



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Будівельні матеріали

БЕТОНИ

Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості
і водонепроникності

ДСТУ Б В.2.7-170:2008

Київ

Мінрегіонбуд України

2009

ПЕРЕДМОВА

РОЗРОБЛЕНО:

Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (НДІБК)"

РОЗРОБНИКИ: **М. Миколасць**; **Т. Мірошник**; **П. Попруга** канд.техн.наук; **В. Тарасюк**, канд.техн.наук;

Л. Шейніч, докт.техн.наук (науковий керівник)

ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

наказ Мінрегіонбуду України від 25 грудня 2008 р. № 642, чинний з 2009-07-01

УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 12730.0-78; ГОСТ 12730.1-78; ГОСТ 12730.2-78;

ГОСТ 12730.3-78; ГОСТ 12730.4-78, ГОСТ 12730.5-84)

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Будівельні матеріали

БЕТОНИ

Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання,
пористості і водонепроникності

Строительные материалы

БЕТОНЫ

Методы определения средней плотности, влажности, водопоглощения,
пористости и водонепроницаемости

Building materials

CONCRETES

Methods of determination of middle density, moisture content,
water absorptions porosity and watertightness

Чинний від 2009-07-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на вимоги до методів визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності зразків бетонів та зразків бетонів із бетонних та залізобетонних виробів.

Стандарт установлює методи випробування до всіх видів бетонів, що застосовуються в промисловому, енергетичному, транспортному, водогосподарському, сільськогосподарському, житлово-цивільному й інших видах будівництва.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У даному стандарті наведено посилання на такі стандарти:

ДСТУ 4153-2003 Парафіни нафтові тверді. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-71-98 (ГОСТ 8269.0-97) Будівельні матеріали. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань

ГОСТ 166-89 (ИСО 3599-76) Штангенциркули. Технические условия (Штангенциркулі. Технічні умови)

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия (Лінійки вимірвальні металеві. Технічні умови)

ГОСТ 450-77 Кальций хлористый технический. Технические условия (Кальцій хлористий технічний. Технічні умови)

ГОСТ 2184-77 Кислота серная техническая. Технические условия (Кислота сірчана технічна. Технічні умови)

ГОСТ 3956-76 Силикагель технический. Технические условия (Силікагель технічний. Технічні умови)

ГОСТ 9784-75 Стекло органическое светотехническое листовое (Скло органічне світлотехнічне листове)

ГОСТ 10180-90 (СТ СЭВ 3978-83) Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам (Бетони. Методи визначення міцності на контрольних зразках)

ГОСТ 12852.6-77 Бетон ячеистый. Метод определения сорбционной влажности (Бетон ніздрюватий. Метод визначення сорбційної вологості)

ГОСТ 14791-79 Мастика герметизирующая нетвердеющая строительная. Технические условия (Мастика герметизуюча нетверднуча будівельна. Технічні умови)

ГОСТ 23732-79 Вода для бетонов и растворов. Технические условия (Вода для бетонів і розчинів. Технічні умови)

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

ГОСТ 25336-82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры (Посуд і обладнання лабораторні скляні. Типи, основні параметри і розміри)

ГОСТ 29329-92 Весы для статического взвешивания. Общие технические требования (Ваги для статичного

зважування. Загальні технічні вимоги)

3 ПІДГОТОВКА ДО ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ

3.1 Загальні положення

3.1.1 Сфера застосування методів визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості й водонепроникності, а також норми й порядок відбору проб для виготовлення зразків і правила приймального контролю повинні вказуватися в стандартах або технічних умовах на бетонні та залізобетонні вироби, а також у робочих кресленнях монолітних конструкцій.

3.1.2 Зразки для випробування бетонів можуть мати як правильну, так і неправильну геометричну форму.

3.1.3 Середню густину, вологість, водопоглинання, пористість і водонепроникність бетону визначають випробуванням зразків, виготовлених з бетонної суміші робочого складу, або випиляних, вибурених чи виламаних з виробів і конструкцій.

Середню густину бетонів на пористих заповнювачах і ніздрюватих бетонів під час виробничого контролю визначають випробуванням зразків правильної геометричної форми, призначених для визначення міцності бетону.

Водонепроникність бетонів визначають випробуванням зразків-циліндрів, спеціально виготовлених або вибурених із конструкцій чи елементів споруд.

3.1.4 Випробування слід проводити у приміщеннях із температурою повітря $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ і відносною вологістю $(60 \pm 10)\%$.

3.1.5 Перед випробуванням зразки, матеріали та реактиви витримують до набуття ними температури приміщення.

3.1.6 При проведенні випробувань слід застосовувати посуд, прилади та інструменти, виготовлені з матеріалів, які не реагують із в'язкими і реактивами.

3.1.7 Засоби вимірювання, обладнання та пристрої повинні забезпечувати вимоги даного стандарту і мають бути перевірені (атестовані, повірені) в установленому порядку.

3.1.8 Похибка засобів контролю не повинна перевищувати:

1,0 г - при зважуванні матеріалів та води;

0,5 см³ - при вимірюванні об'єму води.

3.1.9 Маса зразків визначають із похибкою не більше 0,1 %.

3.1.10 Лінійні розміри зразків-кубів і циліндрів визначають із похибкою не більше 0,1 мм.

3.1.11 Об'єм зразків неправильної геометричної форми визначають з похибкою не більше 1 %.

3.1.12 Зразки висушують до постійної маси в електрошафі за температури $(105 \pm 10)^\circ\text{C}$.

3.1.13 Висушування зразків до постійної маси вважається закінченим, якщо різниця між двома послідовними зважуваннями у процесі висушування не перевищує допустимої похибки відповідно до 3.1.8. Перерва між двома послідовними зважуваннями повинна бути не менше двох годин.

3.1.14 Вихідні дані та результати випробувань зразків заносять у журнал випробувань, на підставі якого показники властивостей бетону включають у паспорт або інший документ про якість бетону.

3.2 Підготовка зразків

3.2.1 Номінальні розміри зразків правильної геометричної форми, методи їх виготовлення, а також випилювання й вибурювання з виробів і конструкцій повинні відповідати вимогам ГОСТ 10180.

3.2.2 При визначенні середньої густини, вологості, водопоглинання і пористості не допускається випробування зразків, виготовлених із бетонних сумішей, з яких вилучені зерна крупного заповнювача.

3.2.3 При виготовленні зразків, призначених для визначення водонепроникності, з бетонної суміші необхідно видаляти зерна заповнювача розміром більше 40 мм.

3.2.4 Об'єм зразків неправильної геометричної форми залежно від розміру фракції заповнювача, вибурених або виламаних із виробів і конструкцій, повинен відповідати зазначеним у таблиці 1.

Таблиця 1

Розмір фракції, мм	Найменший об'єм зразка, дм ³
Більше 5 до 20 включно	1
» 20 » 40 »	3
» 40 » 80 »	8

3.2.5 Зразки виготовляють і випробовують серіями. Серія повинна складатися з трьох зразків, окрім серії зразків для визначення водонепроникності.

Можливе складання серії з двох зразків для визначення середньої густини і вологості бетону, якщо ці зразки використовуються для визначення міцності бетону згідно з ГОСТ 10180.

Серія зразків для визначення водонепроникності повинна складатися з 6 зразків.

4 ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ГУСТИНИ

4.1 Засоби контролю, матеріали та реактиви

Для проведення випробування застосовують:

- ваги технічні згідно з ГОСТ 24104;
- шафу сушильну, що забезпечує температуру $(105 \pm 10) ^\circ\text{C}$;
- штангенциркуль згідно з ГОСТ 166 (ISO 3599);
- лінійки сталеві згідно з ГОСТ 427;
- ексикатор згідно з ГОСТ 25336;
- об'ємомір або гідростатичні ваги (додаток А);
- хлористий кальцій безводний згідно з ГОСТ 450 або сірчану кислоту густиною $1,84 \text{ г/см}^3$ згідно з ГОСТ 2184;
- парафін згідно з ДСТУ 4153.

4.2 Підготовка та порядок проведення випробування

4.2.1 Середню густину бетону визначають випробуванням зразків у стані природної вологості або в

нормованому вологому стані: сухому, повітряно-сухому, нормальному, водонасиченому.

4.2.2 При визначенні середньої густини бетону в стані природної вологості зразки випробовують відразу ж після їх відбору або зберігають у паронепроникному пакуванні або герметичній тарі, обсяг якої перевищує обсяг покладених у неї зразків не більше ніж у два рази.

4.2.3 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 відповідно до 4.3.3.

4.2.4 При визначенні вологості бетону в сухому стані зразки висушують до постійної маси відповідно до вимог розділу 5.

4.2.5 При визначенні середньої густини бетону в повітряно-сухому стані зразки перед випробуванням витримують не менше 28 діб у приміщенні за температури $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря $(60 \pm 10)\%$.

4.2.6 При визначенні середньої густини бетону в нормальних вологих умовах зразки зберігають 28 діб у камері нормального твердіння, ексікаторі або іншій герметичній посудині за відносної вологості повітря не менше 95 % і температури $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

4.2.7 При визначенні середньої густини бетону у водонасиченому стані зразки насичують водою відповідно до розділу 6.

4.2.8 Об'єм зразків правильної форми обчислюють за їх геометричними розмірами. Розміри зразків визначають лінійкою або штангенциркулем із похибкою не більше 0,1 мм згідно з розділом ГОСТ 10180.

4.2.9 Об'єм зразків неправильної форми визначають за допомогою об'ємоміра або гідростатичним зважуванням за методикою відповідно до додатка А.

4.2.10 Масу зразків визначають зважуванням із похибкою відповідно до 3.1.8.

4.3 Обробка результатів

4.3.1 Середню густину бетону $\rho_{\text{н}}$ зразка з вологістю в момент випробування $W_{\text{М}}$ визначають із похибкою до 1 кг/м³ за формулою:

$$\rho_{\text{н}} = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

де m - маса зразка, кг;

V - об'єм зразка, м³.

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

Примітка. Якщо середню густину й міцність бетону визначають на одних і тих же зразках, то при визначенні середньої густини бетону не враховують середню густину зразків, відбракованих при визначенні міцності бетону.

4.3.3 Середню густину бетону при нормованому вологому стані визначають за формулою:

$$\rho_{\text{н}} = \rho_{\text{н}} \frac{1 + \frac{W_{\text{н}}}{100}}{1 + \frac{W_{\text{н}}}{100}}, \quad (2)$$

де ρ_n - нормована середня густина бетону, кг/м^3 ;

ρ_w - середня густина бетону при вологості W_M , кг/м^3 ;

W_H - нормована вологість бетону, %;

W_M - вологість бетону в момент випробування, що визначається згідно з розділом 5, %.

4.3.4 У журналі відповідно до 3.1.14 повинні бути передбачені наступні графи:

- маркування зразків;
- дата випробування, вік бетону;
- вологий стан зразка в момент випробування;
- розміри (зразків правильної геометричної форми), об'єм та маса;
- середня густина зразка бетону, серії зразків.

Примітка. При визначенні середньої густини бетону на зразках, призначених для визначення міцності, форму журналу приймають згідно з ГОСТ 10180.

4.3.5 У додатку Б для інформації і порівняння викладено методику визначення середньої густини бетону, що наведена в ISO 1920-5.

5 ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ

5.1 Засоби контролю, матеріали та реактиви

Для проведення випробування застосовують:

- ваги лабораторні згідно з ГОСТ 24104;
- шафу сушильну, що забезпечує сушіння за температури $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- ексикатор згідно з ГОСТ 25336;
- деко;
- хлористий кальцій згідно з ГОСТ 450.

5.2 Підготовка та порядок проведення випробування

5.2.1 Вологість бетону визначають випробуванням зразків або проб, отриманих подрібненням зразків після їх випробування на міцність або одержаних із готових виробів або конструкцій.

5.2.2 Найбільша крупність подрібнених шматків бетону повинна бути:

- для важких бетонів і бетонів на пористих заповнювачах - не більше максимального розміру зерен заповнювачів;
- для дрібнозернистих бетонів (включаючи ніздрюваті й силікатні) - не більше 5 мм.

5.2.3 Із подрібненого матеріалу шляхом квартування відбирають усереднену пробу масою не менше:

1000 г - для важких бетонів і бетонів на пористих заповнювачах;

100 г - для ніздрюватих, силікатних і дрібнозернистих бетонів.

