

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування

Кафедра технології будівельних виробів
і матеріалознавства

03-09-94М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

«Технологія сучасних ресурсоекономних будівельних матеріалів з
курсним проектом»

для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за
освітньо-професійною програмою «Технології будівельних
конструкцій, виробів і матеріалів» спеціальності 192 «Будівництво
та цивільна інженерія» денної та заочної форми навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості навчально-наукового
інституту будівництва та архітектури
Протокол № 5 від 19 березня 2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологія сучасних ресурсоекономних будівельних матеріалів з курсовим проектом» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної та заочної форми навчання. [Електронне видання] / Марчук В. В. – НУВГП, 2024. – 42 с.

Укладач: Марчук В. В., к.т.н., доцент кафедри ТБВіМ.

Відповідальний за випуск: Дворкін Л. Й., проф., д.т.н., зав. кафедри технології будівельних виробів і матеріалознавства.

Керівник ОПШ

Дворкін Л. Й.

© В. В. Марчук, 2024

© НУВГП, 2024

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Властивості гіпсових в'язучих виготовлених на основі фосфогіпсу

Гіпсові в'язучі матеріали це матеріали, які виготовляються з напівводного гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ або ангідриту CaSO_4 . Їх отримують шляхом теплової обробки сировинних матеріалів з їх попереднім або послідуєчим тонким помелом.

Фосфогіпс – промисловий відхід, що утворюється при сірчаноокислій обробці апатиту чи фосфориту у вигляді шламу з вологістю приблизно 70%, який потребує сушіння.

Дослід 1. Визначення тонкості помелу в'язучих виготовлених на основі фосфогіпсу

Тонкість помелу – характеристика дисперсності матеріалу після помелу, яка виражена масовою часткою у відсотках залишку порошку на одному або кількох контрольних ситах чи величиною питомої поверхні порошку.

Для досліді беруть наважку гіпсу масою 50 г, попередньо висушеного протягом години при температурі $50 \pm 5^\circ\text{C}$ і зваженого з точністю до 0,1 г. Наважку висипають на сито № 02 і просівають. Просіювання вважають закінченим, якщо крізь сито протягом 1 хв. проходить не більше 0,05 г фосфогіпсу.

Після просіювання залишок на ситі зважують і тонкість помелу визначають у відсотках, як відношення маси гіпсу, що залишився на ситі, до маси його початкової наважки. За величину тонкості помелу приймають середнє арифметичне результатів двох визначень. Результати заносяться в журнал випробувань за формою, яка наведена в додатку.

Дослід 2. Визначення нормальної густоти гіпсового тіста на основі фосфогіпсу

Нормальною густиною (НГ) тіста називають консинстенцію, при якій тісто має певні пластично-в'язкі властивості, регламентовані нормативним документом для даного в'язучого. Нормальна густина – величина, що визначає кількість води замішування у відсотках від маси гіпсу або в частках одиниці, яка потрібна для отримання гіпсового тіста стандартної консистенції:

$$\text{НГ} = (\text{В}/\text{Г}) \cdot 100\% , \quad (1.1)$$

де В - витрата води, г; Г - маса наважки гіпсу, г.

Для визначення консистенції тіста використовують віскозиметр Суттарда (рис. 1.1), що складається з металевого циліндра висотою 100 мм з внутрішнім діаметром 50 мм та скляної або пластикової прозорої пластини з концентричними колами від 150 мм до 220 мм.

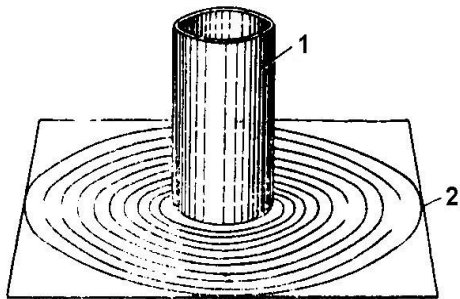


Рис. 1.1. Віскозиметр Суттарда

Для проведення досліду беруть наважку будівельного гіпсу масою 300 г, насипають у чашу, де знаходиться 150 г води (починають працювати з водогіпсового відношення 0,5). Масу перемішують протягом 30 с, відлік часу починаючи від моменту засипання в'язучого у воду. Після закінчення перемішування циліндр, який встановлюють в центрі пластини, заповнюють гіпсовим тістом (циліндр і скло попередньо протирають вологою ганчіркою). Надлишок тіста в циліндрі зрізують. Через 45 с після моменту засипання в'язучого у воду циліндр швидко піднімають вертикально на висоту 15...20 см і відводять в бік. Діаметр розпливу тіста вимірюють одразу після підняття циліндра, в двох перпендикулярних напрямках з похибкою не більше 5 мм і визначають, як середнє арифметичне. Якщо діаметр розпливу не дорівнює 180 ± 5 мм, то випробування повторюють з іншою кількістю води до одержання необхідної консистенції тіста. Результати випробувань заносять у журнал за формою, яка наведена в додатку.

Дослід 3. Визначення строків тужавлення в'язучого на основі фосфогіпсу

Для проведення випробувань використовують прилад Віка (рис. 1.2). При визначенні строків тужавлення кільце і пластинку приладу попередньо змащують мастилом.

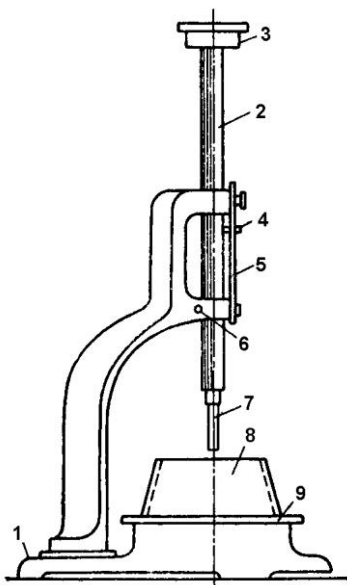


Рис. 1.2. Визначення строків тужавлення на приладі Віка

Необхідно взяти наважку гіпсу масою 200 г і приготувати тісто нормальної густини, відмічаючи момент засипання в'язучого на основі фосфогіпсу у воду. Тісто заливають у кільце приладу. Для видалення бульбашок повітря з тіста кільце з пластинкою струшують 4...5 разів, далі зрізають надлишок тіста і ставлять кільце з тістом під голку приладу. За допомогою рухомого стержня голку опускають до зіткнення з поверхнею тіста в центрі кільця. Закріплюють стержень і через кожні 30 с роблять замір глибини занурення голки в тісто. Голку кожного разу необхідно опускати так, щоб вона не потрапляла в одне й теж саме місце.

Початок тужавлення – це час від початку замішування в'язучого водою до моменту, коли вільно опущена голка перший раз не доходить до дна на 1...2 мм.

Кінець тужавлення – це час від початку замішування в'язучого водою до моменту, коли вільно опущена голка зануриться в тісто на глибину не більшу 1...2 мм.

Час початку і кінця тужавлення вказують у хвилинах. Результати заносяться в журнал випробувань за формою, яка наведена в додатку.

Дослід 4. Визначення марки в'язучого на основі фосфогіпсу

Для виконання досліді необхідно заформувати 3 зразки-балочки, що мають розмір 40×40×160 мм з тіста нормальної консистенції. Витрата гіпсу на одну форму (3 зразки) – 1,1 кг. Готують тісто, виливають його у форму, попередньо змащену машинним мастилом, відділення форми заповнюють одночасно.

