

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Будівельні матеріали

ЦЕМЕНТИ

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ НА ЗГИН І СТИСК

ДСТУ Б В.2.7-187:2009

Київ

Мінрегіонбуд України

2010

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО:

Державне підприємство "Орган з сертифікації цементів "СЕПРОЦЕМ" РОЗРОБНИКИ: М. Бабіч (науковий керівник), О. Логвинова; І. Меркулова; Н. Тимофєєва

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

наказ Мінрегіонбуду України від 01.12.2009 р. № 543

3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням чинності в Україні ГОСТ 310.1-76, 310.4-81)

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Будівельні матеріали

ЦЕМЕНТИ

Методи визначення міцності на згин і стиск

Строительные материалы

ЦЕМЕНТЫ

Методы определения прочности при изгибе и сжатии

Building materials

CEMENTS

Methods of determination of bending and compression strength

Чинний від 2010-08-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт установлює методи визначення міцності цементу на згин і стиск і поширюється на всі види, типи і марки цементів та/або цементних матеріалів.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні документи:

ДСТУ Б В.2.7-44-96 Будівельні матеріали. Цементи. Відбір і підготовка проб

ДСТУ Б В.2.7-112-2002 Будівельні матеріали. Цементи. Загальні технічні умови

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

ДСТУ EN 196-1:2007 Методи випробування цементу. Частина 1. Визначення міцності (EN 196-1:2005, IDT)

ДСТУ ISO 3696:2003 Вода для застосування в лабораторіях. Вимоги та методи перевіряння (ISO 3696:1987, IDT)

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартів безпеки праці. Пожарная безопасность. Общие требования (Система стандартів безпеки праці. Пожежна безпека. Загальні вимоги)

ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартів безпеки праці. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту)

ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартів безпеки праці. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация (Система стандартів безпеки праці. Засоби захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація)

ГОСТ 2874-82 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством (Вода питна. Гігієнічні вимоги та контроль за якістю)

ГОСТ 6613-86 Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия (Сітки дротяні ткані з квадратними вічками. Технічні умови)

ГОСТ 24104-88 Весы лабораторные общего назначения и образцовые. Общие технические условия (Ваги лабораторні загального призначення та зразкові. Загальні технічні умови)

ГОСТ 28840-90 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования (Машины для випробування матеріалів на розтяг, стиск та згин. Загальні технічні вимоги)

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті застосовують терміни, що встановлені згідно з ДСТУ Б В.2.7-112: цемент, замішування цементу, водоцементне відношення (В/Ц), стандартний цементний розчин, пісок стандартний для випробувань цементу.

4 СУТЬ МЕТОДУ

Метод включає визначення міцності на згин і стиск зразків-балочок розмірами 40 мм x 40 mm x 160 мм.

Ці зразки готують із цементного розчину пластичної консистенції, що містить у частинах за масою: три частини піску стандартного для випробувань цементу, одну частину цементу та 0,39 частини води (водоцементне відношення 0,39). Цементний розчин отримують механічним змішуванням та ущільнюють у формі для зразків-балочок за допомогою віброплощадки.

Зразки витримують у формі для зразків-балочок у посудині з гідравлічним затвором або в шафі протягом 24 год, а після розформування зберігають у воді до моменту визначення міцності.

Після закінчення терміну зберігання зразки виймають із води та розламують на дві половини під дією згинального навантаження. Кожну половину зразка випробовують на міцність при стиску.

5 ЗАГАЛЬНІ УМОВИ ВІДБОРУ ТА ПІДГОТОВКИ ПРОБ

Пробу цементу для випробувань необхідно відбирати згідно з ДСТУ Б В.2.7-44.

Пробу цементу, відібрану для випробувань, доставляють у лабораторію в герметичне закритій тарі, що захищає цемент від вологи та забруднення побічними домішками.

Проби цементу до випробувань зберігають у сухому приміщенні.

Перед випробуванням кожен пробу просіюють крізь сито із сіткою № 09 згідно з ГОСТ 6613. Залишок на ситі зважують та відкидають. Масу залишку у відсотках, а також його характеристику (присутність грудок, кусків дерева, металу тощо) занотовують у робочому журналі. Після просіювання пробу цементу перемішують.

У приміщеннях, де виготовляють та випробовують зразки, необхідно підтримувати температуру повітря $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ та відносну вологість не менше ніж 50 %. Температуру і вологість повітря кожного робочого дня слід відмічати у журналі.