При виробничому контролі вологості бетону в бетонних і залізобетонних виробках допускається проводити випробування проб бетону меншої маси відповідно до вимог нормативних документів на ці вироби.

5.2.4 Подрібноють і зважують зразки або проби відразу ж після відбору або зберігають у паронепроникному пакуванні або герметичній тарі, об'єм якої перевищує об'єм покладених у неї зразків не більше ніж у два рази.

5.2.5 Підготовлені проби або зразки зважують, після чого поміщають до сушильної шафи й висушують до постійної маси відповідно до 3.1.12, 3.1.13.

5.2.6 Перед повторним зважуванням проби (зразки) охолоджують в ексикаторі з безводним хлористим кальцієм або у сушильній шафі до кімнатної температури.

5.2.7 Зважування виконують відповідно до 3.1.9.

5.2.8 Сорбційну вологість важкого бетону, бетону на пористих заповнювачах та силікатного бетону визначають за методикою ГОСТ 12852.6.

При цьому масу проби важкого бетону й бетону на пористих заповнювачах залежно від найбільшого розміру фракції заповнювача приймають згідно з таблицею 2.

Таблиця 2

Розмір фракції, мм	Маса проби, г
Більше 5 до 20 включно	100
» 20 » 40 »	200
» 40 » 80 »	500

5.3 Обробка результатів

5.3.1 Вологість бетону проби (зразка) за масою W_M у відсотках визначають із похибкою до 0,1 % за формулою:

$$W_M = \frac{m_g - m_c}{m_c} \cdot 100, (3)$$

де m_g - маса проби (зразка) бетону до сушіння, г;

m_c - маса проби (зразка) бетону після сушіння, г.

5.3.2 Вологість бетону проби (зразка) за об'ємом W_0 у відсотках визначають із похибкою до 0,1 % за формулою:

$$W_0 = \frac{W_M \rho_a}{\rho_w} \cdot 100, (4)$$

де W_M - вологість бетону проби (зразка) за масою, %;

ρ_a - середня густина сухого бетону, визначена відповідно до розділу 4, г/см³;

ρ_w - середня густина води, прийнята за 1 г/см³.

5.3.3 Вологість бетону серії проб (зразків) визначають як середнє арифметичне значення результатів визначення вологості окремих проб (зразків) бетону.

5.3.4 У журналі відповідно до 3.1.14 повинні бути передбачені наступні графи:

- маркування зразків;
- місце й час відбору проб;
- вік бетону й дата випробувань;
- вологість бетону проб (зразків) і серій за масою;
- вологість бетону проб (зразків) і серій за об'ємом.

6 ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОПОГЛИНАННЯ

6.1 Засоби контролю та матеріали

Для проведення випробування застосовують:

- ваги лабораторні згідно з ГОСТ 24104;
- ваги для гідростатичного зважування згідно з ГОСТ 29329;
- шафу сушильну, що забезпечує сушіння за температури $(105 \pm 10) ^\circ\text{C}$;
- посудину для насичення зразків водою;
- дріт'яну щіпку або абразивний камінь.

6.2 Підготовка та порядок проведення випробування

6.2.1 Водопоглинання бетону визначають випробуванням зразків. Розміри і кількість зразків приймають відповідно до 3.2.

6.2.2 Поверхню зразків очищають від пилу, бруду й слідів мастила за допомогою дріт'явої щіпки або абразивного каменя.

6.2.3 Зразки випробовують у стані природної вологості або висушених до постійної маси.

6.2.4 Сушать зразки відповідно до 3.1.12, 3.1.13.

6.2.5 Зразки розміщують у посудині, наповненій водою з таким розрахунком, щоб рівень води в ній був вище верхнього рівня зразків приблизно на 50 мм.

Зразки слід класти на прокладки так, щоб їх висота була мінімальною (призми й циліндри кладуть на бік).

Температура води в посудині повинна бути $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

6.2.6 Зразки зважують через кожні 24 год знаходження у воді на лабораторних вагах або вагах для гідростатичного зважування з урахуванням 3.1.9.

При зважуванні на лабораторних вагах зразки, вийняті з води, попередньо обтирають віджатою вологою тканиною. Масу води, що витекла з пор зразка на чашу ваг, слід долучати до маси насиченого зразка.

6.2.7 Випробування проводять доти, поки результати двох послідовних зважувань будуть відрізнятися не більше ніж на 0,1 %.

6.2.8 Зразки, що випробовуються в стані природної вологості, після закінчення процесу водонасичення висушують до постійної маси відповідно до 3.1.12, 3.1.13.

6.2.9 Водопоглинання бетону визначають також шляхом кип'ятіння зразків у випадку, коли це передбачено

нормативними документами (технічними умовами) на бетонні й залізобетонні вироби або робочими кресленнями на монолітні бетонні й залізобетонні конструкції відповідно до додатка В.

6.3 Обробка результатів

6.3.1 Водопоглинання бетону окремого зразка за масою W_w у відсотках визначають із похибкою до 0,1 % за формулою:

$$W_w = \frac{m_g - m_c}{m_c} \times 100, \quad (5)$$

де m_g - маса висушеного зразка, г;

m_c - маса водонасиченого зразка, г.

6.3.2 Водопоглинання бетону окремого зразка за об'ємом W_o у відсотках визначають із похибкою до 0,1 % за формулою:

$$W_o = \frac{W_w \rho_a}{\rho_b}, \quad (6)$$

де W_w - водопоглинання бетону окремого зразка за масою, %;

ρ_b - середня густина сухого бетону, кг/м³;

ρ_a - середня густина води, прийнята 1000 кг/м³.

6.3.3 Водопоглинання бетону серії зразків визначають як середнє арифметичне значення результатів випробувань окремих зразків у серії.

6.3.4 У журналі відповідно до 3.1.14 повинні бути передбачені наступні графи:

- маркування зразків;
- вік бетону й дата випробувань;
- водопоглинання зразків бетону;
- водопоглинання серії зразків бетону.

7 ВИЗНАЧЕННЯ ПОРИСТОСТІ

7.1 Стандарт встановлює методи визначення показників пористості за результатами визначення середньої густини, водопоглинання та сорбційної вологості бетонів відповідно до розділів 4, 6.

7.2 Для визначення об'єму відкритих некапілярних пор бетону (об'єму міжзернових порожнин) зразки насичують водою протягом 24 год відповідно до розділу 6, потім витримують 10 хв на решітці, після чого визначають їх об'єм в об'ємомірі відповідно до розділу 4 (без попереднього висушування і парафінування згідно з додатком А).

7.3 Об'єм пор бетону серії зразків Π_n у відсотках визначають із похибкою до 0,1 % за формулою:

$$\Pi_n = \left[\frac{\rho_b - \rho_a}{\rho_b} \right] \times 100, \quad (7)$$

де ρ_b - питома густина подрібненого в порошок бетону, визначена за допомогою пікнометра або приладу Ле - Шательє згідно з 4.15 ДСТУ Б В.2.7-71 (ГОСТ 8269.0), кг/м³;

ρ_a - середня густина сухого бетону в серії зразків, яку визначають відповідно до розділу 4, кг/м³.

7.4 Об'єм відкритих капілярних пор бетону в серії зразків Π_O у відсотках визначають за формулою:

$$\Pi_O = W_O, (8)$$

де W_O - об'ємне Водопоглинання бетону в серії зразків, визначене відповідно до розділу 6, %.

7.5 Об'єм відкритих некапілярних пор бетону в окремих зразках (об'єм міжзернових порожнин) Π_{M3} у відсотках за об'ємом визначають за формулою:

$$\Pi_{M3} = \frac{V - V_1}{V} \times 100, (9)$$

де V - об'єм зразка, визначений відповідно до розділу 4, см³:

V_1 - об'єм зразка, визначений відповідно до 7.2, см³.

Об'єм відкритих некапілярних пор бетону в серії зразків визначають, як середнє арифметичне значення результатів випробувань всіх зразків у серії.

7.6 Об'єм умовно-закритих пор бетону в серії зразків Π_3 у відсотках визначають за формулою:

$$\Pi_3 = \Pi_{\Pi} - \Pi_O - \Pi_{M3}, (10)$$

де Π_{Π} - об'єм пор бетону серії зразків, %;

Π_O - об'єм відкритих капілярних пор бетону в серії зразків, %;

Π_{M3} - об'єм відкритих некапілярних пор бетону в окремих зразках, %.

7.7 Показник мікропористості бетону серії зразків Π_{MK} визначають за формулою:

$$\Pi_{MK} = \frac{W_C}{\Pi_O + \Pi_{M3}}, (11)$$

де W_C - сорбційна вологість бетону в серії зразків при відносній вологості повітря від 95 % до 100 %, що визначена згідно з ГОСТ 12852.6, % за об'ємом;

Π_O - об'єм відкритих капілярних пор бетону в серії зразків, %;

Π_{M3} - об'єм відкритих некапілярних пор бетону в окремих зразках, %.

7.8 Показники середнього розміру пор і однорідності розмірів пор у бетоні визначають за кінетикою водопоглинання бетону згідно з додатком Г.

8 ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОНЕПРОНИКНОСТІ

8.1 Загальні вимоги

8.1.1 Загальні вимоги - відповідно до 3.1 та 3.2.

8.1.2 Висоту контрольних зразків бетону в залежності від розмірів фракції заповнювача допускається призначати відповідно до таблиці 3.

Таблиця 3

Найбільший розмір зерен заповнювача, мм	Найменша висота зразка, мм
Більше 0 до 5 включно	30
» 5 » 10 »	50
» 10 » 20 »	100

8.1.3 Схеми кріплення і герметизації зразків бетону в гніздах наведені у додатку Д.

8.1.4 Торцеві поверхні зразків перед випробуванням очищують від поверхневої плівки цементного каменя та слідів ущільнювального складу металевою щіткою або іншим інструментом.

8.2 Визначення водонепроникності за методом "микрої плями"

8.2.1 Засоби контролю та матеріали

8.2.1.1 Для проведення випробувань застосовують:

- установку будь-якої конструкції, що має не менше шести гнізд для кріплення зразків, яка забезпечує можливість подавання води до нижньої торцевої поверхні зразків при зростаючому її тиску, а також можливість спостереження за станом верхньої торцевої поверхні зразків (додаток Д);
- циліндричні форми для виготовлення зразків бетону із внутрішнім діаметром 150 мм і висотою 150; 100; 50 і 30 мм;
- воду згідно з ГОСТ 23732.

8.2.2 Підготовка та порядок проведення випробування

8.2.2.1 Виготовлені зразки зберігають у камері нормального твердіння за температури $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ і відносної вологості повітря не менше 95 %.

8.2.2.2 Перед випробуванням зразки витримують у приміщенні лабораторії протягом доби.

8.2.2.3 Діаметр відкритих торцевих поверхонь бетонних зразків повинен бути не менше 130 мм.

8.2.2.4 Зразки в обоймі встановлюють у гнізда установки для випробування і надійно закріплюють.

8.2.2.5 Тиск води підвищують ступенями по 0,2 МПа протягом від 1 хв до 5 хв і витримують на кожному ступені протягом часу, зазначеного в таблиці 4. Випробування проводять доти, поки на верхній торцевій поверхні зразка з'являться ознаки фільтрації води у вигляді крапель або мокрої плями.

Таблиця 4

Висота зразка, мм	150	100	50	30
Час витримування на кожному ступені, год	16	12	6	4

8.2.3 Обробка результатів

8.2.3.1 Водонепроникність кожного зразка оцінюють максимальним тиском води, за якого ще не спостерігалось її просочування крізь зразок.

8.2.3.2 Водонепроникність серії зразків оцінюють максимальним тиском води, за якого на чотирьох із шести зразків не спостерігалось просочування води.

8.2.3.3 Марку бетону за водонепроникністю приймають згідно з таблицею 5.

Таблиця 5

Водонепроникність серії зразків, МПа	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Марка бетону за водонепроникністю	W2	W4	W6	W8	W10	W12

8.2.3.4 У журналі відповідно до 3.1.14 повинні бути передбачені наступні графи:

- маркування зразків;
- вік бетону й дата випробувань;
- значення водонепроникності окремих зразків і серії зразків.