Для видалення бульбашок повітря форму з тістом ущільнюють струшуванням. Залишки гіпсового тіста знімають лінійкою або шпателем. Через 15 ± 5 хв після закінчення тужавлення зразки виймають з форми і зберігають до випробувань. Через 2 год. після виготовлення за допомогою приладу "МІИ-100" визначають міцність трьох балочок на згин, а одержані шість половинок використовують для визначення міцності на стиск на гідравлічному пресі.

Межа міцності на стиск (МПа) дорівнює

$$R_{cm} = 0,1P/F \quad (1.2)$$

де Р - руйнівна сила, кгс; F – площа пластинки, $F=25\text{см}^2$.

Результати випробувань заносять у журнал форма якого наведена в додатку.

За результатами випробувань роблять висновки про марку фосфогіпсового в'язучого.

Контрольні запитання

1. Дати визначення будівельного гіпсу, фосфогіпсу, навести основні види сировини для їх отримання.
2. Описати схеми дослідів і методики визначення основних властивостей гіпсових в'язучих на основі фосфогіпсу.
3. Назвати область застосування гіпсових в'язучих на основі фосфогіпсу.
4. Як підвищити водостійкість гіпсових в'язучих на основі фосфогіпсу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Дослідження властивостей малоклінкерних та безклінкерних в'язучих.

Малоклінкерними та безклінкерними в'язучими називають в'язучі речовини, що не містять, або мають у своєму складі незначну кількість портландцементного клінкеру. До таких в'язучих відносять: сульфатно-шлакові цементи, вапняно-шлакові цементи, шлаколужні в'язучі, шлакопортландцемент підтип – В.

Сульфатно-шлакові цементи - це гідравлічні в'язучі речовини, які отримують шляхом тонкого помелу доменних гранульованих шлаків і сульфатного збуджувача твердіння - гіпсу або ангідриду з невеликою домішкою лужного активатора - вапна, портландцементу або випаленого доломіту.

Вапняно-шлакові цементи - це гідравлічні в'язучі речовини, які отримують сумісним помелом доменного гранульованого шлаку і вапна (рис.13). Вони були першим шлаковим в'язучим, яке використовувалося в будівництві. Їх застосовують для виготовлення будівельних розчинів та бетонів марок не вище М 200. Для регулювання строків тужавлення та покращення інших властивостей цих в'язучих при їх виготовленні вводять до 5% гіпсового каменю. Вапняно-шлакові цементи більш високої якості можна одержувати, якщо застосовувати основні доменні шлаки з підвищеним вмістом глинозему і негашеного вапна. Вміст вапна складає 10 - 30%.

Шлаколужні в'язучі складаються з тонкомеленого гранульованого доменного шлаку (питома поверхня ≥ 3000 см²/г) і лужного компоненту - сполук лужних металів - натрію і калію.

Для одержання шлаколужного в'язучого використовуються гранульовані шлаки з різноманітним мінералогічним складом. Вирішальною умовою активності шлаків є наявність скловидної фази, яка здатна взаємодіяти з лугами.

Шлакопортландцемент - це гідравлічна в'язуча речовина, яку отримують шляхом тонкого помелу клінкеру, необхідної кількості гіпсу та гранульованого шлаку. У шлакопортландцементі може міститися 36...80% гранульованого доменного шлаку.

Дослід 1. Визначення тонкості помелу в'язучого ситовим методом

Основним показником тонкості помелу в'язучого є залишок на ситі №008 (з розміром комірки 0,08×0,08 мм). В'язуче (цемент) із залишком на ситі №008 більшим 15% рахують браком, оскільки грубі частинки розміром більше 80...100 мкм дуже повільно реагують з водою і знижують міцнісні показники в'язучого.

В роботі використовуються сита №008 і №02. Наважку висушеного в'язучого в кількості 50 г (точність зважування 0,01 г) переносять на сито №02, розміщене на ситі №008, а під нього підставляють піддон, набір сит накривають кришкою. Цемент розсіюють, використовуючи механічний струшувач або вручну. На ситах і піддоні залишаються фракції 200 мкм, 80...200 мкм і < 80 мкм. Через 5...7 хв. після початку струшування зважують залишок на ситі №02. Просіювання можна закінчити, коли протягом 1 хв. при ручному струшуванні на кальку (без піддона) через сито №008

проходить не більше 0,05 г в'язучого. Тонкість помелу в'язучого T_{008} (%) визначається з точністю до 0,1% як відношення залишку на ситі №008 до початкової маси проби:

$$T_{008} = \frac{m_{008} \cdot 100}{m_0} \quad (2.1)$$

де m_{008} - залишок на ситі №008, г; m_0 – маса вихідної наважки цементу, г.

Дослід 2. Визначення нормальної густини цементного тіста

Нормальна густина цементного тіста визначається за допомогою приладу Віка, при цьому в нижню частину стержня приладу вставляють металевий товкачик $\varnothing 10 \pm 0,1$ мм.

Нормальною густиною цементного тіста рахують таку консистенцію його, при якій товкачик приладу Віка, занурений в кільце, заповнене тістом, не доходить на 5...7 мм до пластинки, на якій розміщене кільце.

Нормальну густина цементного тіста характеризують кількістю води замішування, вираженою у відсотках від маси цементу. Цей показник для портландцементу коливається в межах 24...30%.

Для приготування цементного тіста відважують 300 г в'язучого, засипають в чашу, попередньо протерту вологою тканиною. Потім у цементі роблять заглиблення, в яке вливають за один прийом воду в кількості, приблизно необхідній для отримання цементного тіста нормальної густини. Заглиблення засипають цементом і через 30 секунд після додавання води спочатку обережно перемішують, а потім енергійно розтирають тісто лопаткою.

Тривалість перемішування і розтирання - 5 хв. з моменту введення води.

Перед початком випробувань перевіряють, чи вільно опускається стержень приладу Віка, а також записують нульовий показник приладу при дотиканні товкачика до пластинки, на якій розміщене кільце. Кільце і пластинку перед початком випробувань змащують тонким шаром мастила.

Приготоване цементне тісто вкладають у кільце за один прийом і 5...6 разів струшують, постукуючи по твердій основі.

Поверхню тіста вирівнюють з краями кільця, зрізуючи надлишок зволуженим шпателем. негайно після цього приводять товкачик приладу в дотик з поверхнею тіста в центрі кільця і закріплюють стержень стопорним пристроєм.

Потім звільняють стержень і дають можливість товкачику вільно занурюватись у цементне тісто протягом 30 секунд, після цього проводять відлік глибини занурення по шкалі. Кільце з тістом під час відліку не повинне піддаватись поштовхам.

Дослід повторюють до тих пір, доки не буде досягнута така глибина занурення товкачика, яка відповідає нормальній густині. При цьому кожен раз готують нову порцію цементного тіста. Результати випробувань заносять у журнал.

Дослід 3. Визначення марки в'язучого.

Марка в'язучого визначається в результаті випробувань зразків-балочок у віці 28 діб розміром 40×40×160 мм на згин і утворених при цьому їх половинок на стиск.

Зразки виготовляють із цементно-піщаного розчину складу 1:3 (одна частина цементу і три частини нормального піску).

Розчин повинен мати нормальну консистенцію.

Виготовлення розчину

Для визначення консистенції цементного розчину зважують 1500 г піску і 500 г в'язучого, висипають їх в попередньо зволожену чашу, перемішують в'язучого з піском лопаткою протягом 1 хв. Потім в центрі сухої суміші роблять ямку, вливають туди воду в кількості 200 г ($V/D = 0,4$), дають воді всмоктатись протягом 0,5 хв. і перемішують суміш ще протягом 1 хв.