Перед випробуванням цемент, пісок та воду витримують до набуття ними температури приміщення.

Для приготування зразків використовують пісок стандартний згідно з ДСТУ Б В.2.7-189.

Для приготування та зберігання зразків використовують звичайну питну воду згідно з ГОСТ 2874. Для контрольних випробувань або у спірних випадках використовують дистильовану або деіонізовану воду відповідно до ДСТУ ISO 3696.

Посудини для зважування або відмірювання води тарують у змоченому стані.

Температура приміщення для вологого зберігання зразків і води у ваннах повинна бути $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ і кожного робочого дня її слід записувати у журналі.

Цемент зважують із точністю до 1 г, пісок - до 5 г, воду зважують або відміряють із точністю до 1 г або 1 мл.

6 ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ ЦЕМЕНТУ НА ЗГИН І СТИСК

6.1 Устаткування та матеріали

6.1.1 Змішувач цементного розчину

Для перемішування цементного розчину використовують лопатевий змішувач. Схематичне зображення змішувача, взаємне розміщення, розміри і граничні відхилення розмірів лопатей і чаші наведені на рисунку 1.

До системи лопатей входять дві активні (ведуча і ведена) та одна пасивна (лопоть-скребок). Всі три лопаті планетарно обертаються відносно осі чаші, а активні лопаті, крім того, обертаються навколо власних осей по зустрічних напрямках.

Число обертів лопатей складає, об/хв:

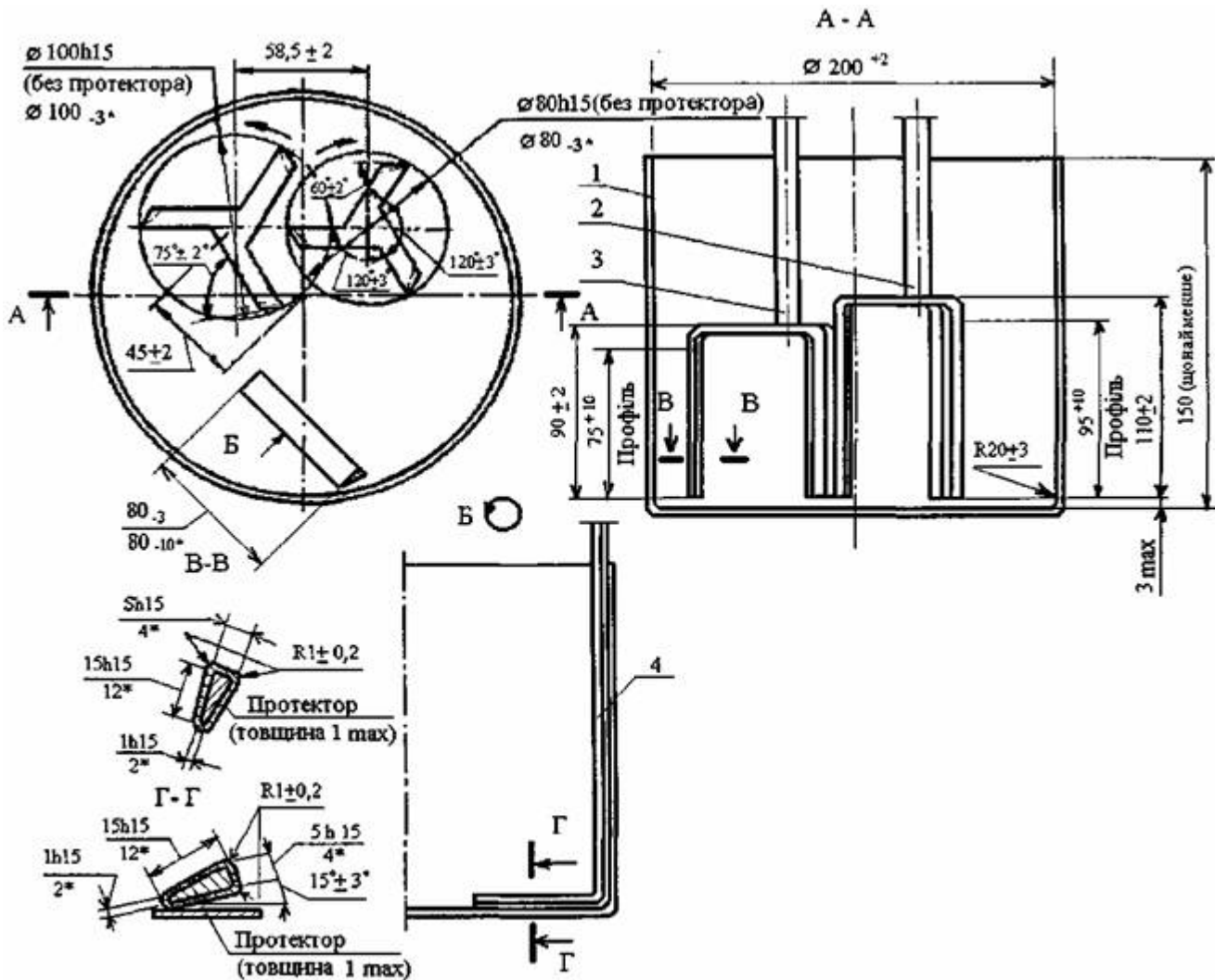
- планетарного обертання 40 ± 2

- осьового обертання лопаті:

ведучої 80 ± 4

веденої 160 ± 8 .

Лопать-скребок повинна стикатися з поверхнею чаші.



* Гранично-допустимий розмір при спрацюванні

1 - чаша; 2 - ведуча лопать; 3 - ведена лопать; 4 - лопать-скребок

Рисунок 1 - Схема змішувача цементного розчину

Робочі частини лопатей можуть бути захищені змінними протекторами, в якості яких використовують трубки з гуми або еластичних матеріалів, стійких проти спрацювання і корозії в середовищі цементного розчину.

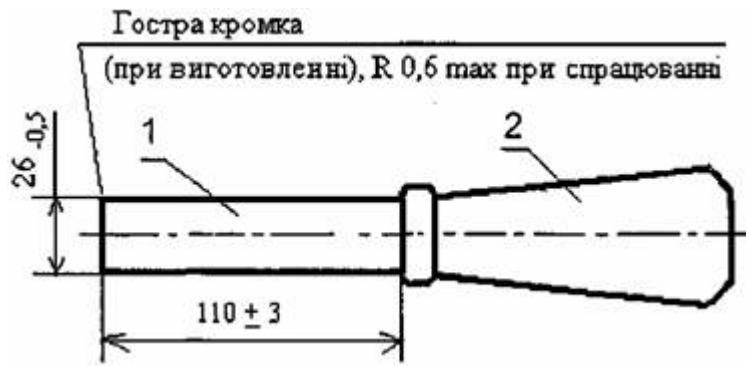
Примітка. Для перемішування цементного розчину дозволено використовувати лопатевий змішувач, який застосовують для приготування цементного розчину згідно з 4.4 ДСТУ EN 196-1.

6.1.2 Струшувальний столик і форма-конус

Конструкція столика повинна забезпечувати повільний без перекосів підйом рухомої частини на висоту $(10 \pm 0,5)$ мм та її вільне падіння з цієї висоти до удару об нерухому перепону. Маса частини столика, що переміщується, повинна складати (3500 ± 100) г.

За робочий цикл визначання розпливу кількість ударів-струшувань має складати 30 з періодичністю одне струшування за секунду.

Приклад конструкції столика наведено на рисунку 2. За допомогою кулачка 1, який приводиться в дію від приводу, рухома частина, що складається з диска 2 і штока 3, піднімається на задану висоту $(10 \pm 0,5)$ мм і потім вільно падає з