8.3 Визначення водонепроникності за допомогою коефіцієнта фільтрації

8.3.1 Засоби контролю та матеріали

Для проведення випробувань застосовують:

- пристрій для визначення коефіцієнта фільтрації з максимальним випробувальним тиском не менше 1,3 МПа;
- циліндричні металеві форми для виготовлення зразків із внутрішнім діаметром 150 мм і висотою 150; 100; 50 і 30 мм;
- технічні ваги згідно з ГОСТ 24104;
- силікагель згідно з ГОСТ 3956.

8.3.2 Підготовка та порядок проведення випробування

8.3.2.1 Виготовлені зразки зберігають у камері нормального твердіння за температури $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ і відносної вологості повітря не менше 95 %.

8.3.2.2 Перед випробуванням зразки бетону витримують у приміщенні лабораторії до моменту, поки зміна маси зразка за добу буде менше 0,1 %.

8.3.2.3 Перед початком випробування зразки повинні бути перевірені на герметичність й дефектність шляхом оцінки характеру фільтрації інертного газу, що подається при надлишковому тиску від 0,1 МПа до 0,3 МПа до нижнього торця зразка, на верхній торець якого налитий шар води.

При задовільній герметизації бічної поверхні зразка в обоймі та відсутності в ньому дефектів фільтрацію газу спостерігають у вигляді рівномірно розподілених пухирців, що проходять через шар води.

При незадовільній герметизації бічної поверхні зразків в обоймі або за наявності в зразках великих дефектів

фільтрацію газу спостерігають у вигляді рясного місцевого виділення пухирців, що проходять крізь шар води в дефектних місцях.

Дефекти герметизації бічної поверхні усувають повторною герметизацією зразків. За наявності в зразку окремих великих фільтрувальних каналів зразки бетону замінюють.

Принципова схема установки для визначення коефіцієнта фільтрації наведена у додатку Е.

8.3.2.4 Зразки, вибурені з конструкції, діаметром не менше 50 мм після герметизації їх бічних поверхонь випробовують незалежно від наявності в них дефектів.

8.3.2.5 Вода згідно з ГОСТ 23732, що застосована для випробувань, повинна бути попередньо деаерована шляхом кип'ятіння протягом не менше 1 год. Температура води в період випробувань $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

8.3.2.6 В пристрої одночасно випробовують шість зразків.

8.3.2.7 Підйом тиску деаерованої води роблять ступенями по 0,2 МПа протягом від 1 хв до 5 хв з витримкою протягом 1 год на кожному ступені до тиску, за якого з'являються ознаки фільтрації у вигляді окремих крапель.

8.3.2.8 Воду (фільтрат), що пройшов через зразок, збирають у прийомну посудину.

8.3.2.9 Визначення маси фільтрату роблять через кожні 30 хв і не менше шести разів на кожному зразку.

8.3.2.10 За відсутності фільтрату у вигляді крапель протягом 96 год кількість вологи, що проходить через зразок, вимірюють шляхом поглинання її силікагелем або іншим сорбентом відповідно до 8.3.2.9.

Силікагель повинен бути попередньо висушений і поміщений у закриту посудину, яку герметично приєднують до патрубка для збору фільтрату в прийомну посудину.

8.3.2.11 Допускається оцінювати коефіцієнт фільтрації бетону прискореним методом, наведеним у додатку Ж.

8.3.3 Обробка результатів

8.3.3.1 Масу фільтрату окремого зразка $Q(H)$ приймають як середнє арифметичне значення чотирьох найбільших значень.

8.3.3.2 Коефіцієнт фільтрації K_Φ , см/с, окремого зразка визначають за формулою:

$$K_\Phi = \frac{\eta \cdot Q \cdot \delta}{S \cdot \tau \cdot p}, \quad (12)$$

де Q - маса фільтрату, Н;

δ - товщина зразка, см;

S - площа зразка, см^2 ;

τ - час випробування зразка, протягом якого вимірюють масу фільтрату, с;

p - надлишковий тиск в установці, МПа;

η - коефіцієнт, що враховує в'язкість води за різної температури, приймають згідно з таблицею 6.

Таблиця 6

Температура води, $^\circ\text{C}$	15	20	25
Коефіцієнт η	1,13	1,0	0,89

Примітка. За температури води, що знаходиться в інтервалі між значеннями, вказаними в таблиці 6, коефіцієнт приймають шляхом інтерполяції.

8.3.3.3 При випробуванні бетонних зразків діаметром менше 150 мм, вибурених з конструкцій, коефіцієнт фільтрації, отриманий за розрахунковою формулою, множать на поправочний коефіцієнт K_{II} , який приймають згідно з таблицею 7.

Таблиця 7

Діаметр зразка, мм	150	130	120	100	80	50
Поправочний коефіцієнт K_{II}	1,0	1,1	1,4	1,8	2,8	5,5

8.3.3.4 Для визначення коефіцієнта фільтрації серії зразків коефіцієнти фільтрації окремих зразків цієї серії розташовують у порядку збільшення їх значень і використовують середнє арифметичне значення коефіцієнтів фільтрації двох середніх зразків (третього і четвертого).

8.3.3.5 У журналі відповідно до 3.1.14 повинні бути передбачені наступні графи:

- маркування зразків;
- маса фільтрату;
- коефіцієнт фільтрації кожного зразка та серії.

8.3.3.6 Отримане значення коефіцієнта фільтрації порівнюють із маркою бетону за водонепроникністю відповідно до таблиці 8.

Таблиця 8

Коефіцієнт фільтрації K_f , см/с	Марка бетону за водонепроникністю ("мокра пляма")
Від 7×10^{-9} до 2×10^{-8} включно	W2
Понад 2×10^{-9} до 7×10^{-9} включно	W4
» 6×10^{-10} » 2×10^{-9}	W6
» 1×10^{-10} » 6×10^{-10}	W8
» 6×10^{-11} » 1×10^{-10}	W10
» 6×10^{-11} і менше	W12

8.4 Визначення водонепроникності прискореним методом

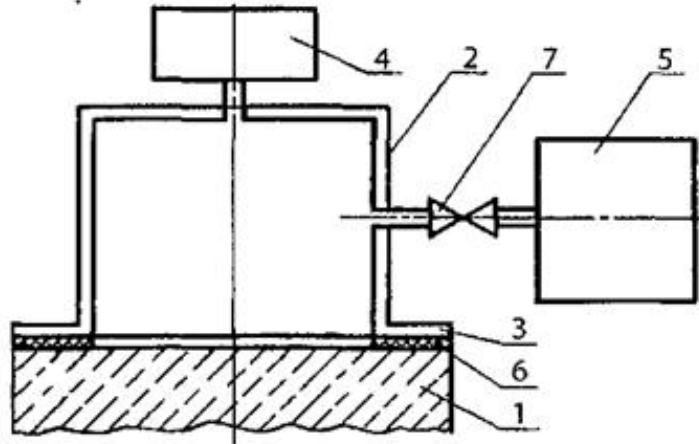
8.4.1 Засоби контролю та матеріали

8.4.1.1 Для проведення випробувань використовують:

- пристрій типу "Агама-2Р" для визначення повітропроникності бетону, принципова схема якого наведена на рисунку 1;
- герметизуючу мастику відповідно до ГОСТ 14791.

8.4.1.2 Допускається застосовувати інші пристрої, що відповідають основним вимогам:

- ширина фланця камери пристрою повинна бути не менше 25 мм;
- початковий тиск притискання фланця камери до поверхні бетону зразка повинен бути не менше 0,05 МПа;
- початковий рівень вакуумметричного тиску, який створюється усередині камери, повинен бути не менше 0,064 МПа;
- внутрішній об'єм порожнини камери пристрою повинен бути не менше 180 см³, при установленні й герметизації пристрою на поверхні непроникного матеріалу (скло органічне згідно з ГОСТ 9784) падіння вакуумметричного тиску не повинне перевищувати 0,002 МПа протягом 1 год.



1 - бетонний зразок; 2 - камера пристрою; 3 - фланець камери; 4 - вакуумметричний датчик; 5 - вакуумнасос; 6 - герметизуюча мастика; 7 - вентиль

Рисунок 1 - Схема пристрою для визначення повітропроникності поверхневих шарів бетону

8.4.2 Підготовка та порядок проведення випробування

8.4.2.1 Розміри контрольних зразків - відповідно до 8.1.2. Допускається випробовувати зразки-куби з ребром завдовжки 150 мм. Число зразків у серії - 6 шт.

8.4.2.2 Виготовлення контрольних зразків - відповідно до ГОСТ 10180 (СТ СЭВ 3978), зберігання та підготовка їх до випробувань - відповідно до 8.1.4, 8.2.2.1, 8.2.2.2 та 8.2.2.3.

Примітка. При зберіганні зразків повинна бути виключена можливість попадання води на їх поверхню.

8.4.2.3 Водонепроникність бетону визначають за даними таблиці 9 або, у випадку неможливості використання цих даних, відповідно до експериментально встановлюваної градувальної залежності.

8.4.2.4 Перевірку можливості використання даних таблиці 9 проводять перед початком застосування цього прискореного методу і кожного разу при зміні виду і якості цементів, добавок і заповнювачів, що застосовуються.

8.4.2.4.1 Перевірку здійснюють у такій послідовності:

- згідно з 8.4.2.2, 8.4.2.6, 8.4.2.7 виготовляють і випробовують одну серію зразків із бетону одного із складів, що контролюються;
- визначають значення α_c (або m_c) для цієї серії зразків і відповідну йому наведену в таблиці 9 марку бетону за водонепроникністю;
- цю ж серію зразків випробовують згідно з 8.2 і визначають марку бетону за водонепроникністю методом "микрої плями".

8.4.2.4.2 Дані таблиці 9 можна використовувати, якщо значення марки бетону за водонепроникністю W , отриманої методом "микрої плями", відрізняється від наведеної в таблиці не більше ніж на одну марку.

Таблиця 9

Параметр повітропроникності бетону a_c , $\text{см}^2/\text{с}$	Опір бетону проникненню повітря m_C , $\text{с}/\text{см}^3$	Марка бетону за водонепроникністю
0,325-0,224	3,1-4,5	W2
0,223-0,154	4,6-6,5	W4
0,153-0,106	6,6-9,4	W6
0,105-0,0728	9,5-13,7	W8
0,0727-0,0510	13,8-19,6	W10
0,0509-0,0345	19,7-29	W12
0,0344-0,0238	29,1-42,0	W14
0,0237-0,0164	42,1-60,9	W16
0,0163-0,0113	61-88,5	W18
0,0112-0,0077	88,6-130,2	W20

8.4.2.4.3 Якщо вимога 8.4.2.4.2 не виконується, тобто таблицю 9 використовувати не можна, то для визначення марки бетону за водонепроникністю використовують градувальну залежність

a_c - W або m_C - W згідно з формулами:

$$W = b_0 + b_1 \lg a_c \quad (13)$$

$$W = b_0 - b_1 \lg m_C \quad (14)$$

де b_0 , b_1 - коефіцієнти згідно з 8.4.2.4.4 та 8.4.2.4.5.

8.4.2.4.4 Коефіцієнти b_0 і b_1 визначають за результатами випробувань серії зразків відповідно до 8.4.2.4.1 і двох додаткових серій зразків, також виготовлених і випробуваних відповідно до 8.4.2.4.1.

При виготовленні зразків однієї із зазначених серій варто використовувати бетонну суміш із водоцементним відношенням від 0,40 до 0,42, а другу - від 0,52 до 0,54. Співвідношення між заповнювачами і між цементом і добавками в цих бетонних сумішах повинні бути такими ж, що й у контрольному складі.

8.4.2.4.5 Коефіцієнти b_0 і b_1 визначають за формулами:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^3 w_i \times \sum_{j=1}^3 (\lg a_{ci})^2 - \sum_{i=1}^3 \lg a_{ci} \times \sum_{j=1}^3 w_j \times \lg a_{cj}}{3 \sum_{i=1}^3 (\lg a_{ci})^2 - \sum_{i=1}^3 (\lg a_{ci})^2} \quad (15)$$

$$b_1 = \frac{3 \sum_{i=1}^3 w_i \times \lg a_{ci} - \sum_{i=1}^3 \lg a_{ci} \times \sum_{j=1}^3 w_j}{3 \sum_{i=1}^3 (\lg a_{ci})^2 - \sum_{i=1}^3 (\lg a_{ci})^2} \quad (16)$$

де α_{ci} - значення α_c або m_c для окремих серій зразків ($\alpha_{c1}, \alpha_{c2}, \alpha_{c3}$ або m_{c1}, m_{c2}, m_{c3});

W_i - значення W для окремих серій (W_1, W_2, W_3) марки бетону за водонепроникністю.