Розчин переносять в попередньо зволожену чашу механічної мішалки і перемішують в ній протягом 2,5 хв. (20 обертів чаші). На струшуючий столик ставлять форму-конус. Диск столика і внутрішню поверхню форми-конуса попередньо зволожують тканиною. По закінченні перемішування розчину ним заповнюють форму-конус на половину висоти і ущільнюють 15-ма штикуваннями металевої штиковки. Потім заповнюють конус з надлишком і штикують ще 10 разів. Після ущільнення надлишок розчину зрізають шпателем врівень з верхом конуса, потім вертикально знімають конус.

Розчин струшують на столику 30 раз протягом 30 ± 5 с. Після цього штангенциркулем або лінійкою вимірюють діаметр конуса по нижній площині в двох перпендикулярних напрямках і знаходять середнє значення. Для тіста нормальної консистенції розплив конуса повинен бути не менше 106 мм. Якщо він виявиться меншим 105 мм, кількість води збільшують..

Виготовлення зразків

Для визначення марки цементу виготовляють 3 зразки в стандартній формі-трійці. Внутрішню поверхню стінок і піддона форми змащують машинним мастилом. На зібрану форму ставлять насадку. Зразки-балочки виготовляють із цементного розчину нормальної консистенції. Для ущільнення розчину форму з насадкою закріплюють на вібротрамблері, потім заповнюють розчином по висоті приблизно на 1 см і включають вібротрамблер. Протягом перших 2-х хвилин вібрації всі три комірки форми рівномірно невеликими порціями заповнюють розчином. Через 3 хв. після початку вібрування трамблер вимикають. Форму знімають, зрізують ножом, змоченим водою, надлишок розчину, загладжують поверхню зразків врівень з краями форми і маркують кожний зразок.

Після виготовлення зразки в формах зберігають 24 ± 2 год. у ванні з гідравлічним затвором. Потім зразки обережно виймають із форми і розміщують у ванні з питною водою так, щоб вони не торкались один до одного. Вода повинна покривати зразки не менше ніж на 2 см і її потрібно міняти кожні 14 діб. Температура води повинна бути $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Загальний строк зберігання - 28 діб, після чого зразки випробовують.

У робочому журналі роблять запис із зазначенням кількості води, при якій досягається необхідний розплив конуса; величини В/Ц і розпливу конуса; дату виготовлення зразків.

Визначення межі міцності на згин

Випробування проводять на приладі МІІІ-100 або аналогічному. Зразки встановлюють на дві опори і завантажують посередині. Опорні і передаючі навантаження елементи повинні мати циліндричну форму і розміщуватись строго паралельно. Зразок розміщують на опорних елементах приладу так, щоб його горизонтальні при виготовленні грані знаходились у вертикальному положенні. Випробування зразків проводять відповідно до

інструкції, яка додається до приладу і згідно вказівок викладача чи лаборанта.

Міцність на згин вираховують як середнє арифметичне значення з двох найбільших результатів випробувань трьох зразків. Результати досліджу заносять у журнал.

Визначення межі міцності на стиск

На стиск випробовують шість половинок балочок, отриманих після випробування на згин. Для передачі навантаження на половинки використовують дві пластинки розмірами 40×62,5 мм, виготовлені з нержавіючої сталі. Половинку балочки розміщують між двома пластинками так, щоб бокові грані, які при виготовленні прилягали до стінок форми, знаходились на площинах пластинок, а упори пластинок щільно прилягали до торцевої гладкої поверхні зразків. У такому випадку площа опирання зразків на пластини складає 0,0025 м² (рис. 2.1).

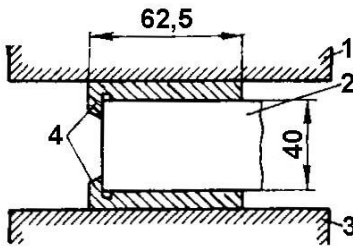


Рис. 2.1. Схема випробування зразків-балочок на стиск:

1 – верхня плита преса; 2 – половина балочки; 3 – нижня плита преса; 4 – пластинки.

Для визначення межі міцності на стиск використовують прес з граничним навантаженням 200...500 кН. Середня швидкість приросту навантаження має бути $2 \pm 0,5$ МПа. Зразок разом з пластинками розміщують на опорній плиті пресу, потім доводять його до руйнування, визначають руйнуюче навантаження за шкалою преса.

Границя міцності на стиск, МПа, дорівнює

$$R_{CT} = 0,001 \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

де F - руйнуюче навантаження, кН, A - площа навантаження, м².

Середнє значення міцності на стиск обчислюють як середнє арифметичне чотирьох найбільших результатів шести випробуваних напівбалочок. Результати досліджу записують у робочий журнал. На підставі даних випробувань роблять висновок про марку цементу, порівнюючи отримані результати з нормативними показниками ДСТУ Б Д.2.7-46.

Контрольні запитання

1. Які є основні фізико-механічні властивості малоклінкерних та безклінкерних в'язучих.
2. Які вимоги нормативних документів до тонкості помелу в'язучих?
3. Що таке тужавлення цементу? Які вимоги до строків тужавлення?
4. Як визначається марка в'язучих? Які бувають марки?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3.

Дослідження властивостей бетонів, будівельних розчинів та сухих будівельних сумішей виготовлених на малоклінкерних та безклінкерних в'язучих.

Дослід 1. Визначення рухливості розчинових сумішей виготовлених на малоклінкерних в'язучих

Прилад для визначення рухливості (рис. 3.1.), частина якого занурюється в розчин і закінчується еталонним конусом із масою 300 ± 2 г, ємності для зберігання проби (не допускаються вироби з алюмінію або оцинкованої сталі).

Рухливість свіжопідготовленого розчину характеризує його здатністю розтікатися під дією власної ваги. Вона визначається глибиною занурення еталонного конуса в розчин. Об'єм проби повинний бути не меншим 3 л. Для дослідження свіжопідготовлений розчин перемішують, наповняють ємність, приблизно на 1 см нижче її країв, ущільнюють 25 разів шляхом штикування сталевим стержнем діаметром 10-12 мм і струшують ємність 5-6 разів легким постукуванням об стіл.

Прилад для визначення рухливості встановлюють на горизонтальній поверхні (столі) і перевіряють свободу ковзання стержня конусу в тримачі. Вістря конусу приводять у положення зіткнення з поверхнею розчину в ємності, закріплюють стержень конусу пусковим гвинтом і записують перший відлік по шкалі. Потім відпускають пусковий гвинт, надаючи конусу можливість вільно занурюватися в розчин, і по закінченні занурення конуса записують другий відлік по шкалі. Глибина занурення конуса в розчин, см, визначається як різниця між другим і першим показником.

Залежно від рухливості розчинні суміші поділяються на марки згідно таблиці 3.1.

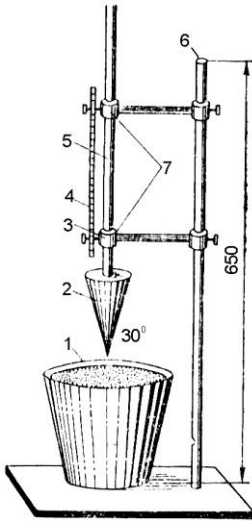


Рис. 3.1. Прилад для визначення рухливості розчинної суміші (конус СтройЦНИЛа):

1 – посудина для розчинної суміші; 2 – конус; 3 – затискний гвинт; 4 – шкала; 5 – ковзаючий стержень; 6 – стійка; 7 – тримачі.

