кільце. Перевіряють чистоту поверхні та відсутність скривлень голки. Кільце і пластинку перед початком випробування змащують тонким шаром машинної олії.

Для визначення строків тужавлення готують цементне тісто нормальної густоти, визначають його консистенцію (див. лабораторна робота № 2).

Голкою приладу торкаються поверхні цементного тіста нормальної густоти, в цьому положенні закріплюють стрижень стопорним пристроєм, потім звільняють стрижень і дають змогу голці вільно занурюватися в тісто. На початку випробувань, коли цементне тісто знаходиться у пластичному стані, щоб запобігти сильному удару голки по пластинці дозволено злегка її затримувати при зануренні у тісто. Як тільки тісто почне тужавіти і небезпеку пошкодження голки буде уникнуто, голці надають змогу вільно занурюватися.

Голку занурюють у цементне тісто через кожні 10 хв, пересуваючи кільце після кожного занурення, щоб запобігти опусканню голки на те ж саме місце. Голку обтирають після кожного занурення. Під час випробувань прилад повинен знаходитись у затемненому місці, де немає протягу, і не повинен піддаватися струсам.

Строки тужавлення цементного тіста на приладі з автоматичним записом цих показань визначають згідно з інструкцією, що додається до приладу.

Дані випробувань заносять у табл. 3.1., і роблять висновок щодо початку і кінця строків тужавлення цементного тіста.



а)



б)

Рис. 3.1. Визначення строків тужавлення цементного тіста:

а – початок тужавлення цементу; б – кінець тужавлення

Глибина занурювання голки в залежності від тривалості випробування

Тривалість випробування t , хв	10	20	30	40	50	60	70	...
Глибина занурювання голки h , мм								

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. До якого виду в'язучого за способом твердіння відноситься портландцемент?
2. Наведіть галузі застосування портландцементу.
3. Як впливає тонкість помелу цементу на його фізико-механічні властивості?
4. Як визначити тонкість помелу цементу ситовим аналізом?
5. Наведіть визначення питомої поверхні цементу? Принцип роботи приладу для визначення питомої поверхні матеріалів В.В. Товарова.
6. Що таке нормальна густина цементного тіста? Як вона визначається ?
Який отриманий вміст води в цементному тісті, виражений у % по відношенню до маси цементу при визначенні нормальної густоти ?
7. Чим характеризуються строки тужавлення цементу? Як визначити в лабораторії цю характеристику?
8. Яке тісто виготовляють для визначення строків тужавлення цементного тіста ?
9. Що вважається за початок строків тужавлення цементного тіста?
10. Що вважається за кінець строків тужавлення цементного тіста?

ДОДАТКИ

Додаток 1

Оцінка властивостей портландцементу (за вимогами ДСТУ Б В.2.7-46:2010)

Властивість	Показник
Істинна густина, г/см ³	3,0...3,2
Тонкість подрібнення: – залишок на ситі № 008 (не більше), мас. %	15,0
Строки тужавлення: – початок (не раніше), хв – кінець (не пізніше), год	45 (60) 10

Додаток 2

Залежність показника $\sqrt{\frac{1}{\eta}}$ від температури повітря

t° С	$\sqrt{\frac{1}{\eta}}$
8	75,64
10	75,41
12	75,21
14	75,00
16	74,79
18	74,58
20	74,37
22	74,16
24	73,96
26	73,78
28	73,58
30	73,38
32	73,19
34	72,01

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.2.7-188:2009. Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення тонкості помелу. Чинний від 2010-08-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 8 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-185:2009. Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму. Чинний від 2010-08-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 11 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-46:2010. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови. Чинний від 2011-09-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. 17 с.
4. ДСТУ Б EN 196-3:2015. Методи випробування цементу. Частина 3. Визначення строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму (EN 196-3:2005+A1:2008, IDT). Чинний від 2016-07-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 17 с.
5. ДСТУ EN 196-1:2019. Методи випробування цементу. Частина 1. Визначення міцності (EN 196-1:2016, IDT). Чинний від 2020-01-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 34 с.

Навчально-методичне видання

**Громова Олена Вячеславівна,
Зінкевич Андрій Миколайович,
Афанасьєва Тетяна Іванівна**

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО
ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ

Частина 1

Навчально-методичні рекомендації
до лабораторних робіт

В авторській редакції

Комп'ютерна верстка Т. І. Афанасьєва

Експертний висновок склав канд. техн. наук, професор Микола Біляєв

Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 640 від 01.08.2023)

Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Ум. друк. арк. 0,99 Обл.-вид. арк. 0,60
Зам. № 90

Видавець: Український державний університет науки і технологій
вул. Лазаряна, 2, ауд. 2216, м. Дніпро, 49010.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010