8.4.2.5 Перед проведенням випробувань пристрій перевіряють на герметичність відповідно до інструкції щодо експлуатації.

8.4.2.6 При підготовці до визначення водонепроникності герметизуючу мастику джгутом діаметром не менше 6 мм укладають на фланець камери по його середній лінії і з'єднують кінці. Камеру фланцем установлюють на нижню (за умовами формування) поверхню зразка і у порожнині камери створюють розрідження не менше 0,064 МПа.

8.4.2.7 Відповідно до інструкції з експлуатації пристрою визначають значення параметра повітропроникності бетону q , $\text{см}^3/\text{с}$, для кожного зразка або зворотне йому значення опору бетону проникненню повітря m_i , $\text{с}/\text{см}^3$.

8.4.3 Обробка результатів

8.4.3.1 Отримані значення q (m_i) бетону зразків записують у порядку їх зростання й визначають середнє арифметичне значення q (m_i) двох середніх зразків (третього і четвертого) як параметр, що характеризує повітропроникність бетону в серії.

8.4.3.2 Згідно з таблицею 9 або встановленою градуовальною залежністю визначають марку бетону за водонепроникністю W , що відповідає отриманому значенню α_c або m_c . При цьому за марку бетону за водонепроникністю при використанні градуовальної залежності приймають значення W , розраховане за формулою (13) або (14) для даного значення α_c (m_c) і округлене до найближчого цілого парного числа.

8.4.3.3 Приклад встановлення й використання градуовальної залежності наведений в додатку К.

8.5 Для порівняння викладених методів визначення водонепроникності бетону в додатку Б наведені основні положення визначення водонепроникності бетону згідно з ISO 1920-5.

ДОДАТОК А

(обов'язковий)

ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ ЗРАЗКІВ БЕТОНУ НЕПРАВИЛЬНОЇ ФОРМИ

A.1 Об'єм зразків неправильної форми визначають в об'ємомірі або гідростатичним зважуванням.

A.2 Зразки бетону, що мають дрібнопористу структуру, на поверхні яких відсутні каверни, раковини, тріщини, перед випробуванням парафінують або насичують водою протягом не менше доби.

Парафінування роблять у такий спосіб. Зразок, висушений до постійної маси, нагрівають до 60 °С та кілька разів занурюють у розплавлений парафін з таким розрахунком, щоб на його поверхні утворилася плівка парафіну завтовшки близько 1 мм. Після цього зразок зважують.

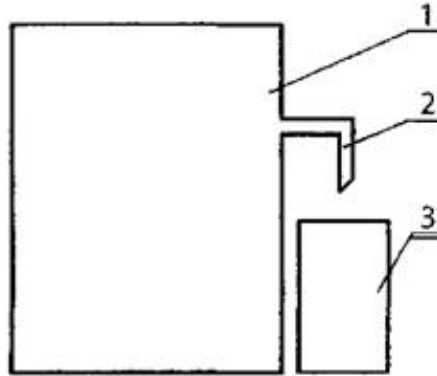
A.3 Зразки бетону, що мають крупнопористу структуру (пори розміром більше 2 мм) або ті, що мають на поверхні каверни і раковини (діаметром і глибиною більше 2 мм), а також тріщини (завширшки більше 0,5 мм), перед випробуванням парафінують двічі.

Парафінування роблять у такий спосіб. Зразок, висушений до постійної маси, нагрівають у сушильній шафі до температури 60 °С. За допомогою пензлика заповнюють парафіном, нагрітим до 100 °С, всі відкриті каверни,

раковини і пори на поверхні зразка. Після цього зразок зважують.

Друге парафінування роблять дворазовим зануренням у розплавлений парафін, щоб на зразку утворилася плівка парафіну завтовшки близько 1 мм. Потім зразок знову зважують.

А.4 Об'ємомір представляє собою посудину довільної форми (рисунок А.1), величина якої дозволяє випробовувати зразки розмірами, передбаченими даним стандартом. У посудину впає трубка внутрішнім діаметром від 8 мм до 10 мм із загнутим кінцем.



1 - посудина; 2 - трубка; 3 - посудина для збору води

Рисунок А.1

А.5 Об'ємомір наповнюють водою з температурою $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ доти, поки вона не потече із трубки. Коли із трубки припиниться падіння крапель, під неї ставлять попередньо зважену посудину.

А.6 Зразок, підготовлений до випробувань, обережно занурюють на тонкому дроті або нитці в об'ємомір, при цьому вода, витиснута зразком, через трубку витікає в посудину.

Після припинення падіння крапель посудину з водою зважують і визначають масу і об'єм витиснутої води V_v , см^3 , відповідно до формули:

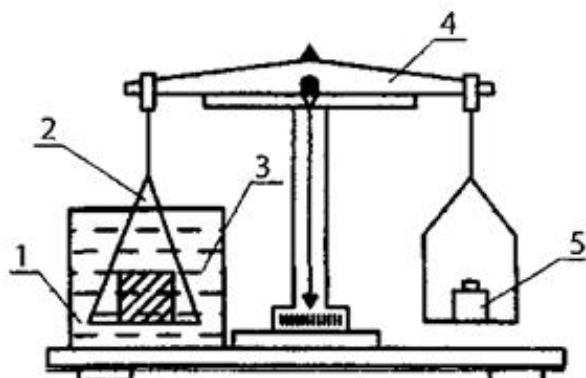
$$V_v = \frac{m_2 - m_1}{\rho_v}, \quad (\text{A.1})$$

де m_1 - маса порожньої посудини, г;

m_2 - маса посудини з водою, витиснутою зразком, г;

ρ_v - середня густина води, прийнята $1,0 \text{ г/см}^3$.

А.7 Об'єм зразка на гідростатичних вагах визначають зважуванням його на повітрі і у воді за схемою, наведеною на рисунку А.2.



1 - посудина з водою; 2 - підвіс для зразка; 3 - зразок; 4 - ваги; 5 - важок

Рисунок А.2

А.8 Об'єм попередньо насичених водою зразків V_{α} , см^3 , визначають:

- при випробуванні в об'ємомірі за формулою

$$V_{\alpha} = V_{\alpha}, \quad (17)$$

- при випробуванні на гідростатичних вагах за формулою

$$V_{\alpha} = \frac{m_{\text{нас}} - m'_{\text{нас}}}{\rho_{\alpha}}, \quad (18)$$

де $m_{\text{нас}}$ - маса насиченого водою зразка, визначена зважуванням у повітрі, г;

$m'_{\text{нас}}$ - маса насиченого водою зразка, визначена зважуванням у воді, г;

ρ_{α} - густина води, прийнята 1 г/см^3 .

А.9 Об'єм зразків, підготовлених до випробування відповідно до А.2, визначають:

- при випробуванні в об'ємомірі за формулою

$$V_{\alpha} = V_{\alpha} - \frac{m_{\text{п}} - m_{\text{с}}}{\rho_{\text{п}}}, \quad (\text{А.2})$$

- при випробуванні на гідростатичних вагах за формулою

$$V_{\alpha} = \frac{m_{\text{нас}} - m'_{\text{нас}}}{\rho_{\alpha}} - \frac{m_{\text{п}} - m_{\text{с}}}{\rho_{\text{п}}}, \quad (\text{А.3})$$

де $m_{\text{с}}$ - маса висушеного зразка, г;

$m_{\text{п}}$ - маса парафінованого зразка, г;

$\rho_{\text{п}}$ - густина парафіну, прийнята $0,93 \text{ г/см}^3$.

А.10 Об'єм зразків, підготовлених до випробування відповідно до А.3, визначають:

- при випробуванні в об'ємомірі за формулою

$$V_{\alpha} = V_{\alpha} - \frac{m_{\text{п2}} - m_{\text{п1}}}{\rho_{\text{п}}}, \quad (\text{А.4})$$

- при випробуванні на гідростатичних вагах за формулою

$$V_{\alpha} = \frac{m_{\text{п2}} - m'_{\text{п2}}}{\rho_{\alpha}} - \frac{m_{\text{п2}} - m_{\text{п1}}}{\rho_{\text{п}}}, \quad (\text{А.5})$$

де $m_{\text{п1}}$ і $m_{\text{п2}}$ - маса зразка, парафінованого відповідно один і два рази, що визначена зважуванням на повітрі, г;

m_{n2} - маса зразка, парафінованого два рази, що визначена зважуванням у воді, г.

ДОДАТОК Б

(довідковий)

МЕТОДИ ВИПРОБУВАННЯ БЕТОНУ ВІДПОВІДНО ДО ISO 1920-5

Б.1 Визначення

Для цілей ISO 1920-5 застосовуються наступні визначення:

Б.1.1 Середня густина - відношення маси бетону до його об'єму.

Примітка. Середня густина бетону визначається в кілограмах на кубічний метр.

Б.2 Визначення середньої густини бетону

Б.2.1 Загальні вимоги

Цей метод визначення середньої густини бетону застосовується для легкого, важкого та надважкого бетонів.

У залежності від стану бетону розрізняють середню густину:

- бетону, що затверднув;
- водонасиченого бетону;
- висушеного бетону.

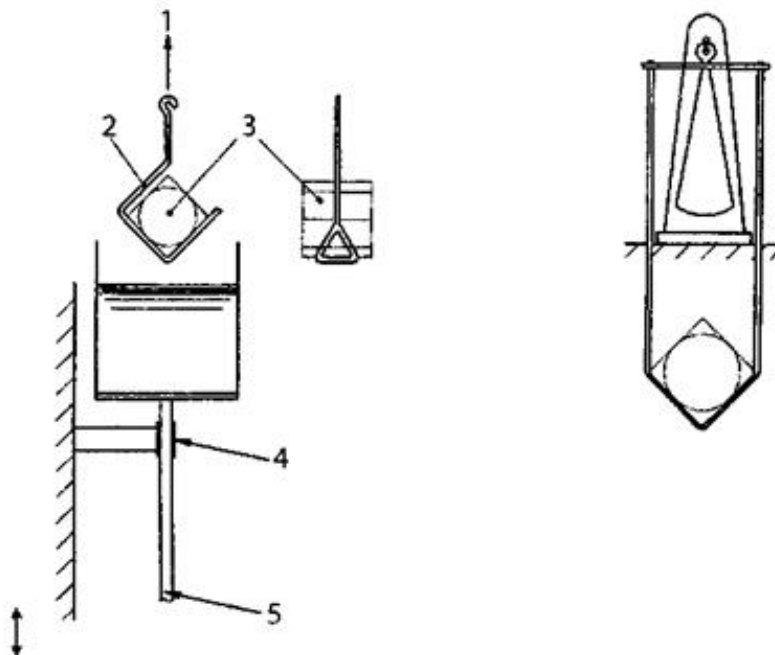
Б.2.2 Апаратура

Б.2.2.1 Вимірювальні засоби - штангенциркуль, лінійка з похибкою 0,5 %.

Б.2.2.2 Ваги, що дозволяють зважування зразка як на повітрі, так і в воді з похибкою до 0,1 % маси (рисунок Б.1).

Б.2.2.3 Посудина для води повинна бути оснащена пристроєм підтримки постійного рівня води і бути достатнього розміру, щоб дозволити зразку на вагах повністю зануритися на постійну глибину (рисунок Б.1).

Б.2.2.4 Лабораторна шафа, що дозволяє підтримувати температуру $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$.



a) b)

1 - ваги; 2 - пристрій ваг; 3 - бетонний зразок; 4 - напрямний пристрій; 5 - посудина з водою, що здатна рухатися вертикально.

a) - пристрій ваг, розташований нижче їх механізму; b) - розташування пристрою над механізмом ваг

Рисунок Б.1 - Розташування пристрою ваг для визначення об'єму бетонного зразка витисненням води

Б.2.3 Зразки, що випробовуються

Б.2.3.1 Мінімальний об'єм зразка - 1л. Якщо максимальний розмір заповнювача більше 25 мм, то мінімальний об'єм зразка в кубічних метрах повинен бути не менше $50 \cdot D^3$, де D - максимальний розмір крупного заповнювача, мм.