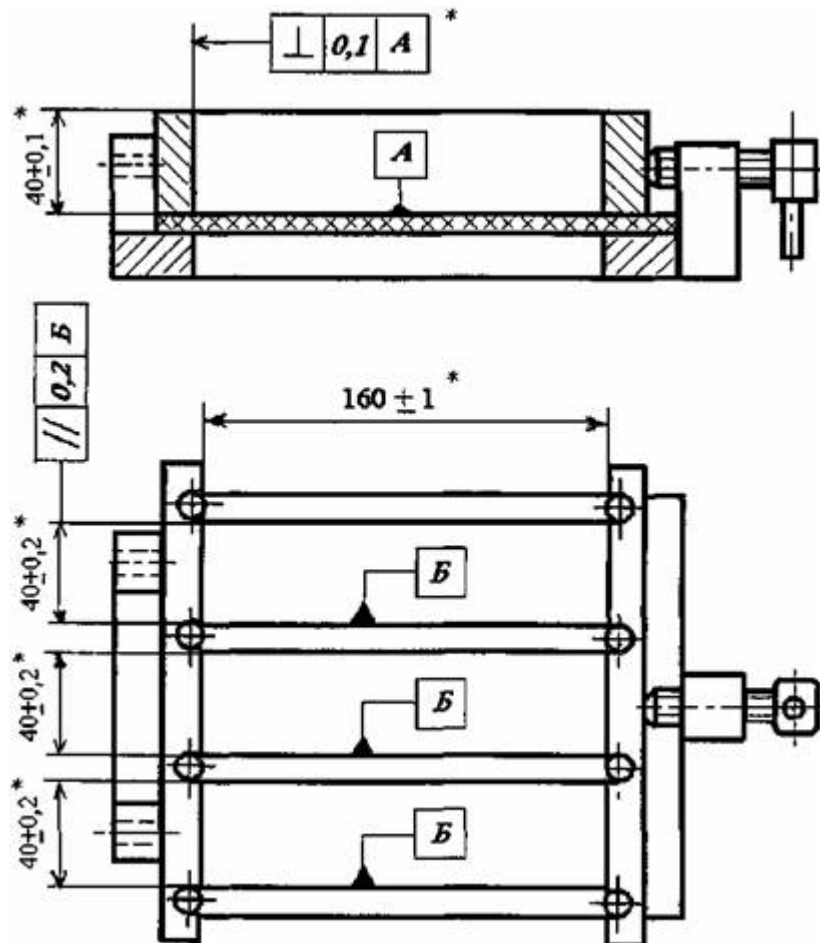
1 - стрижень, 2 - рукоятка

Рисунок 3 - Шпиковка

Поздовжні і поперечні стінки форми повинні при закріпленні щільно прилягати одна до одної і до піддону, щоб не допустити при виготовленні та зберіганні зразків видимих втрат вологи.

Примітка. Дозволено використовувати форми для зразків-балочок згідно з 4.5 ДСТУ EN 196-1.

Для розформування і чистки форм слід використовувати пристрої, які не ушкоджують зразків і деталей форм.



* Допуск для виготовлення форми.

Рисунок 4 - Форми для зразків-балочок

6.1.5 Насадка до форм

Насадка до форм для зразків-балочок (рисунок 5) повинна забезпечувати щільне прилягання стінок форми до її основи і форми в цілому до столу вібраційної площадки.

Отвір насадки за розмірами повинен відповідати внутрішньому контуру форми.

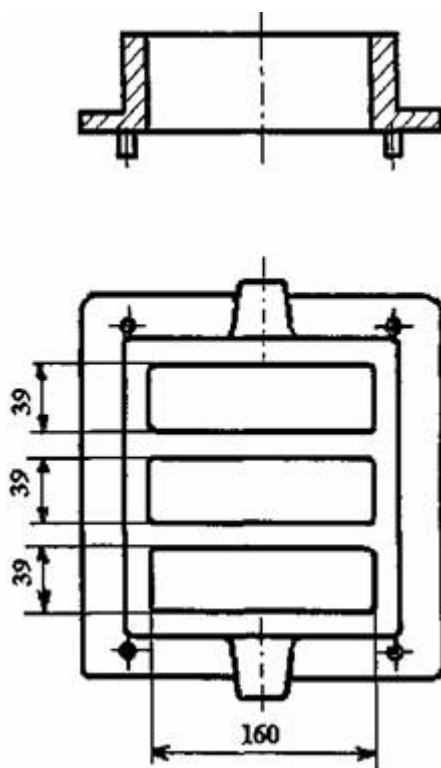


Рисунок 5 - Насадка до форм

Дозволено використовувати насадку без розділових перегородок.

6.1.6 Вібраційна площадка

Вібраційна площадка для ущільнення цементного розчину у формах повинна зазнавати вертикальних коливань з амплітудою $(0,35 \pm 0,03)$ мм, частотою коливань 3000-200 за хвилину і має бути укомплектована реле часу.

Примітка. Для ущільнення цементного розчину дозволено використовувати вібраційний стіл, який застосовують при приготуванні цементного розчину відповідно до А.2, А.3 додатка А ДСТУ EN 196-1.

6.1.7 Прилад для випробувань міцності на згин

Для випробувань міцності зразків-балочок на згин можуть бути використані прилади будь-якої конструкції, що задовольняють наступні вимоги.