Таблиця 3.1

Марки розчинових сумішей за рухливістю

Марка суміші за рухливістю	Рухливість, см	Призначення розчинної суміші
П4	Від 1 до 4 включно	Бутова кладка, ущільнена вібруванням
П8	Вище 4 до 8 включно	Бутова кладка звичайна з порожнистої цегли і каменів, монтаж стін з крупних блоків і панелей, розшивання горизонтальних і вертикальних швів в стінах з панелей і блоків, облицювальні роботи
П12	Вище 8 до 12 включно	Кладка із звичайної цегли і різного виду каменів, штукатурні і облицювальні роботи
П14	Вище 12 до 14	Заповнення порожнин в кладці

Рухливість обчислюють як середнє арифметичне двох

дослідів. Результати заносяться в журнал.

Дослід 2. Визначення межі міцності розчину на стиск.

Межа міцності розчину при стиску визначається на зразках-кубах з довжиною ребра 70,7 мм. На кожний термін дослідження виготовляють по три зразка розчину визначеного складу.

Зразки, витягнуті через 24 ± 2 г після укладки з форм, зберігаються в камері нормального твердіння (при застосуванні гідралічних в'язких) або в приміщенні при відносній вологості повітря 65 ± 10 %,

Перед проведенням випробувань зразки вимірюють, а потім встановлюють на нижню плиту преса, центрують відносно його осі так, щоб основою служили грані, які стикаються з стінками форми при виготовленні зразків.

При проведенні випробувань навантаження на зразок повинно зростати безперервно з постійною швидкістю не більш $0,6 \pm 0,4$ МПа в секунду до його руйнування. Досягнуте в процесі випробування максимальне зусилля приймають за величину руйнуючого навантаження.

Межа міцності на стиск вираховується для кожного зразка як частка від ділення руйнуючого навантаження на робочу площу зразка. В якості остаточного результату приймають середнє арифметичне випробування трьох зразків.

Контрольні запитання

1. Які властивості контролюються для мурувальних та опоряджувальних розчинів і чому вони дорівнюють?
2. Яка різниця між розчином та дрібнозернистим бетоном?
3. Як можна підвищити пластичність мурувальних розчинів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Визначення якості ефективних керамічних виробів

Дослід 1. Оцінка якості ефективної цегли за зовнішнім оглядом та обміром розмірів зразка.

Зовнішнім оглядом встановлюють наявність недопалу чи перепалу в контрольній цеглі, для чого порівнюють відібрані зразки з еталоном (нормально випалена цегла). Більш світлий колір цегли за еталоном (“яскраво-червона” цегла) та глухий звук при ударі по цеглі молотком на наявність недопалів. Перепалена цегла характеризується оплавленням та вспученням, має темний колір і зазвичай викривлення. Після зовнішнього огляду вимірюють довжину, ширину і товщину цегли, а також визначають викривлення поверхонь і ребер, наявність та довжину тріщин.

За теплотехнічними властивостями виробу ділять табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Класифікація виробів за класом середньої густини

Група виробів	Теплопровідність виробів, Вт/м·К	Клас густини	Середня густина, кг/м ³
Високої ефективності	<0,24	0,8	<800
Збільшеної ефективності	0,24 – 0,36	1,0	801 – 1000
Ефективні	0,36 – 0,46	1,2	1001 – 1400
Умовно ефективні	0,46 – 0,58	1,4	1401 – 1600
Малоефективні	>0,58	2,0	> 1600

Відхилення від номінальних розмірів і показників зовнішнього вигляду виробів не повинні перевищувати на одному виробі величин зазначених в ДСТУ Б В.2.7-61. Результати дослідів записують в робочий журнал.

Дослід 2. Визначення марки ефективних керамічних виробів

Марку цегли за міцністю встановлюють за значенням границь міцності на стиск і згин, каменю – тільки на стиск відповідно до таблиці.

Випробовують по 5 шт. зразків на стиск і на згин. Середнє значення межі міцності визначають як середнє арифметичне. Також

записують мінімальний результат випробувань. Результати дослідів порівнюють з вимогами ДСТУ Б В.2.7-61 та записують в журнал

Схема установки зразка
випробування на згин випробування на стиск

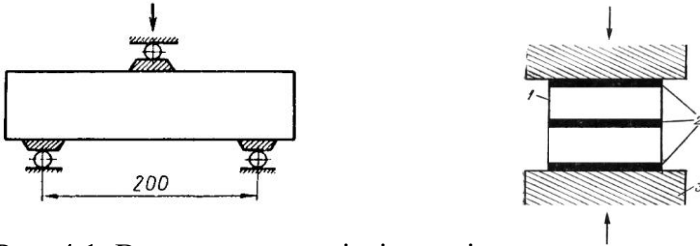


Рис. 4.1. Визначення межі міцності цегли на згин та стиск:
1 – цеглина (половинка цеглини), 2 – прокладки, 3 – пластини

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Визначення властивостей ніздрюватих бетонів

Бетон — штучний камінь конгломератної будови, який одержують внаслідок твердіння ретельно перемішаної і ущільненої суміші мінерального або органічного в'язучого, заповнювачів, води чи водного розчину.

Бетон ніздрюватий - це бетон, в якому основну частину об'єму складають рівномірно розподілені пори, отриманих за допомогою газо- або піноутворювачів

Марки ніздрюватих бетонів за середньою густиною у сухому стані: D200, D250, D300, D350, D400, D500, D600, D700, D800, D900, D1000, D1100.

Класи бетонів за міцністю на стиск: В 0,35; В 0,5; В 0,75; В 1; В 1,5; В 2; В 2,5; В 3,5; В 5; В 7,5; В 10; В 12,5; В 15.

Дослід 1. Визначення густини

Підготовка та порядок проведення випробування

Середню густину бетону визначають випробуванням зразків у стані природної вологості або в нормованому вологому стані: сухому, повітряно-сухому, нормальному, водонасиченому. При визначенні середньої густини бетону в стані природної вологості

зразки випробовують відразу ж після їх відбору або зберігають у паронепроникному пакованні або герметичній тарі, обсяг якої перевищує обсяг покладених у неї зразків не більше ніж у два рази. Середню густину бетону при нормованому вологому стані визначають випробуванням зразків бетону, що мають нормовану або природну вологість із наступним перерахуванням отриманих результатів на нормовану вологість.

При визначенні вологості бетону в сухому стані зразки висушують до постійної маси. При визначенні середньої густини бетону в повітряно-сухому стані зразки перед випробуванням витримують не менше 28 діб у приміщенні за температури (25 ± 10) °С і відносній вологості повітря (60 ± 10) %.

При визначенні середньої густини бетону в нормальних вологих умовах зразки зберігають 28 діб у камері нормального твердіння, ексикаторі або іншій герметичній посудині за відносної вологості повітря не менше 95 % і температури (20 ± 5) °С.

При визначенні середньої густини бетону у водонасиченому стані зразки насичують водою протягом 24 год..

Об'єм зразків правильної форми обчислюють за їх геометричними розмірами. Розміри зразків визначають лінійкою або штангенциркулем із похибкою не більше 0,1 мм. Об'єм зразків неправильної форми визначають за допомогою об'ємоміра або гідростатичним зважуванням

Обробка результатів

Середню густину бетону ρ_w зразка з вологістю в момент випробування W_M визначають із похибкою до 1 кг/м^3 за формулою:

$$\rho_w = \frac{m}{V}, \quad (5.1)$$

де m - маса зразка, кг;

V - об'єм зразка, м^3 .

Середню густину бетону серії зразків визначають як середнє арифметичне значення результатів випробування всіх зразків серії.