Б.2.3.2 Для отримання зразків необхідного розміру останні можуть бути вибурені або випиляні із зразків бетону більшого розміру.

Б.2.4 Проведення випробування

Б.2.4.1 Робочий стан апаратури, що застосовується для визначень, повинен перевірятися не рідше одного разу на рік.

Б.2.4.2 Маса бетону після 28 діб тверднення визначається з похибкою до 0,1 %. Значення маси записується в кілограмах і позначається як m_r .

Б.2.4.3 Маса водонасиченого бетону визначається на зразках, що були попередньо занурені у воду. Водонасичення бетону здійснюється у воді за температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Припиняється водонасичення у випадку, якщо маса зразка бетону не змінюється більше ніж на 0,2 % за 24 год. Перед кожним зважуванням необхідно витирати вологою тканиною надлишок води з поверхні зразка бетону.

Зразки важкого бетону, що тверднули у воді не менше 72 год, можна вважати такими, що відповідають цьому документу.

Б.2.4.4 Значення маси записується в кілограмах і позначається як m_s .

Б.2.4.5 Маса висушеного бетону визначається на зразках, що були попередньо висушені у вентиляційній шафі. Сушіння бетону відбувається в шафі за температури $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$. Припиняється сушіння зразка у випадку, якщо маса зразка бетону не змінюється більше ніж на 0,2 % за 24 год. Перед кожним зважуванням зразки необхідно

охолоджувати до кімнатної температури в спеціальних посудинах.

Значення маси записується в кілограмах і позначається як m_0 .

Б.2.4.6 Об'єм зразка визначається одним з наступних методів:

- витисненням води;
- розрахунком із використанням реальних вимірювань;
- розрахунком при використанні зразків-кубів, що мають зазначені розміри.

Б.2.4.7 Метод визначення об'єму бетону витисненням води

Б.2.4.7.1 Метод визначення об'єму бетону витисненням води підходить для зразків будь-якої форми, але є єдиним для зразків неправильної форми.

Б.2.4.7.2 Зразок повинен бути в насиченому водою стані.

Б.2.4.7.3 Цей метод не підходить для зразків із крупнопористого бетону, бетону з пористим заповнювачем, бетону з великими порам або для зразків з водоненасиченого бетону. Цей метод може бути застосований для зразків бетону з водонепроникною поверхнею.

Б.2.4.7.4 Ваги у посудині з водою підвішуються так, щоб їх гідростатичний пристрій досяг рівноваги і підвіс ваг був повністю занурений у воду та не торкався стінок посудини. Записується глибина занурення підвісу ваг, а також його маса m_{st} .

Б.2.4.7.5 Розташовують зразок на пристрої ваг і повністю занурюють його у воду на ту саму глибину, що і порожній пристрій.

Б.2.4.7.6 Обережно витирають можливі бульбашки повітря зі зразка та пристрою ваг.

Б.2.4.7.7 Зважують повністю занурений зразок з пристроєм ваг. Записують $(m_{st} + m_w)$ як загальну масу в кілограмах.

Б.2.4.7.8 Знімають зразок з пристрою ваг, витирають надлишок води вологою ганчіркою з поверхні зразка і зважують. Записують масу зразка на повітрі в кг, як m_a .

Б.2.4.7.9 Об'єм зразка визначають за формулою:

$$V = \frac{m_a - [(m_{st} + m_w) - m_{st}]}{\rho_w}, \quad (\text{Б.1})$$

де V - об'єм зразка, м³;

m_a - маса зразка на повітрі, кг,

m_{st} - маса пристрою ваг у воді, кг,

m_w - маса зразка у воді, кг,

ρ_w - густина води, кг/м³, при 20 °С, прийнята як 998 кг/м³.

Б.2.4.8 Об'єм зразка визначений розрахунком із використанням реальних вимірювань.

Б.2.4.8.1 Для розрахунку об'єму використовують тільки циліндричні або призматичні зразки без пошкоджень. За результатами замірів зразків розраховують середнє значення об'єму зразка бетону в м³ і округляють до чотирьох

значущих цифр.

Б.2.4.9 Об'єм зразка визначений розрахунком при використанні зразків-кубів, що мають зазначені розміри.

Б.2.4.9.1 Для розрахунку об'єму використовують тільки непошкоджені зразки циліндричної або призматичної форми. Зразки виготовлені в каліброваних формах згідно з ISO 1920-5. У цьому випадку перевіряють, щоб кожний розмір зразка мав похибку не більше $\pm 0,5$ % призначеного розміру. За результатами замірів зразків розраховують середнє значення об'єму зразка бетону в м^3 і округляють до чотирьох значущих цифр.

Б.2.5 Розрахунки

Б.2.5.1 Середню густину бетону визначають за формулою:

$$D = \frac{m}{V}, \text{ (Б.2)}$$

де D - середня густина бетону, що пов'язана із станом зразка (бетон, що затверднув, водонасичений, висушений бетон), $\text{кг}/\text{м}^3$;

m - маса зразка під час випробувань, кг ;

V - об'єм зразка, визначений одним із трьох методів, м^3 .

Б.2.5.2 У робочому журналі під час оформлення результатів розрахунків робиться запис щодо стану зразка і зазначається метод, за яким був визначений об'єм. Результат визначення середньої густину бетону округлюється до $10 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Б.2.6 Представлення результатів випробування

Б.2.6.1 Записи результатів випробувань повинні включати:

- стан бетону (бетон, що затверднув, водонасичений бетон, висушений);
- дату проведення випробувань;
- масу зразка;
- метод визначення об'єму зразка;
- об'єм зразка;
- розраховану середню густину бетону.

Після закінчення випробувань складається звіт згідно з вимогами розділу Б.4 з урахуванням даних Б.2.6.

Б.3 Визначення водонепроникності бетону

Б.3.1 Принцип дії

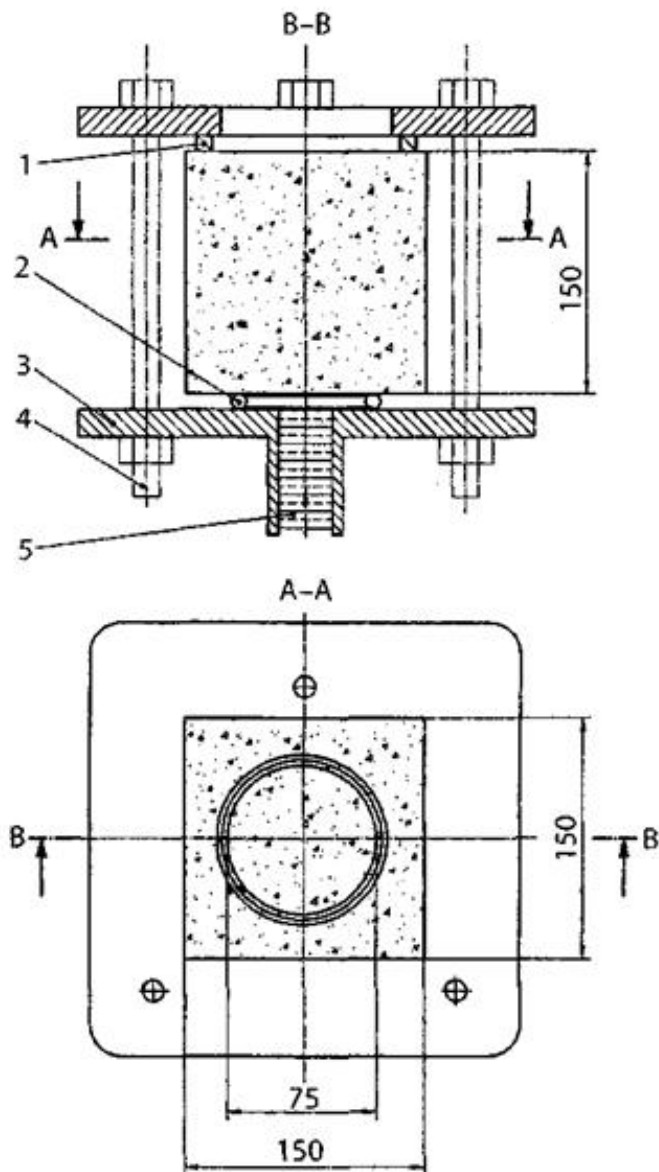
Метод визначає глибину проникнення води під тиском у бетон, що тверднув у воді.

Б.3.2 Апаратура

Б.3.2.1 Випробувальне обладнання повинне забезпечувати, щоб тиск води міг діяти на досліджувану зону зразка певних розмірів і постійно реєструвався. Приклад установки наведений на рисунку Б.2.

Дослідна апаратура повинна дозволяти обстежувати зразок.

Кільця гумові або з іншого матеріалу повинні забезпечувати герметизацію випробувального пристрою.



1 - прокладка; 2 - герметизуюче кільце; 3 - пластина; 4 - різьбовий стрижень; 5 - вода під тиском

Рисунок Б.2 - Приклад випробувального пристрою

Б.3.2.2 Дротяна щіпка створює шорстку поверхню бетону.

Б.3.3 Зразки, що випробовуються

Б.3.3.1 Зразок може бути у формі куба, циліндра або призми з довжиною краю або діаметром не менше 150 мм. Можуть застосовуватися зразки, відібрані з конструкції.

Відношення висоти до довжини краю або висоти до діаметра повинно бути більше 0,5 за умови, що висота повинна бути не менше 100 мм.

Б.3.4 Проведення випробувань

Б.3.4.1 Досліджуваний зразок повинен тверднути у воді не менше 28 діб відповідно до ISO 1920-5. Одразу після формування на його поверхні, до якої буде прикладатися водяний тиск, за допомогою дротяної щіпки створюється шорсткість.

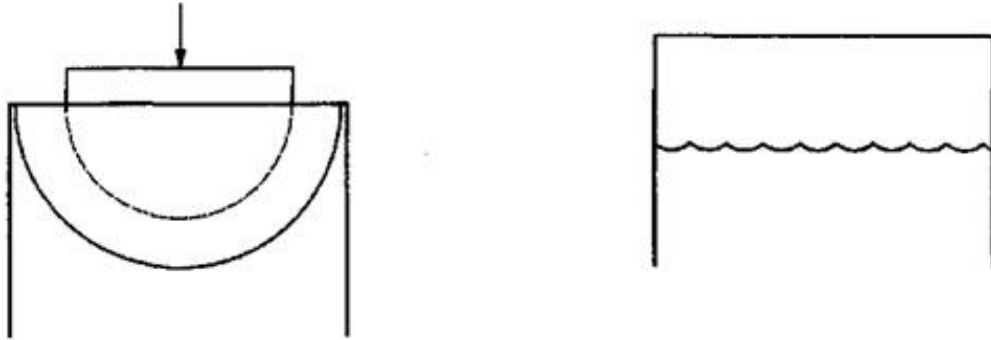
Б.3.4.2 Вода повинна бути водопровідна.

Б.3.4.3 Зразок розташовують у випробувальному пристрої і створюють тиск води (500 ± 50) кПа тривалістю (72 ± 2) год. Не допускається прикладати тиск води до гладкої поверхні.

Б.3.4.4 Після дії тиску на зразок протягом (72 ± 2) год тиск знімається, зразок з випробувального пристрою виймається. Поверхня, на яку прикладався тиск води, протирається ганчіркою, щоб прибрати надлишок води.

Б.3.4.5 Зразок по вертикальній напрямній розколюється і розташовується поверхнею, до якої прикладався тиск води, донизу. Після підсихання поверхні, коли може спостерігатися фронт проникнення води, останній відмічається на зразку.

Б.3.4.6 Отриманий фронт повинен бути порівняний з допустимим (рисунок Б.3). Якщо фронт проникнення допустимий, то з точністю до 1мм заміряється його максимальна відстань від низу зразка.



а б

а - допустимий, б - недопустимий

Рисунок Б.3 - Фронти води

Б.3.5 Результат випробувань

Максимальна глибина проникнення води під тиском у зразок, мм, є результатом випробувань.