Середня швидкість збільшення випробувального навантаження на зразок повинна бути $(0,05 \pm 0,01)$ кН/с. Захват для встановлення зразка повинен бути оснащений циліндричними елементами, наприклад, роликами, що виготовлені з сталі твердістю від 56 до 61 HRC_e.

Нижні опорні елементи повинні мати можливість повороту відносно горизонтальної осі, що лежить на нижній опорній площині зразка і є віссю її поздовжньої симетрії.

Схема розташування зразка на опорних елементах, їх форма, розміри і взаємне розташування наведені на рисунку 6.

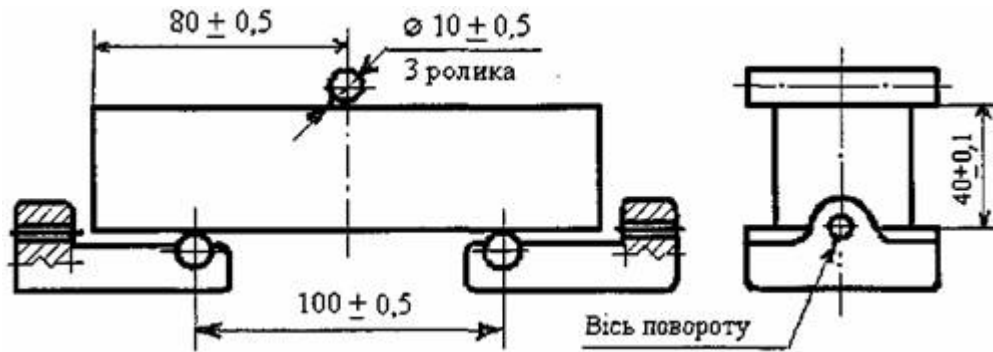


Рисунок 6 - Схема розташування зразка на опорних елементах

6.1.8 Машина для випробувань міцності на стиск згідно з ГОСТ 28840

Для визначення міцності зразків на стиск можуть бути використані випробувальні машини будь-якої конструкції з граничним навантаженням до 50 МПа, що задовольняють технічні вимоги ГОСТ 28840 і забезпечують навантаження зразка в режимі стиску.

Для компенсації просторової непаралельності опорних граней зразка машина для випробування повинна мати рухливу шарову опору. Дозволено використовувати шарові опори будь-якої конструкції, що забезпечують можливість проведення перевірки машини для випробування. Машина для випробування повинна бути споряджена пристроєм для центрування встановлення натискних пластинок, що передають навантаження на зразок.

6.1.9 Натискні пластинки

Натискні пластинки для передачі навантаження на половинки зразків-балочок повинні бути виготовлені з сталі твердістю від 56 до 61 HRCe. Форма пластинки з упором і її розміри наведені на рисунку 7. Взаємне зміщення вертикальних граней пластинок не повинно бути більше ніж 0,5 мм, а виконаний на відстані $3^{+1,5}$ мм від однієї з торцевих граней упор визначає розташування зразка-балочки і не перешкоджає деформації зразка при випробуванні.

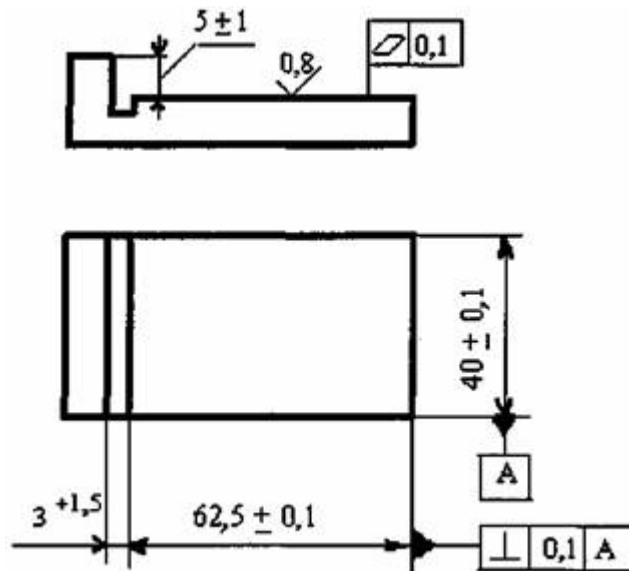


Рисунок 7 - Пластинки для передачі навантаження

Дозволено також виготовляти пластинки без упора, якщо в наявності є пристосування для фіксації пластинок на верхній та нижній опорних плитах машини для випробування в положенні, що відцентроване та збігається з притискачем за периметром робочих площин.