Результати дослідів записують в журналі

Дослід №2. Визначення межі міцності бетону на стиск (марки та класу бетону)

Зразки, які зберігались у стандартних умовах визначений час, підлягають випробуванню. Випробуванню не підлягають зразки, які мають на гранях раковини та каверни.

Зразки повинні вийматись з камери нормального твердіння не раніше, ніж за 1 год до моменту їх випробування. Перед випробуванням зразки-куби оглядають, вимірюють та зважують. До виконання обміру визначають робоче положення зразка, вибираючи опорні грані так, щоб стискаюча сила при випробуванні була напрямлена паралельно шарам укладки суміші в форму. Напливи бетону на ребрах опорних граней зчищають напилком.

Для кожного зразка необхідно визначити:

1. Площу перерізу зразка (F) см^2 як середнє арифметичне площ обох опорних граней зразка з округленням до $0,1 \text{ см}^2$.
2. Висоту зразка в см , як середнє арифметичне з двох вимірювань по протилежних гранях у робочому положенні зразка з округленням до 1 мм .
3. Об'єм зразка в см^3 , обчислений як добуток робочої площі перерізу на висоту зразка з округленням до 1 см^3 .
4. Масу зразка в грамах з точністю до 10 г .
5. Середню густину зразка з округленням до $0,01 \text{ г/см}^3$.

Зразки встановлюють на нижню опорну плиту, центруючи по осі преса і прикладають навантаження, швидкість росту якого $0,6 \pm 0,2 \text{ МПа}$. Зразки доводять до повного руйнування. Межу міцності бетону на стиск ($R_{ст}$ в МПа) кожного зразка обчислюють як кратне від ділення величини руйнівного навантаження (P_{max}) на робочу площу перерізу зразка. Отримані результати приводять до міцності зразка стандартного розміру $150 \times 150 \times 150 \text{ мм}$, помноживши на відповідний коефіцієнт. Для зразків розміром $100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$ перевідний коефіцієнт $K=0,95$.

Результати дослідів записують в журнал

Контрольні запитання

1. Дати визначення бетону і ніздрюватого бетону.
2. Навести класифікацію ніздрюватого бетону.
3. Перерахувати вихідні дані для проектування складу ніздрюватого бетону.
4. Вказати головні відмінності номінального складу бетону від виробничого.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Визначення властивостей модифікованих бітумів

Бітуми являють собою суміші високомолекулярних вуглеводів та їх неметалевих похідних. Природні бітуми утворюються внаслідок окислення нафти: вони звичайно просочують пористі гірські породи. Із цих, так званих асфальтових, гірських порід бітум вилучають за допомогою органічних розчинників. У будівництві розповсюджені штучні або нафтові бітуми – залишкові продукти перегонки нафти, що утворюються після виходу масла із мазуту або гудрону. Для підвищення в'язкості залишкові бітуми окислюють повітрям при температурі 180...280°C.

У напівтвердих і твердих бітумів в'язкість умовно оцінюють за глибиною проникнення голки певного діаметра при температурі 25°C у градусах пенетрації (градус складає 0,1 мм).

Деформативність бітумів характеризується розтягненістю (дуктильністю) – здатністю витягуватись у нитку. Якщо більше розтягненість, то буде й вище пластичність бітуму.

Дослід №1. Визначення деформативності бітуму

Деформативність бітумів визначають на приладі дуктилометрі (рис. 6.1.), який являє собою металеву ємність. По всій довжині ящика проходить черв'ячний гвинт з насадженими на нього двох полужок, які пересуваються по направляючому гвинту із швидкістю 5 см/хв. Ємність споряджена шкалою, по якій ковзасе покажчик, закріплений на полужках.

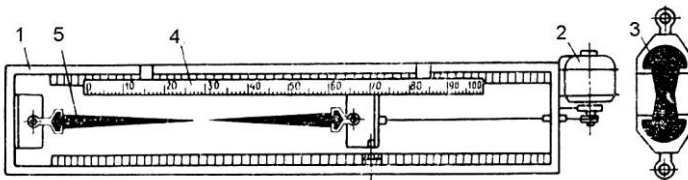


Рис. 6.1. Дуктилометр:

- 1 – ємність; 2 – електродвигун; 3 – форма, заповнена бітумом;
- 4 – лінійка; 5 – нитка бітумного зразка в момент розриву.

Розтоплений бітум наливають в латунні збірні форми, в яких бітум після охолодження набуває форму видовженої цифри вісім.

Після витримування зразків бітуму протягом 1-1,5 години в

воді при температурі 25 °С їх переносять в дуктилометр, закріплюють, видаляють бокові частини форми і розтягують. Вода в ванні дуктилометра протягом всього часу випробування повинна мати температуру 25 °С і цілком покривати зразок. Зразки поступово витягуються в нитку, а потім рвуться. В момент розриву відмічають видовження зразка на шкалі в см.

Випробуванню піддаються три зразки і за остаточний результат приймають середнє із трьох значень. Результати досліді записують в журнал

Дослід №2. Визначення температури розм'якшення бітуму.

Температуру розм'якшення визначають на приладі «Кільце та куля» (рис. 6.2.), який складається з трьох металічних дисків, закріплених на визначеній відстані один від одного металевими стержнями, які проходять через них. В середньому диску є два отвори, в кожний з яких вставляють латунні кільця з внутрішнім діаметром 15,88 мм, висотою 6,25 мм і товщиною стінок 2,38 мм. Посередині верхнього диску є отвір, в який вставляють термометр

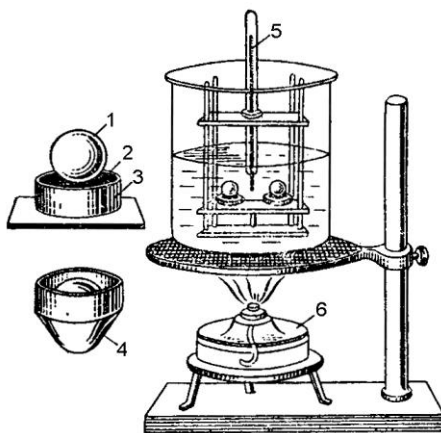


Рис. 6.2. Прилад «кільце та куля»:

- 1 – куля;
- 2 – бітум;
- 3 – кільце;
- 4 – бітум, видавлений з кільця;
- 5 – термометр;
- 6 – спиртівка.

Випробуванню піддаються два зразки і за остаточний результат приймають середнє із цих значень. Результати досліді записують в журнал.

Дослід №3. Визначення в'язкості бітуму

Для характеристики в'язкості бітумів (в'язких і твердих)

використовують умовний показник твердості – глибину проникнення голки у випробовуваний матеріал. Глибину проникнення визначають на спеціальному приладі – пенетрометрі (рис. 6.3.).

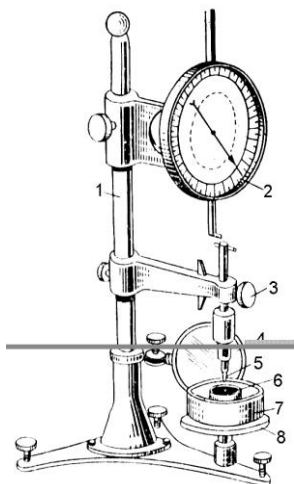


Рис. 6.3. Пенетрометр:

- 1 – штатив;
- 2 – диск з циферблатом;
- 3 – затискний пристрій;
- 4 – дзеркало;
- 5 – голка;
- 6 – бітум, що досліджується;
- 7 – посуд з водою;
- 8 – столик.