Б.3.6 Представлення результатів випробування

Б.3.6.1 Запис результатів випробувань повинен включати:

- дату початку випробувань;
- напрямок тиску води (зверху, знизу зразка перпендикулярно до площі формування);
- будь-яке відхилення фронту проникнення води від допустимого;
- максимальну глибину проникнення, мм;
- будь-яке просочування води з подальшим розглядом достовірності отриманих результатів (за наявності);
- криву проникнення води;
- вік зразків під час проведення випробувань.

Б.3.6.2 За результатами випробувань складається звіт з урахуванням даних Б.3.6.

Б.4 Звіт за результатами випробування

Б.4.1 Звіт за результатами випробувань повинен включати, окрім даних щодо результатів випробувань, наступні відомості:

- ідентифікацію зразка;
- місце знаходження випробувального стенда (найменування і адреса організації, що проводила випробування);
- час отримання зразків;

- будь-яке відхилення від вимог стандарту щодо випробувань;
- підтвердження безпосереднім відповідальним виконавцем щодо наявності прав проведення випробувань відповідно до вимог ISO 1920-5.

(обов'язковий)

ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОПОГЛИНАННЯ ПРИ КИП'ЯТІННІ

В.5 Водопоглинання бетону при кип'ятінні за масою у відсотках визначають із похибкою до 0,1 % за формулою:

$$W_{\text{M.MET}} = \frac{m_{\text{MET}} - m_c}{m_c} 100, \quad (\text{B.1})$$

m_c - маса сухого зразка, г.

$$W_{\alpha, \text{net}} = \frac{W_{\alpha, \text{net}} \rho_\alpha}{\rho_\alpha}, \quad (\text{B.2})$$

$\rho_{\text{в}}$ - середня густина води, прийнята 1 г/см³.

(ДОВІДКОВИЙ)

ВИЗНАЧЕННЯ ПОРИСТОСТІ БЕТОНУ ЗА

КІНЕТИКОЮ ЙОГО ВОДОПОГЛИНАННЯ

Г.1 Кінетика водопоглинання бетону характеризується збільшенням його маси в часі.

Г.2 Криві водопоглинання виражаються рівнянням:

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-\frac{t}{\bar{\lambda}}}] \quad (\text{Г.1})$$

де W_t - водопоглинання зразка за час t у відсотках за масою;

W_{∞} - водопоглинання зразка, визначене відповідно до розділу 6, у відсотках за масою;

e - основа натурального логарифма, яка дорівнює 2,718;

t - час водопоглинання, год;

$\bar{\lambda}$ - показник середнього розміру відкритих капілярних пор, який дорівнює границі відношення прискорення процесу водопоглинання до його швидкості. Він визначається за номограмами, наведеними на рисунках Г.1 - Г.4;

α - показник однорідності розмірів відкритих капілярних пор, визначається за номограмами, наведеними на рисунках Г.1 і Г.2.

Г.3 Кінетика водопоглинання визначається шляхом безперервного або дискретного зважування попередньо висушених зразків у процесі їх водопоглинання за методикою відповідно до розділу 6.

Г.4 При безперервному гідростатичному зважуванні будують криву збільшення маси в часі в координатах: водопоглинання (у відсотках за масою) - час (у годинах). Крім того, наприкінці випробування роблять гідростатичне й звичайне зважування насиченого водою зразка для визначення його об'єму за методикою відповідно до розділу 6.

За результатами випробувань за кривою водопоглинання знаходять точки, у яких водопоглинання становить $W_{t1} = 0,632 W_{\infty}$ і $W_{t2} = 0,5 W_{\infty}$ відповідні цим точкам час t_1 і t_2 . За значеннями t_1 і t_2 за допомогою номограми (рисунок Г.1) знаходять параметри порової структури $\bar{\lambda}$ і α .

Приклад користування номограмою показаний на рисунку Г.1.

Г.5 При дискретному методі зважування здійснюють через 0,25 год і 1,0 год після занурення висушеного зразка у воду, а потім - через кожні 24 год до постійної маси. Постійною вважають масу зразка, за якої результати двох послідовних зважувань відрізняються не більше ніж на 0,1 %. Наприкінці випробувань роблять гідростатичне зважування зразка. За результатами випробувань розраховують відносне водопоглинання за масою в моменти часу $t = 0,25$ і $t = 1$ год. За цими величинами за допомогою номограм (рисунок Г.2) визначають допоміжний параметр $\bar{\lambda}$ і параметр α , за якими розраховують або одержують за номограмами (рисунки Г.3 і Г.4) параметр $\bar{\lambda}$. Приклад користування номограмою показаний на рисунку Г.3.

Г.6 Параметри пористості $\bar{\lambda}$ та α серії зразків бетону визначають як середнє арифметичне значення результатів випробувань всіх зразків серії.

Г.7 Базовими зразками при визначенні параметрів пористості за кінетикою водопоглинання є куб з ребром 7 см або циліндр діаметром і висотою 7 см.

Допускається визначати кінетику водопоглинання на зразках-кубах, зразках-циліндрах з висотою, а також на зразках неправильної форми, близької до куба, кулі або циліндра. При цьому необхідно експериментальне визначати перехідні коефіцієнти до базових зразків для параметрів $\bar{\lambda}$ і α .

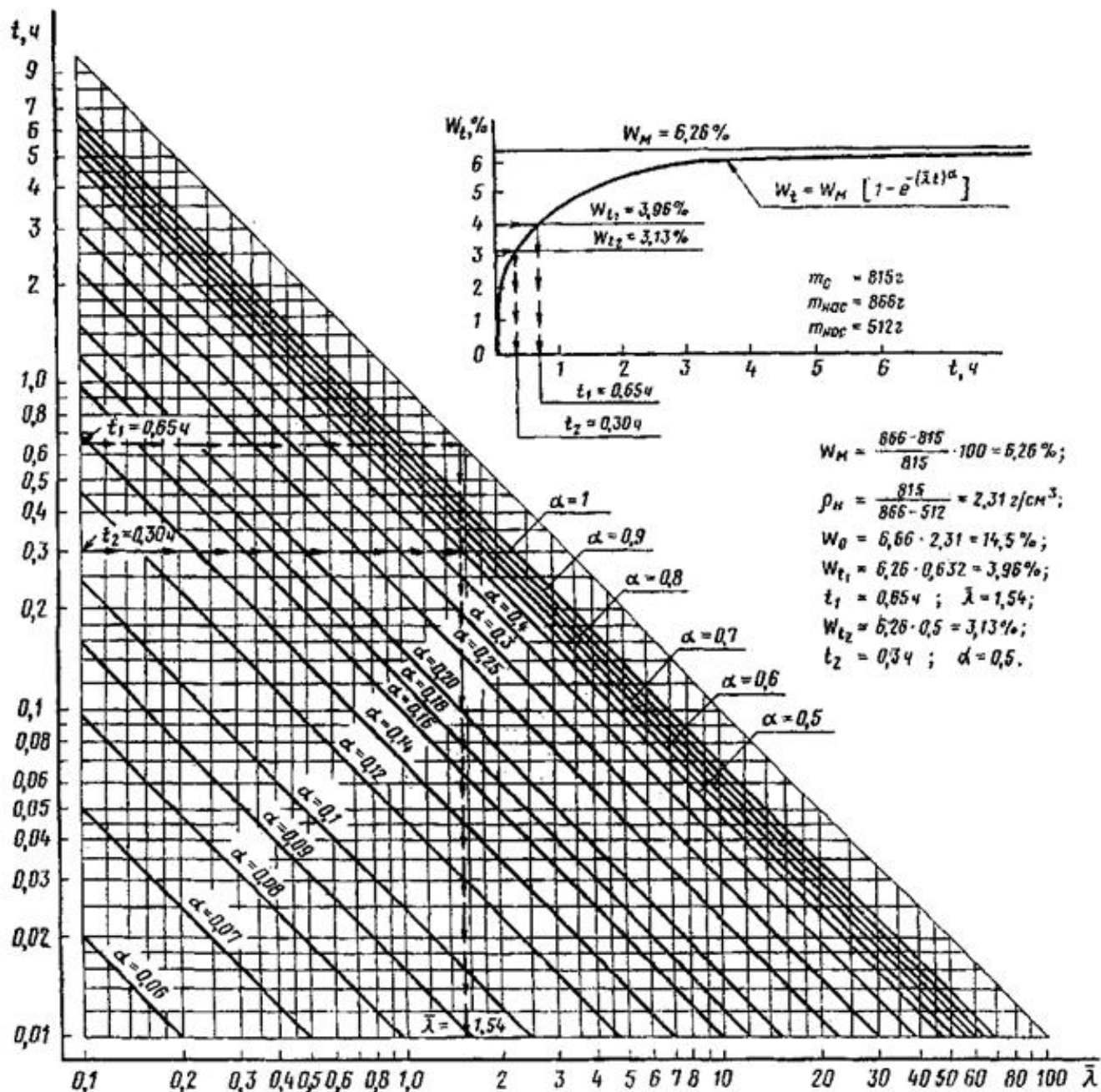


Рисунок Г.1 - Номограма і приклад розрахунку параметрів пористості за кінетикою насичення матеріалу водою (безперервний метод)

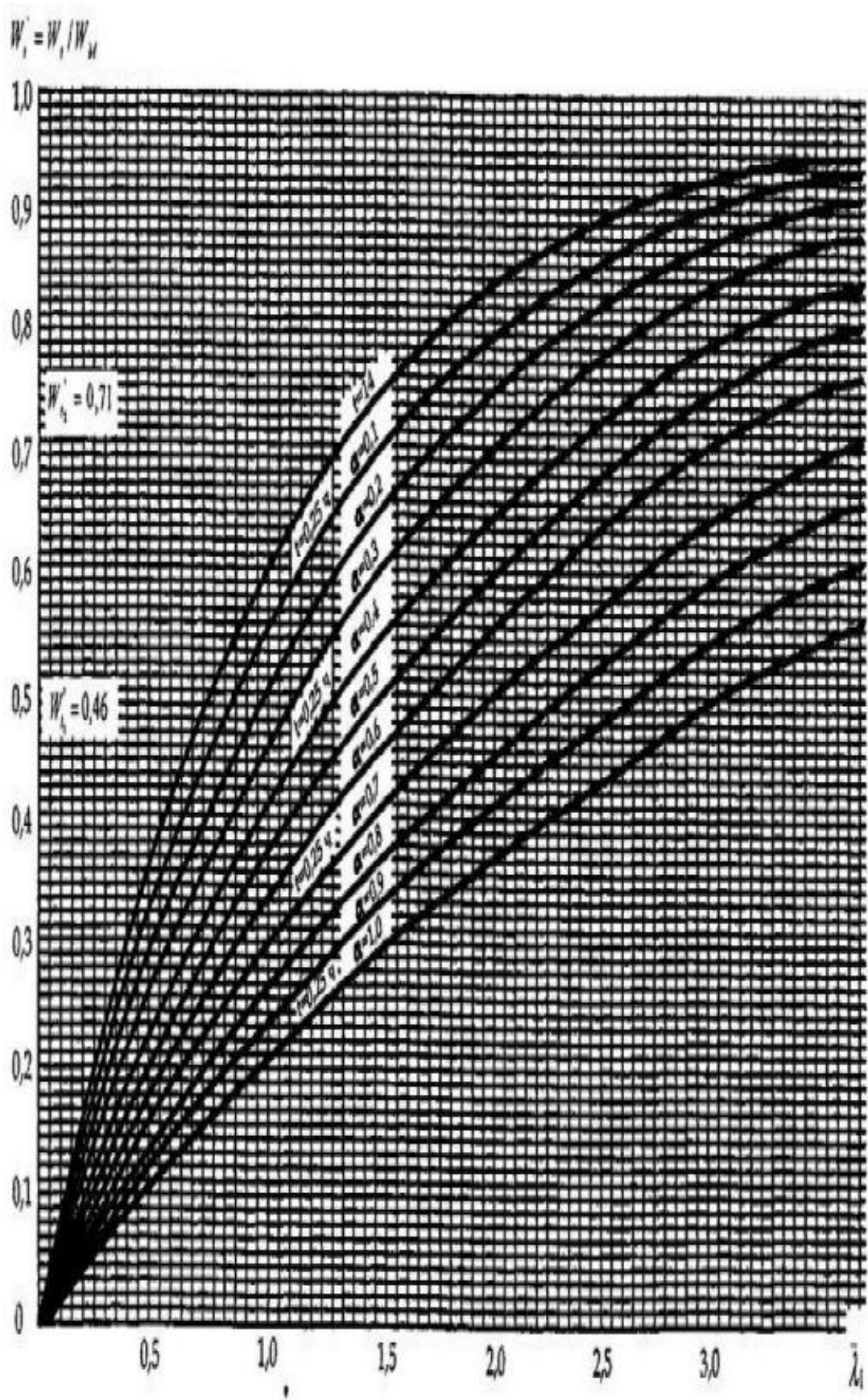


Рисунок Г.2 - Номограма і приклад розрахунку параметрів пористості за кінетикою насичення матеріалу (дискретний метод) Приклад розрахунку параметрів пористості за кінетикою насичення матеріалу (дискретний метод)

t	0	0,25	1,0	24,0
Q_2^c	815,0	838,5	851,0	866,0
	-	-	-	512.0

Q_2^B

$$W_w = \frac{866 - 815}{815} \times 100 = 6,26\%;$$

$$\rho_w = \frac{815}{866 - 512} = 2,31 \text{ г/см}^3;$$

$$W_o = 6,26 \times 2,31 = 14,5\%;$$

$$W_{12} = \frac{851 - 815}{815} \times 100 = 4,45\%;$$

$$W'_{12} = \frac{4,45}{6,26} = 0,71; \quad \bar{\lambda} = 1,24;$$

$$W_n = \frac{838,5 - 815}{815} \times 100 = 2,88\%;$$

$$W'_n = \frac{2,28}{6,26} = 0,46; \quad \alpha = 0,5;$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt[0,5]{1,24} = 1,54.$$