6.1.10 Камера для пропарювання зразків

Конструкція пропарювальної камери повинна забезпечувати створення в ній середовища насиченого пару заданої температури.

6.1.11 Ваги лабораторні

Ваги лабораторні згідно з ГОСТ 24104 з похибкою зважування не більше ніж $\pm 0,1$ г.

6.1.12 Пісок

Пісок стандартний для випробувань цементів згідно з ДСТУ Б В.2.7-189.

6.1.13 Вода

Вода згідно з ГОСТ 2874 або ДСТУ ISO 3696

6.2 Підготовка до проведення випробувань

6.2.1 Визначення консистенції цементного розчину

6.2.1.1 Для приготування цементного розчину зважують (1500 ± 5) г стандартного піску, (500 ± 1) г цементу і (195 ± 1) г води ($V/C = 0,39$). Складники завантажують у чашу лопатевого змішувача, яку попередньо протирають вологою тканиною, у наступній послідовності: пісок, вода, цемент. Чашу встановлюють на змішувач і перемішують складники протягом (120 ± 10) с.

Примітка. При використанні змішувача згідно з 4.4 ДСТУ EN 196-1 процедуру змішування цементного розчину виконують відповідно до 6.2 ДСТУ EN 196-1.

6.2.1.2 Форму-конус з центруючим пристроєм встановлюють на диск струшувального столика. Внутрішню поверхню конуса і диск столика перед випробуванням протирають вологою тканиною.

6.2.1.3 Після закінчення змішування заповнюють розчином форму-конус наполовину висоти і ущільнюють 15 штикуваннями штиковою. Потім заповнюють конус розчином із невеликим надлишком і штикують 10 разів.

Після ущільнення поверхневого шару надлишок розчину видаляють ножом, який розташовують під невеликим кутом до торцевої поверхні конуса, розгладжують з натиском розчин рівно з краями конуса, потім конус знімають, підіймаючи у вертикальному напрямку. Ніж попередньо протирають вологою тканиною.

6.2.1.4 Розчин протягом (30 ± 5) с струшують на столику 30 разів, після чого штангенциркулем вимірюють діаметр конуса за нижньою основою у двох взаємно перпендикулярних напрямках і беруть 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, кількість води збільшують для одержання розпливу конуса не менше ніж 106 мм.

6.2.2 Ущільнення зразків

6.2.2.1 Безпосередньо перед виготовленням зразків-балочок внутрішню поверхню стінок форм і піддону трохи змащують машинним мастилом. Стики зовнішніх стінок один з одним та з піддоном форми змащують тонким шаром солідолу або іншим густим мастилом.

На зібрану форму встановлюють насадку і змащують густим мастилом стик між формою і насадкою.

6.2.2.2 Для визначення міцності цементів виготовляють зразки-балочки з цементного розчину, виготовленого, як указано в 6.2.1.4, з $V/C = 0,39$ та консистенцією, яка характеризується розпливом конуса не менше ніж 106 мм.

6.2.2.3 Для кожного строку випробувань, що встановлений згідно з вимогами стандартів на різні види, типи і марки цементів або програмою випробувань, виготовляють по три зразки-балочки (одна форма).

6.2.24 Для ущільнення розчину форму для зразків-балочок із насадкою, що підготовлені згідно з 6.2.2.1, закріплюють у центрі віброплощадки, щільно притискаючи її до плити. Дозволено встановлювати дві форми, які слід симетрично розміщати відносно центра віброплощадки, за умови одночасного їх заповнення.

Форму за висотою наповнюють приблизно на 1 см розчином і вмикають вібраційну площадку. Протягом перших 2 хв вібрації усі три гнізда форми рівномірно невеликими порціями заповнюють розчином. Через 3 хв від початку вібрації віброплощадку зупиняють. Форму знімають із віброплощадки і надлишок розчину видаляють ножем, який розташовують під невеликим кутом до поверхні укладання розчину, розгладжуючи з натиском розчин урівень із краями форми. Ніж попередньо протирають вологою тканиною.

6.2.3 Витримування зразків

6.2.3.1 Після виготовлення зразки-балочки в формах зберігають (24 ± 1) год у посудині з гідравлічним затвором або в шафі, що забезпечує температуру повітря (20 ± 1) °C і відносну вологість не менше ніж 90 %.