Кожен градус на циферблаті пенетрометра відповідає 0,1 мм. Чашку з бітумом ставлять на столик пенетрометра. Збільшивши стержень підводять голку до поверхні бітуму. Відзначивши початкове положення стрілки на циферблаті, одночасно пускають секундомір і натискають кнопку, даючи можливість голці вільно занурюватися в зразок. Через п'ять секунд кнопку відпускають і відзначають нове положення стрілки. Різниця між другим і першим показниками стрілки дає глибину проникнення голки в бітум в градусах. Голку занурюють не менше трьох разів в різних точках поверхні. За результатами визначення трьох характеристик – деформативності, температури розм'якшення та в'язкості, роблять висновок про марку бітуму. Результати дослідження записують в журнал.

Контрольні запитання

1. Для чого проводиться модифікування бітумів.
2. Сфера застосування модифікованих бітумів.
3. Навести основні властивості модифікованих бітумів.
4. Як пов'язані між собою теплостійкість, в'язкість та деформативність бітумів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

Визначення властивостей пінополістерольних виробів

Пінополістирол – легкий ніздрюватий матеріал, що утворюється спіненням полістиролу.

Дослід 1. Визначення середньої густини пінополістерольних зразків.

Середня густина – маса одиниці об'єму матеріалу, включаючи пори і пустоти.

Середню густину визначають на вирізаний зразках правильної геометричної форми з мінімальним розміром 50 мм. Середню густину визначають не менше ніж на трьох зразках. Зразки очищають від пилу і висушують до постійної маси в електрошафі при температурі $105 \pm 5^\circ\text{C}$ і зважують. Об'єм зразків визначають за їх геометричними розмірами. Для визначення кожного лінійного розміру зразок вимірюють в трьох місцях – по ребрах і середині грані. За остаточний результат приймають середнє арифметичне значення трьох вимірів.

Середню густину окремого зразка ($\rho_{0,i}$) в $\text{кг}/\text{м}^3$ обчислюють за формулою:

$$\rho_{0,i} = \frac{m}{V} \cdot 1000 \quad (7.1)$$

де m - маса зразка, висушеного до постійної маси, г; V - об'єм зразка, см^3 .

Середню густину зразків (ρ_0) визначають як середнє арифметичне результатів визначень середньої густини усіх окремих зразків.

Результати визначення середньої густини заносяться в журнал випробувань за формою, яка наведена в додатку.

Дослід 2. Визначення водопоглинання

Водопоглинання - здатність матеріалу всмоктувати й утримувати вологу при безпосередньому стиканні з водою. Дослідні зразки висушують до постійної маси в електрошафі за температури $50 \pm 5^\circ\text{C}$ і зважують.

Висушені зразки укладають на ґратки в посудину з водою температурою $20 \pm 5^\circ\text{C}$ в один ряд за висотою із зазорами між ними не меншими 20 мм так, щоб рівень води був вищий за верх зразків на (20...100) мм. Тривалість витримання у воді 48 ± 1 год. Насичені зразки виймають із води, обтирають вологою губкою або м'якою тканиною і зважують. Масу води, яка витекла на шальку терезів, включають у масу зразка, насиченого водою. Водопоглинання зразка (W) у відсотках за масою обчислюють за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100\% \quad (7.2)$$

де m_1 - маса зразка, насиченого водою, г; m - маса зразка, висушеного до постійної маси, г.

Результати дослідів заносяться в журнал випробувань за формою, яка наведена в додатку.

Контрольні запитання

1. Дати визначення, розмірності та формули: середньої густини, водопоглинання.
2. Назвати методи та намалювати схеми дослідів визначення таких основних властивостей: середньої густини, водопоглинання, водонепроникності.

Список основної рекомендованої літератури

1. Дворкін Л. Й., Дворкін О. Л., Пушкарьова К. К., Кочевих М. О., Мохорт М. А. Використання техногенних продуктів у будівництві. Рівне : НУВГП, 2009. 340 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/2259/>
2. Дворкін Л. Й., Мироненко А. В. Будівельні матеріали та вироби із застосуванням промислових відходів : навч. посіб. / Л. Й. Дворкін, Рівне : НУВГП, 2019. 298 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/15074/>
3. Технологічне проектування підприємств збірного залізобетонну : навч. посіб. / Л. Й. Дворкін, О. В. Безусяк, О. Л. Дворкін, Ю. В. Гарніцький ; за ред. проф., д.т.н. Л. Й. Дворкіна. Рівне : РДТУ, 2001. 153 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/10443/>
4. Ефективні технології бетонів та розчинів із застосуванням техногенної сировини : монографія / Л. Й. Дворкін, В. В. Житковський, В. В. Марчук та ін. Рівне : НУВГП, 2017. 424 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/14467/>
5. Дворкін Л. Й. Бетони на нецементних в'язучих : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2021. 145 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/26302/>.
6. В'язучі матеріали, бетони і розчини у сучасному будівництві : навчальний посібник / Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін, В. Адамчик та ін. Рівне : НУВГП, 2012. 268 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2777>.
7. Дворкін Л. Й. Властивості мінеральних будівельних матеріалів : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2019. 418 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/18983>.
8. Дворкін Л. Й., Гоц В. І., Дворкін О. Л. Випробування бетонів і будівельних розчинів. Проектування їх складів : навчальний посібник. К. : Основа, 2014. 304 с.

Додаток А
ФОРМИ ЖУРНАЛІВ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО
ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**
**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ І
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА**

ЖУРНАЛ

лабораторних робіт з дисципліни:

“Технології сучасних ресурсоекономних будівельних матеріалів”
(№1, №2, №3, І семестр)

Студента групи _____, ____ курсу

Керівник лабораторного практикуму

Рівне -2024

Лабораторна робота №1
Властивості гіпсових в'язучих виготовлених на основі
фосфогіпсу

Дослід 1. Визначення тонкості помелу в'язучих виготовлених на
основі фосфогіпсу

Обладнання та матеріали: зразки фосфогіпсу; сито №02, ваги.

Метод вимірювань: просіювання.

Схема досліду:

Показники	№ проби	
	1	2
Маса наважки, м, г.		
Маса залишку на ситі №02, m_1 , г		
Тонкість помелу, % ($T = (m_1/m) \cdot 100\%$)		
Середнє значення тонкості помелу, %		

Висновок: _____

Дослід 2. Визначення нормальної густини гіпсового тіста на основі
фосфогіпсу

Обладнання та матеріали: зразки фосфогіпсу; металева лінійка,
віскозиметр Суттарда, чаша кельма,
ваги, мішалка, мірні циліндри.

Метод вимірювань: віскозиметр Суттарда.

Схема досліду

Результати вимірювань

№№ спроби	Маса наважки, г	Час пере- шування, с	Маса води, г	$\frac{B}{\Gamma}$	Діаметр розливу, D _p , мм	НГ, %
1						
2						
3						
4						

Висновок: _____

Дослід 3. Визначення строків тужавлення в'язучого на основі
фосфогіпсу

Обладнання та матеріали: прилад Віка з голкою, чаша, мірний
циліндр,

секундомір, мішалка

Метод: за допомогою приладу Віка

Схема досліджу

Результати дослідження

№№ спроби	НГ, %	Час			Строки тужавлення	
		Замішування	Початку тужавлення	Кінця тужавлення	початок	кінець

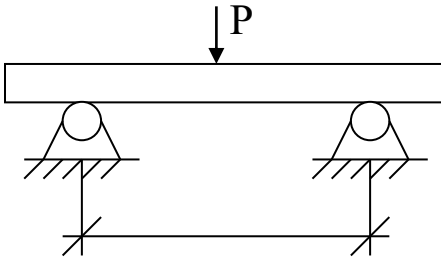
Висновок: _____

Дослід 4. Визначення марки в'язучого на основі фосфогіпсу
 Обладнання та матеріали: прилад для випробування балочок на згин
 МІІ-100, гідравлічний прес, форма для
 виготовлення зразків-балочок, чаша, мірний
 циліндр, терези, мішалка.