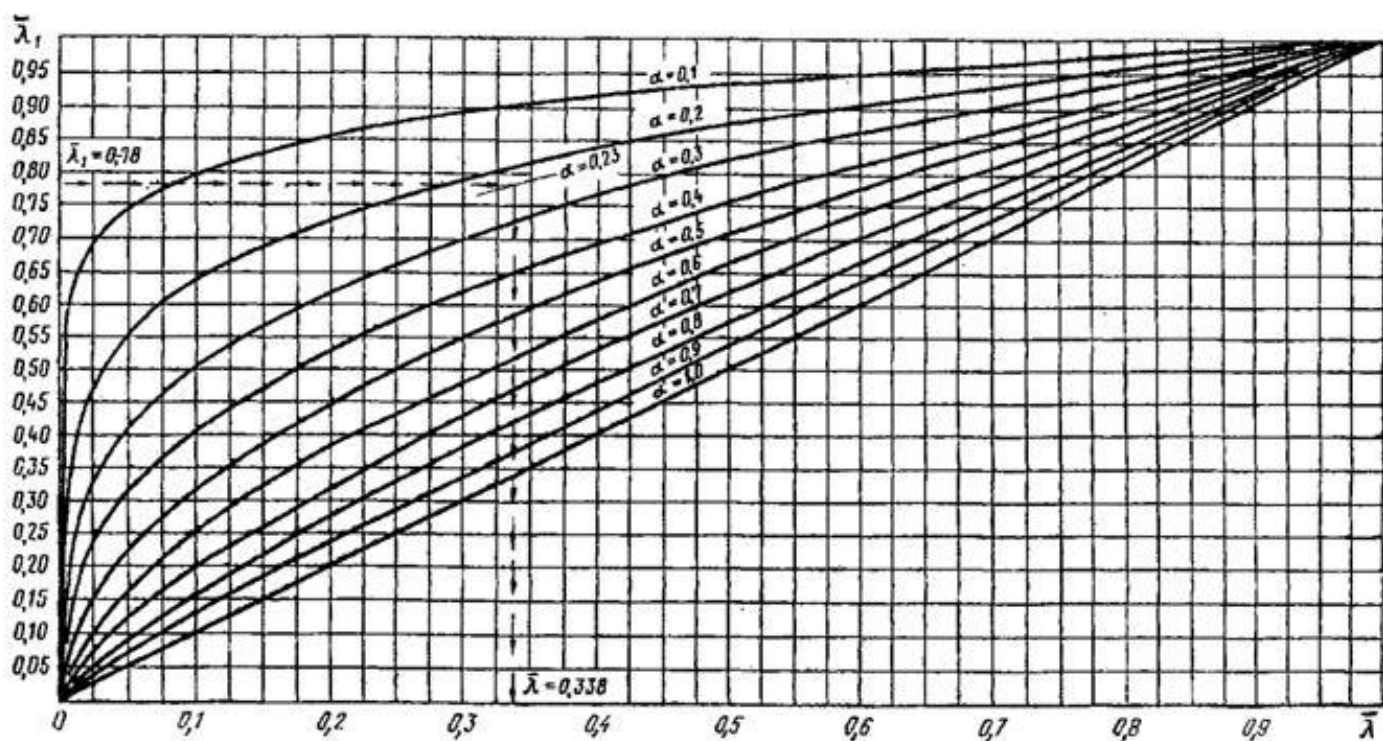


Рисунок Г.3 - Номограма і приклад визначення значення $\bar{\lambda} = \sqrt[0,5]{\bar{\lambda}_1}$ якщо $\bar{\lambda}_1 \leq 1$

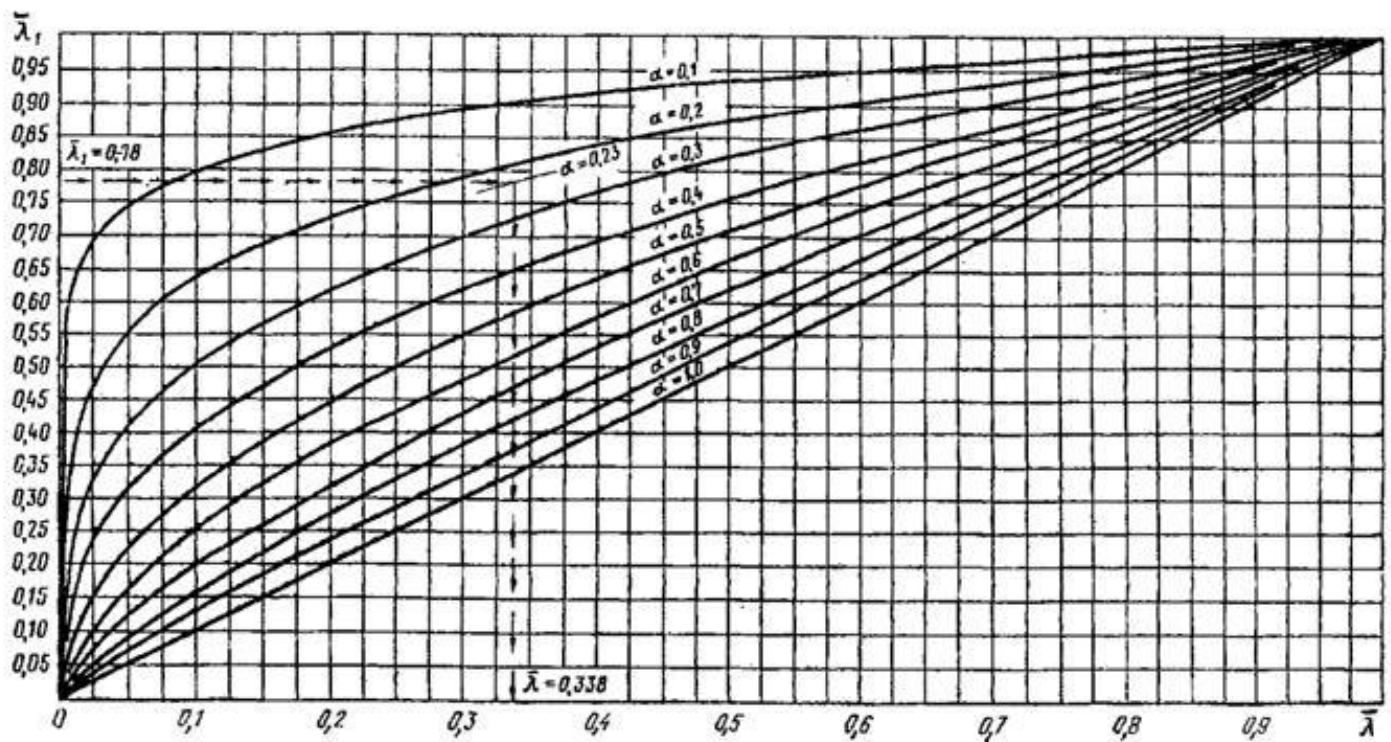


Рисунок Г.4 - Номограма і приклад визначення значення $\bar{\lambda} = \frac{\alpha}{\sqrt{\lambda_1}}$, якщо $\bar{\lambda}_1 \geq 1$

(?- аналогічний рис. Г.3; звертайтеся до розробника)

ДОДАТОК Д

(довідковий)

СХЕМИ КРІПЛЕННЯ Й ГЕРМЕТИЗИЦІЇ ЗРАЗКІВ БЕТОНУ В ГНІЗДАХ

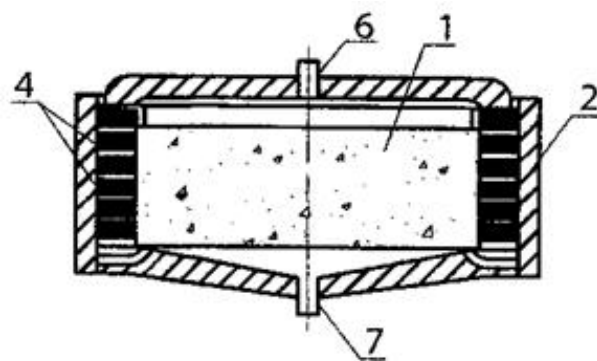


Рисунок Д.1 - Спосіб ущільнення бічної поверхні зразка шляхом обтиснення зразків набором переміжних гумових і металевих кілець або завулканізованою сталевією пружиною з гумовим кільцем

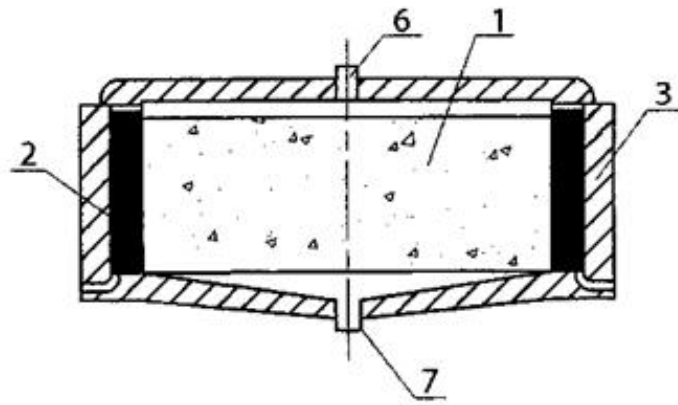
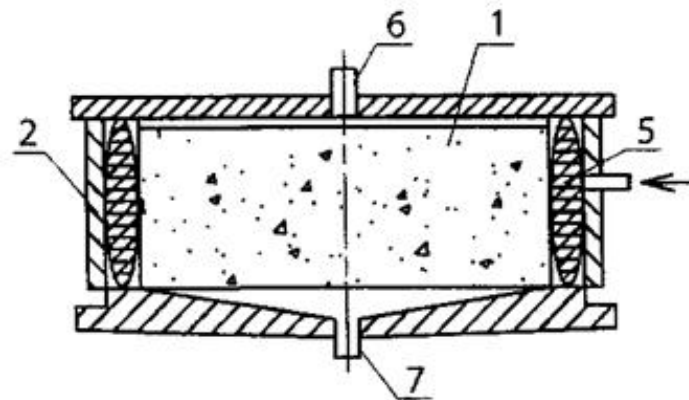


Рисунок Д.2 - Спосіб ущільнення бічної поверхні зразка шляхом заливання зазору між зразками і обіймою спеціальними мастиками



1 - зразок бетону; 2 - випробувальна обійма; 3 - мастика; 4 - набір гумових і металевих кілець; 5 - гумова порожниста камера; 6 - знімна кришка для подачі води; 7 - знімна кришка з патрубком для збору фільтрату