6.2.3.2 Після закінчення строку зберігання відповідно до 6.2.3.1 зразки-балочки обережно розформовують, відповідним чином маркують, наприклад, водостійким чорнилом або крейдою для подальшої ідентифікації і розміщують у посудинах із питною водою в горизонтальному або вертикальному положенні на відстані один від одного, щоб вода мала вільний доступ до всіх шести поверхонь зразка-балочки.

Шар води повинен покривати зразки-балочки не менше ніж на 2 см. Воду замінюють кожні 14 діб. Температура води при зберіганні зразків та при її заміні повинна становити (20 ± 1) °C. Дозволено одночасно замінювати не більше ніж 50 % води.

6.2.3.3 Зразки-балочки, що мають через (24 ± 1) год міцність, недостатню для їх розформування без ушкоджень, можна виймати з форм через (48 ± 2) год, зазначаючи цей термін у робочому журналі.

6.2.3.4 Після закінчення строку зберігання зразки-балочки виймають з води і не пізніше за 30 хв випробовують. Безпосередньо перед випробуванням зразки-балочки протирають тканиною, залишаючи зразки напівсухими.

6.3 Проведення випробувань

6.3.1 Визначення міцності на згин

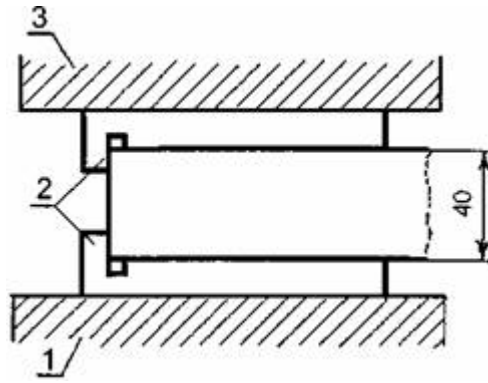
Зразок-балочку встановлюють на опорні елементи приладу так, щоб його горизонтальні при виготовленні грані знаходились у вертикальному положенні. Схема розміщення зразка-балочки на опорних елементах наведена на рисунку 6. Для визначення міцності на згин використовують три зразки-балочки, які випробовують відповідно до інструкції, що надана до приладу.

6.3.2 Визначення міцності на стиск

Шість половинок зразків-балочок, які отримані після випробувань на згин, одразу випробовують на стиск. Половинку зразка-балочки розміщують між двома пластинками так, щоб бокові грані, що при виготовленні примикали до стінок форми, знаходилися на площині пластинок, а упори пластинок щільно примикали до торцевої гладкої площини зразка-балочки (рисунок 8).

Зразок-балочку разом із пластинками центрують на опорній плиті машини для випробувань. Середня швидкість збільшення навантаження при випробуванні повинна бути (2400 ± 200) Н/с або $(2,4 \pm 0,2)$ кН/с.

Примітка. Рекомендовано використовувати пристрій, який автоматично підтримує стандартну швидкість навантаження зразка-балочки.



1 - нижня плита преса; 2 - пластинки; 3 - верхня плита преса

Рисунок 8 - Розташування зразка-балочки між натискними пластинками

6.3.3 Визначення міцності цементу після пропарювання

6.3.3.1 Зразки-балочки для визначення міцності цементу на згин і стиск після пропарювання виготовляють відповідно до 6.2.1 та 6.2.2. Щоб запобігти попаданню конденсату на поверхню зразка, форми накривають пластинами, які виготовлені з корозієстійких легких матеріалів, що не чинять тиску на зразки. Форми із зразками-балочками розміщують у пропарювальній камері, де витримують протягом (120 ± 0) хв за температури $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ (підігрів відключений), а потім пропарюють.

6.3.3.2 Пропарювання проводять у наступному режимі:

- рівномірне підвищення температури до $(85 \pm 5) ^\circ\text{C}$ за (180 ± 10) хв;
- ізоtermічне прогрівання (витримка) за температури $(85 \pm 5) ^\circ\text{C}$ протягом (360 ± 10) хв;
- остигання зразків за умови відключення підігрівання протягом (120 ± 10) хв.

Після закінчення режиму пропарювання кришку камери відкривають.

6.3.3.3 Через (24 ± 1) год після виготовлення, включаючи час пропарювання, зразки-балочки розформовують і відразу випробовують відповідно до 6.3.1 і 6.3.2.