Метод: руйнівний

Визначення межі міцності при згині $R_{зг}$

Схема установки зразка



Результати дослідження

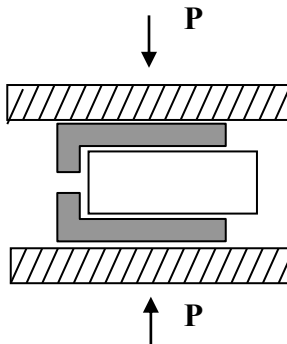
№ зразка	$R_{зг}$, МПа
1	
2	
3	

Середня міцність зразків на згин $R_{зг} =$ _____

Визначення межі міцності на стиск: $R_{ст}$

Робоча формула: $R_{ст} = P/S$

Схема установки зразка



Результати дослідження

№ зразка	S, см ²	P, кгс	R _{ст} , МПа
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Середнє значення			

Висновок: _____

Лабораторна робота №2 Дослідження властивостей малоклінкерних та безклінкерних в'язучих

Дослід 1. Визначення тонкості помелу в'язучого ситовим методом
 Обладнання та матеріали: зразки в'язучого; сито №008, ваги.

Метод вимірювань: просіювання.
 Схема досліду:

Результати дослідження

Показники	№ проби	
	1	2
Маса наважки, м, г.		
Маса залишку на ситі №008, m ₁ , г		
Тонкість помелу, % ($T = (m_1/m) \cdot 100\%$)		
Середнє значення тонкості помелу, %		

Висновок: -----

Дослід 2. Визначення нормальної густини цементного тіста

Обладнання та матеріали: сферична чаша з лопаткою з нержавіючої, прилад Віка з пестиком сталі, ваги, мірний циліндр, в'язуче.

Схема досліду

Кількість води, % маси цементу										
Глибина занурення товкачика в мм										

Висновок: -----

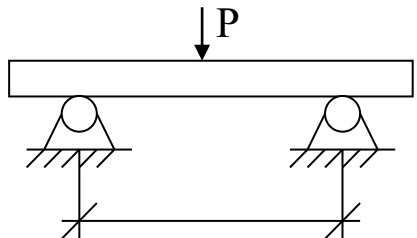
Дослід 3. Визначення марки в'язучого

Обладнання та матеріали: прилад для випробування балочок на згин МІІІ-100, гідравлічний прес, форма для виготовлення зразків-балочок, чаша, мірний циліндр, ваги, мішалка.

Метод: руйнівний

Визначення межі міцності при згині $R_{зг}$

Схема установки зразка



Результати дослідження

№ зразка	$R_{зг}$, МПа
1	
2	
3	

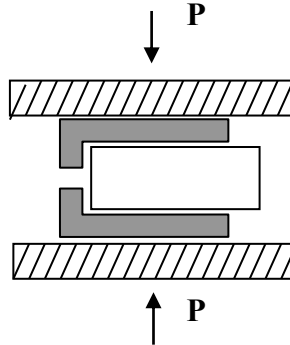
Середня міцність зразків на згин $R_{зг} = \text{-----}$

Визначення межі міцності на стиск: $R_{ст}$

. Визначення межі міцності на стиск

Робоча формула: $R_{ст} = P/S$

Схема установки зразка



Результати дослідження

№ зразка	S, см ²	P, кгс	R _{ст} , МПа
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Середнє значення			

Висновок: -----

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3.

Дослідження властивостей бетонів, будівельних розчинів та сухих будівельних сумішей виготовлених на малоклінкерних та безклінкерних в'язучих.

Дослід 1. Визначення рухливості розчинових сумішей виготовлених на малоклінкерних в'язучих

Засоби випробування: прилад для визначення рухливості (рис. 3.1.), частина якого занурюється в розчин і закінчується еталонним конусом із масою 300 ± 2 г, ємності для зберігання проби (не допускаються вироби з алюмінію або оцинкованої сталі).

№ замісу	Витрата компонентів, кг				Рухливість, см
	В'язуче	В	П	Добавка	

Висновок: _____

Дослід 2. Визначення межі міцності розчину на стиск.

Засоби випробування: розбірні форми з сталі з піддоном і без піддону; шпатель; сталевий стержень діаметром 10-12 мм; ніж; гідравлічний прес.

Показник	Зразок		
	1	2	3
Геометричні розміри, см: поперечного перерізу ($a \times b$) висота (h)			
Площа поперечного перерізу, см^2			
Руйнівне навантаження, кН			
Межа міцності на стиск окремого зразка, МПа			
Межа міцності на стиск випробуваних зразків, МПа			
Марка розчину			

Висновок: _____

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО
ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ВИРОБІВ І
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА**

ЖУРНАЛ

лабораторних робіт з дисципліни:

“Технології сучасних ресурсоекономних будівельних матеріалів”

(№4, №5, №6, №7 2 семестр)

Студента групи _____, ___ курсу

Керівник лабораторного практикуму

Рівне -2024

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4
Визначення якості ефективних керамічних виробів

Дослід №1. Оцінка якості ефективної цегли за зовнішнім оглядом та обміром розмірів зразка.

Обладнання та матеріали: еталонний та досліджуваний зразки цегли; металева лінійка та косинець, штангенциркуль, крапельниця із водним розчином соляної кислоти.

Метод: прямих вимірювань.

Результати досліджень

№ п/п	Показники якості цегли	Вимоги ДСТУ Б В.2.7-61	Результат огляду		
			1	2	3-5
1	Розміри, мм: Довжина Ширина Висота	250 ± 5 120 ± 4 65 ± 3			
2	Викривлення граней та ребер, мм По постелі По ложку	≤ 3 ≤ 4			
3	Відбитості і затуплення ребер та кутів, розміром по довжині ребра	1 5 мм ≤ 2 шт			
4	Наскрізні тріщини по ложкових гранях на всю товщину цегли протяжністю по її ширині	До 30 мм ≤ 1 шт			
5	Недопал або перепал	Не допускається			
6	Вапнякові включення ("дутики")	Не допускається			

Висновок:

Дослід №2. Визначення марки цегли

Обладнання та матеріали: прес, установка для визначення границі міцності при згині та стиску, 5 шт. цегли, гумові прокладки, сушильна шафа.

Метод: руйнівний.

Робоча формула:

Границя міцності при згині: $R_{зг} = \frac{3Pl}{2bh^2}$, МПа (обчислюється з

точністю 0,05 МПа)

P - руйнуюче навантаження, кгс або кН; l - відстань між осями опор, (l = 200 мм);

b - ширина зразка, мм; h - висота зразка, мм

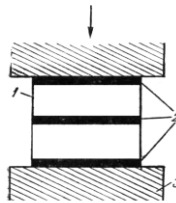
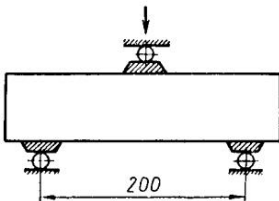
Границя міцності на стиск: $R_{ст} = P/S$, МПа (обчислюється з точністю 0,1 МПа)

P - руйнуюче навантаження, кгс або кН;

S - площа поперечного перерізу, що вираховується як середнє арифметичне площі

верхньої і нижньої поверхні зразка, м²

Схема установки зразка
випробування на згин випробування на стиск



Визначення межі міцності цегли на згин та стиск:

1 – цеглина (половинка цеглини), 2 – прокладки, 3 – пластилини преса

Результати дослідження

№ п/п	Показники	№ зразків				
		1	2	3	4	5
1	Розміри цегли, см: b (ширина) h (висота) l (довжина)					
2	Руйнівне навантаження, P, H (кгс)					
3	Границя міцності при згині R _{зг} , МПа					
4	Середнє арифметичне значення міцності, МПа					

Висновок:

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 Визначення властивостей ніздрюватих бетонів Дослід 1. Визначення густини

Обладнання та матеріали: ваги, зразки ніздрюватого бетону, металева лінійка.