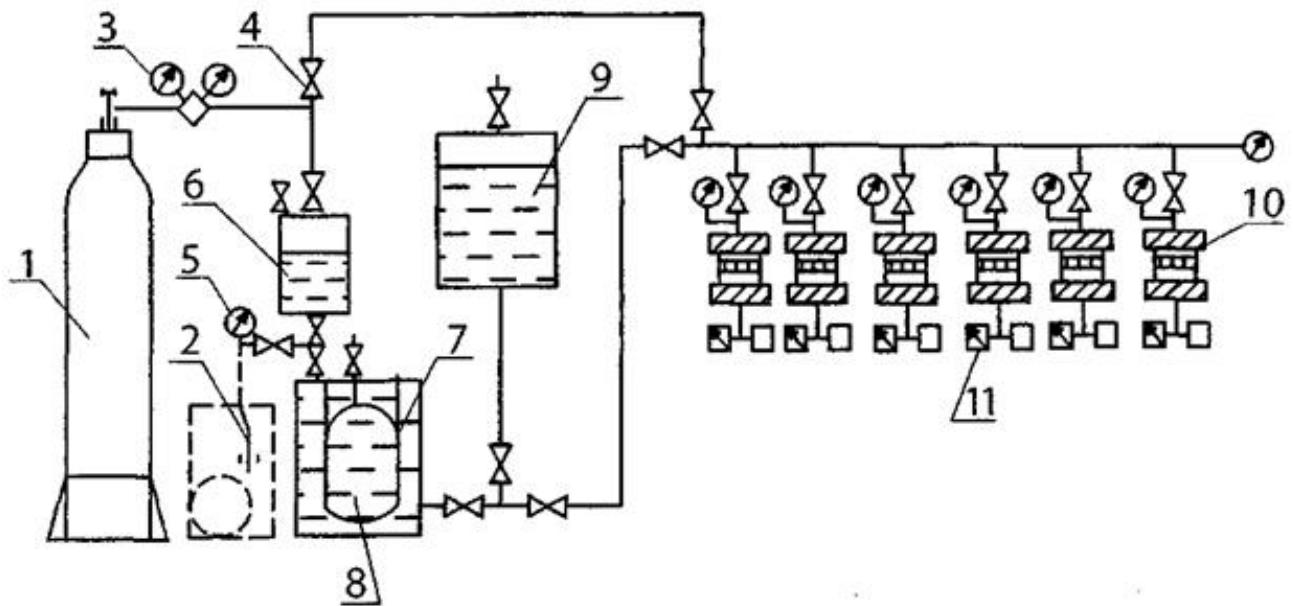
Рисунок Д.3 - Спосіб ущільнення бічної поверхні зразка гумовою порожньою камерою з надлишковим тиском у ній

Примітка. При визначенні водонепроникності методом "микрої плями" знімають кришку 7.

ДОДАТОК Е

(довідковий)

ПРИНЦИПОВА СХЕМА УСТАНОВКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ФІЛЬТРАЦІЇ



1 - балон з газом; 2 - насос; 3 - редуктор; 4 - вентиль; 5 - манометр; 6 - передавач тиску; 7- посудина з водою; 8 - еластична посудина з дезаерованою водою; 9 - запасна посудина з дезаерованою водою; 10 - гніздо для зразка; 11 - вимірювач ваги фільтрату

Рисунок Е.1 - Схема установки

ДОДАТОК Ж

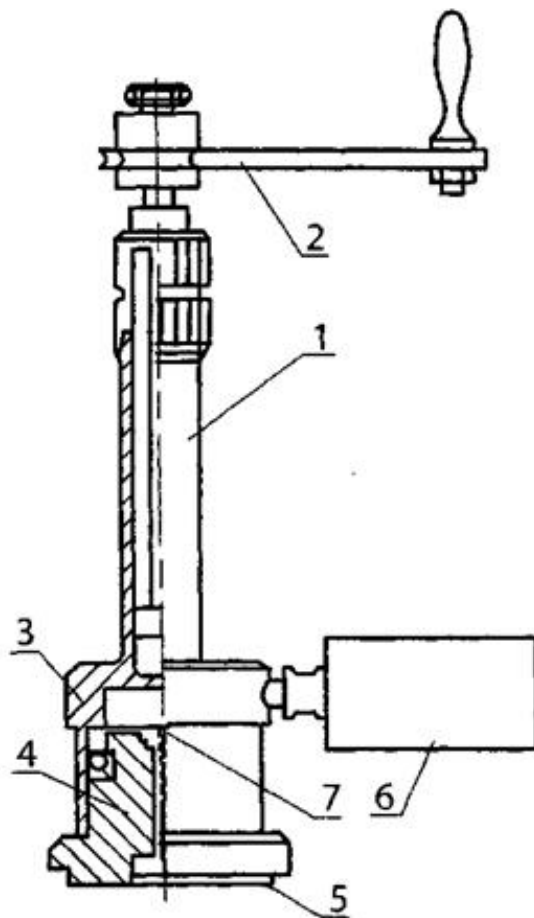
(довідковий)

ПРИСКОРЕНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ФІЛЬТРАЦІЇ(ФІЛЬТРАТОМЕТРОМ)

Ж.1 Мінімальний розмір бетонних зразків для випробування повинен бути 150 мм.

Ж.2 Зберігання й підготовка до випробувань бетонних зразків - відповідно до 8.3.2.1 і 8.3.2.2.

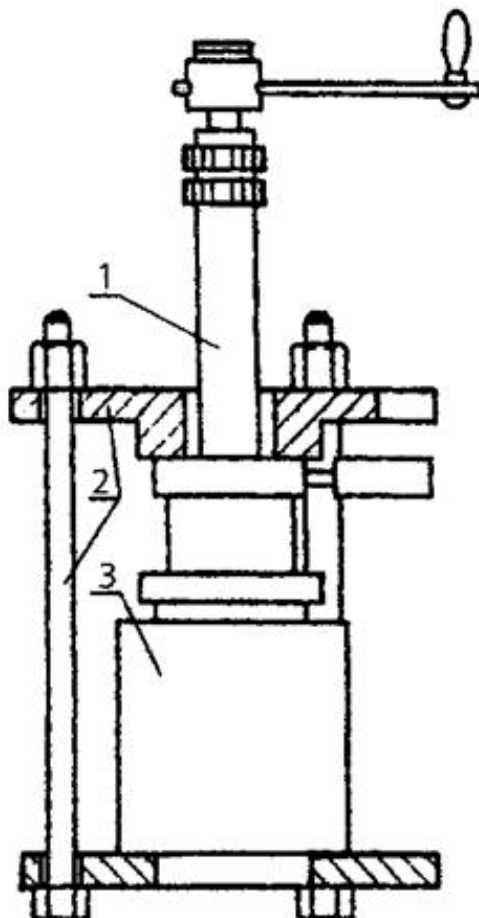
Ж.3 Фільтратометр (рисунок Ж.1) встановлюють на нижню (при формуванні) поверхню зразка й закріплюють (рисунок Ж.2).



1 - гідравлічний насос; 2 - ручка насоса; 3 - робочий циліндр; 4 - робочий поршень; 5 - ущільнювальна шайба;

6 - манометр; 7 - клапан

Рисунок Ж. 1 - Фільтратометр ФМ-3



1 - фільтратометр; 2 - кріпильний пристрій; 3 - бетонний зразок

Рисунок Ж. 2 - Випробування бетонного зразка фільтратометром

Ж.4 Тиск води в камері фільтратометра піднімають до 10 МПа обертанням ручки насоса й оцінюють швидкість падіння тиску.

Ж.5 При швидкому падінні тиску й неможливості його підтримки шляхом обертання ручки насоса випробування припиняють і коефіцієнт фільтрації бетону приймають більшим найбільшого значення, зазначеного в 8.3.3.6 (10^{-8} см/с).

Ж.6 При повільному падінні тиску визначають положення ручки насоса, а час, що відповідає цьому моменту, приймають за початок випробування.

Ручкою насоса роблять шість повних обертів, підтримуючи тиск у межах $(10 \pm 0,5)$ МПа, і випробування припиняють. Цей час приймають за закінчення випробування.

За числом обертів визначають масу води, поглинутої бетоном, з розрахунку, що один повний оберт ручки насоса дорівнює $9,63 \times 10^{-3}$ Н.

Ж.7 Після закінчення випробувань фільтратометр знімають зі зразка, мокру поверхню протирають ганчіркою і через 2 хв. - 3 хв. заміряють діаметр затемненого кола D . Для розрахунку приймають середнє арифметичне значення шести вимірів діаметра.

Ж.8 Коефіцієнт фільтрації бетону K_{ϕ} , см/с, визначають за формулою:

$$K_{\phi} = \left[\frac{m\delta^2}{240\tau} \right]^{1,31}, \quad (\text{Ж.1})$$

де δ - шлях фільтрації, який дорівнює $D/2$, см;

t - час випробування зразків, с;

P - надлишковий тиск у фільтратометрі, МПа;

m - коефіцієнт водопоглинення, Н/см³.

Коефіцієнт водопоглинання m визначають за формулою:

$$m = \frac{Q}{1,08V}, \quad (\text{Ж.2})$$

де Q - маса води, поглинутої бетоном, Н;

V - об'єм бетону, насиченого водою, см³.

Об'єм бетону V , насиченого водою, визначають за формулою:

$$V = \frac{\pi D^3}{12}, \quad (\text{Ж.3})$$

де D - діаметр зразка-циліндра;

n - 3, 14.

Ж.9 Середнє значення коефіцієнта фільтрації бетону визначають за даними шести випробувань відповідно до 8.3.3.4.

ДОДАТОК К

(довідковий)

ПРИКЛАД ВСТАНОВЛЕННЯ Й ВИКОРИСТАННЯ ГРАДУЮВАЛЬНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ

К.1 Для встановлення градуювальної залежності згідно з 8.4.2.4.1 були виготовлені і випробувані основна й дві додаткові серії бетонних зразків. Результати випробувань наведені в колонках 2 і 3 таблиці К.1. При подальшому контролі якості бетонів різних складів, приготовлених з тих же матеріалів, що й зразки зазначених серій, були виготовлені і згідно з 8.4.2.6, 8.4.2.7 випробувані ще три серії зразків, середні значення параметра повітропроникності яких зазначені в колонці 2 таблиці К.2. Необхідно визначити марку бетону за водонепроникністю для кожної із цих серій.

К.2 Послідовність обробки даних для знаходження коефіцієнтів b_0 і b_1 наведена в таблиці Л.1.

Таблиця К.1

Індекс серії	a_{ci} , см ³ /с	n_i	$\lg a_{ci}$	$n_i \times \lg a_{ci}$	$(\lg a_{ci})^2$
1	2	3	4	5	6
1д	0,0106	2	-0,975	-1,95	0,95
°	0,048	8	-1,319	-10,55	1,74
2д	0,0046	22	-2,337	-51,41	5,46
$\sum_{i=1}^3$	0,1586	32	-4,631	-63,91	8,15

$$b_o = \frac{32 \times 8,15 - 4,6331 \times 63,91}{3 \times 8,15 - (-4,631)^2} = -11,67, \quad (K.1)$$

$$b_o = \frac{3 \times (-63,91) + 4 \times 631 \times 32}{3 \times 8,15 - (-4,631)^2} = -14,47. \quad (K.2)$$

K.3 Згідно з рівнянням (13) відповідна градувальна залежність має вигляд:

$$w = -11,67 - 14,47 \times \lg a_{ci}, \quad (K.3)$$

Таблиця К.2

Номер серії	a_{ci} , см ^{3/с}	$\lg a_{ci}$	w за рівнянням (K.3)	w
1	2	3	4	5
3	0,083	-1,081	3,9	4
4	0,032	-1,495	9,9	10
5	0,036	-1,444	9,2	10

K.4 Підставляючи в рівняння (K.3) значення $\lg a_{ci}$ для серій 3-5 (колонка 3 таблиці К.2), одержуємо значення w , що наведені в колонці 4 таблиці К.2. Округляючи згідно з 8.4.3.2 ці значення до найближчого парного числа, визначаємо марки бетонів за водонепроникністю, що зазначені в колонці 5 таблиці К.2.

ДОДАТОК Л

(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

1 ISO 1920-5 Testing of concrete - Part 5: Properties of hardened concrete other than strength. (Дослідження бетону - Частина 5: Властивості важкого бетону окрім міцнісних)

Код УКНД 91.100.10

Ключові слова: суміш бетонна, бетон, середня густина, вологість, пористість, водопоглинання, водонепроникність.