6.4 Опрацювання і наведення результатів випробувань

6.4.1 Міцність на згин

Результат випробування міцності на згин обчислюють як середнє арифметичне значення трьох одиничних результатів, отриманих при випробуванні трьох зразків-балочок. Кожен результат має бути наведений із точністю не менше ніж 0,1 МПа.

Середнє арифметичне значення наводять із точністю не менше ніж 0,1 МПа.

У звіті про випробування мають бути наведені всі одиничні результати та обчислене середнє арифметичне значення.

6.4.2 Міцність на стиск

Міцність на стиск окремого зразка обчислюють як частку від ділення величини руйнівного навантаження (в Н) на робочу площу пластинки (мм^2), тобто на 2500 мм^2 .

Результат випробування міцності на стиск обчислюють як середнє арифметичне значення шістьох одиничних результатів, отриманих при випробуванні трьох зразків-балочок. Кожен результат наводять із точністю не менше ніж 0,1 МПа.

Якщо одиничне значення з шести результатів відрізняється від середньоарифметичного більше ніж на $\pm 10\%$, його відкидають, а середнє арифметичне значення вираховують із п'яти результатів, які залишилися. Якщо одиничне значення з п'яти результатів відрізняється від середньоарифметичного більше ніж на $\pm 10\%$, всі результати випробувань відкидають, і визначення міцності повторюють.

Середнє арифметичне значення наводять із точністю не менше ніж 0,1 МПа.

У звіті про випробування мають бути наведені всі одиничні результати. Окрім того, слід навести обчислене середнє арифметичне значення та вказати, чи не відкидався будь-який з одиничних результатів випробування.

6.4.3 Оцінювання точності методу визначення міцності на стиск

6.4.3.1 Короточасна збіжність

Короточасна збіжність методу визначення міцності на стиск показує ступінь відповідності результатів випробувань, що проведені на частинах такої самої гомогенізованої проби цементу при застосуванні того ж стандартного піску, в тій самій лабораторії, тим самим оператором та на тому ж самому устаткуванні за короткий проміжок часу (не менше ніж один раз за квартал).

Для міцності на стиску в віці 28 діб короточасна збіжність, яку виражають як коефіцієнт варіації, повинна бути не менша ніж 3,0 %.

Короточасна збіжність є виміром точності методу випробування, що використовується в лабораторії для дотримання точності, наприклад, для оцінки власного контролю цементу.

6.4.3.2 Довгочасна збіжність

Довгочасна збіжність методу визначення міцності на стиск показує ступінь відповідності результатів випробувань, що були досягнуті в ході частих випробувань різних частин тієї ж самої гомогенізованої проби цементу у тій самій лабораторії за наступних умов: за можливості виконання випробувань різними операторами з застосуванням різних приладів за умови використання того самого стандартного піску протягом більшого проміжку часу (до одного року).

Для міцності на стиск у віці 28 діб довгочасна збіжність, яку виражають як коефіцієнт варіації, повинна бути не менша ніж 4,0 %.

Довгочасна збіжність є виміром точності методу випробування, що використовується в лабораторії для дотримання точності, або випробування протягом більшого проміжку часу для оцінки власного контролю цементу.

6.4.3.3 Довгочасна відтворюваність

Довгочасна відтворюваність методу визначення міцності на стиск - це ступінь відповідності між собою результатів випробувань, що проведені на частинах гомогенізованої проби цементу в різних лабораторіях за наступних умов: різні оператори та прилади, за можливості різні стандартні піски та різний час виконання.

Для міцності на стиск у віці 28 діб довгочасна відтворюваність між лабораторіями, яку виражають як коефіцієнт варіації, повинна бути не більше ніж 5,0 %.

Відтворюваність є виміром точності методу випробування, що застосовується для оцінки відповідності цементу, наприклад, при проведенні міжлабораторних порівняльних випробувань.

7 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

7.1 У виробничих приміщеннях необхідно дотримуватись вимог правил пожежної безпеки згідно з ГОСТ 12.1.004 та електробезпеки - згідно з ГОСТ 12.1.019.

7.2 При проведенні випробувань повинні виконуватись загальні вимоги захисту працюючих згідно з ГОСТ 12.4.011.

Код УКУД 91.100.10

Ключові слова: цемент, визначення міцності на згин і стиск, водоцементне відношення (В/Ц), стандартний цементний розчин, пісок стандартний для випробувань цементу