Метод: прямих вимірювань.

Робоча формула:

$$\rho_w = \frac{m}{V}$$

Результати досліджень

№ проби	Маса, кг	Розміри, м			Густина
		довжина	ширина	висота	
1					
2					
3					

Висновок:

Дослід №2. Визначення межі міцності бетону на стиск (марки та класу бетону)

Обладнання та матеріали: зразки-куби, вібромайданчик, гідравлічний прес, лінійка, вага.

Метод: експериментально-руйнівний.

Робоча формула:

$$R_{\sigma} = 10 \cdot k \frac{F}{S}$$

k - коефіцієнт, що враховує розмір зразка (перевідний коефіцієнт), k=0,95;

F - руйнівне навантаження, кН;

S - площа поперечного перерізу зразка, см²;

R_n - міцність бетону у віці n діб, МПа;

R₂₈ - міцність бетону у віці 28 діб, МПа;

n - кількість діб твердіння бетону (n > 3 діб);

B – клас бетону.

Схема досліду

Результати досліджень

№ зраз-ка	Площа S, см ²	k	F, кН	R _σ ⁿ МПа	R ₂₈ , МПа	Клас бетону
1		0,95				
2		0,95				
3		0,95				
Сер. знач.		0,95				

Висновок:

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6
Визначення властивостей модифікованих бітумів

Дослід №1. Визначення деформативності бітуму

Обладнання та матеріали: дуктилометр, розбірна форма для виготовлення зразків, електрична плитка, тигель, хімічний стакан, термометр, бітум, дистильована вода.

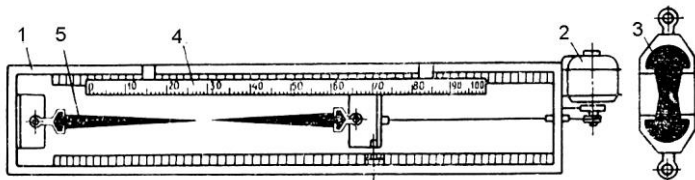


Рис. 6.1. Дуктилометр:

1 – ємність; 2 – електродвигун; 3 – форма, заповнена бітумом;

4 – лінійка; 5 – нитка бітумного зразка в момент розриву

Схема приладу:

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

№ зразка	1	2	3	середнє
1, см				

Висновок

Дослід №2. Визначення температури розм'якшення бітуму.

Обладнання та матеріали: прилад “Кільце і куля” зі сталевими кульками (2 шт.) діаметром 9,5 мм і масою 3,45...3,55 г, електрична плитка, хімічний стакан, термометр, бітум, дистильована вода.

Схема приладу:

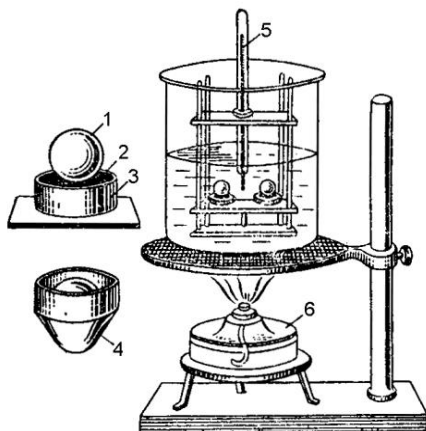


Рис. 2. Прилад «кільце та куля»:
 1 – куля;
 2 – бітум;
 3 – кільце;
 4 – бітум, видавлений з кільця;
 5 – термометр;
 6 – спиртівка.

Результати досліджень

№ зразка	1	2	сер
t, °C			

Висновок

Дослід №3. Визначення в'язкості бітуму

Обладнання та матеріали: пенетрометр, секундомір, посудина із бітумом, хімічний стакан, термометр, дистильована вода

Результати досліджень

№	Початковий показ	Кінцевий показ	Пенетрометрія
Сер.			

Схема приладу:

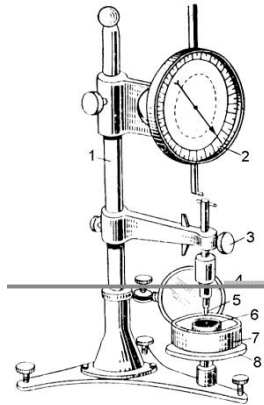


Рис. 6.3. Пенетрометр:

- 1 – штатив;
- 2 – диск з циферблатом;
- 3 – затискний пристрій;
- 4 – дзеркало;
- 5 – голка;
- 6 – бітум, що досліджується;
- 7 – посуд з водою;
- 8 – столик.

Висновок

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

Визначення властивостей пінополістерольних виробів

Дослід № 1. Визначення середньої густини пінополістерольних виробів

Обладнання і матеріали: сушильна шафа, терези із різноважками, штангенциркуль, набір зразків кубиків по 3 шт.

Метод: прямих вимірювань.

Робоча формула: $\rho_0 = \frac{m}{V} \cdot 1000$ [кг/м³]

Схема досліду:

Результати досліджень

№ п/п	Показник	Зразок				
1	Маса висушеного зразка, m, г					
2	Об'єм, V, см ³					
3	Середня густина, ρ ₀ , кг/м ³					

Висновок:

Дослід № 2. Визначення водопоглинання

Обладнання та матеріали: сушильна шафа, терези з різноважками, хімічний стакан або кювета з водою, годинник, штангенциркуль або лінійка, зразки, дистильована вода, термометр.

Метод: поступового занурення зразка у воду.

Робоча формула:

Водопоглинання за масою:
$$W_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\%$$

Водопоглинання за об'ємом:
$$W_o = \frac{m_2 - m_1}{V \cdot \rho_v} \cdot 100\% = W_m \cdot \frac{\rho_o}{\rho_v}$$

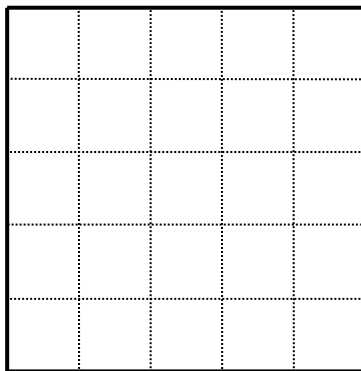
Схема дослідіду:

Результати досліджень

№ п/п	Показники	Зразок			
1	Час витримування зразка у воді τ , хв				
2	Маса сухого зразка, m_1 , г				
3	Маса насиченого водою зразка, m_2 , г				
4	Маса води, яку поглинув зразок, $m_2 - m_1$, г				
5	Об'єм зразка, V , см^3				
6	Водопоглинання за масою, W_m , %				
7	Водопоглинання за об'ємом, W_0 , %				
8	Середня густина, ρ_0 , г/см^3				

Графічна залежність поглинутої води в часі

m, г



t, хв

Висновок