

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Будівельні матеріали

БЕТОНИ
ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ МЕХАНІЧНИМИ
МЕТОДАМИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

ДСТУ Б В.2.7-220:2009

Київ
Мінрегіонбуд України
2010

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО:

Державне підприємство "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій" (ДП НДІБК) Мінрегіонбуду України; ВАТ Проектно-технологічний інститут "Київоргбуд"
РОЗРОБНИКИ: **А. Бамбура**, д-р техн. наук; **В. Глуховський** (науковий керівник), канд. техн. наук; **П. Кривошеєв**, канд. техн. наук; **Ю. Кураш**, канд. техн. наук; **Т. Мірошник**; **Ю. Мороз**; **Ю. Немчинов**, д-р техн. наук; **Ю. Слюсаренко**, канд. техн. наук; **В. Тарасюк**, канд. техн. наук; **О. Хавкін**, канд. техн. наук; **Г. Целиковський**

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

наказ Мінрегіонбуду України від 22.12.2009 р. № 640

3 ВВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 22690-88)

ЗМІСТ

	с
Вступ.....	IV
1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативні посилання.....	1
3 Суть методів.....	2
4 Загальні положення.....	2
5 Прилади та інструменти.....	2
6 Підготовка до випробувань.....	4
7 Проведення випробувань.....	6
8 Оформлення результатів.....	9
9 Вимоги безпеки.....	9
Додаток А	
Типи рекомендованих приладів.....	10
Додаток Б	
Типи анкерних пристроїв.....	11
Додаток В	
Прилад для випробування методом сколювання ребра.....	12
Додаток Г	
Клей для приклеювання дисків.....	13
Додаток Д	
Градуювальна залежність для методу відриву зі сколюванням.....	14
Додаток Е	
Градуювальна залежність для методу сколювання ребра.....	15
Додаток Ж	
Методика встановлення градуювальних залежностей та оцінка їх похибки.....	16
Додаток И	
Дані, що наводяться в журналі оформлення градуювальної залежності.....	18
Додаток К	
Методика уточнення градуювальної залежності.....	19

ВСТУП

У стандарті використані основні положення ГОСТ 22690-88, який був розроблений Науково-дослідним інститутом бетону та залізобетону (НИИЖБ).

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Будівельні матеріали БЕТОНИ ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ МЕХАНІЧНИМИ МЕТОДАМИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Строительные материалы
БЕТОНЫ
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИМИ
МЕТОДАМИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Building materials
CONCRETES
DETERMINATION OF STRENGTH BY MECHANICAL
METHODS OF NONDESTRUCTIVE TESTING

Чинний від **2010-09-01**

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на конструктивний важкий та легкий, а також дрібнозернистий бетон і встановлює вимоги до визначення міцності на стиск безпосередньо в конструкціях методами: пружного відскоку, ударного імпульсу, пластичної деформації, відриву, сколювання ребра та відриву зі сколюванням.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні документи:

ДСТУ 3215-95 Метрологія. Метрологічна атестація засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення

ДСТУ Б В.2.6-4-95 (ГОСТ 22904-93) Конструкції будинків і споруд. Конструкції залізобетонні. Магнітний метод визначення товщини захисного шару бетону і розташування арматури

ДСТУ Б В.2.7-46-96 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками

ДСТУ Б В.2.7-224:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності

ДСТУ 2093-92 (ГОСТ 10587-93) Смоли епоксидно-діанові неотверджені. Технічні умови

ДСТУ ГОСТ 166:2009 (ИСО 3599-76) Штангенциркули. Технические условия (ГОСТ 166-89 (ИСО 3599-76), IDT) (Штангенциркули. Технічні умови)

ДСТУ ГОСТ 577:2009 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия (Индикаторы годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм. Технічні умови)

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики (Шорсткість поверхні. Параметри та характеристики)

ГОСТ 8728-88 Пластификаторы. Технические условия (Пластифікатори. Технічні умови)

3 СУТЬ МЕТОДІВ

3.1 Міцність бетону визначають за попередньо встановленими градувальними залежностями між міцністю бетонних зразків на стиск згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 та непрямыми характеристиками міцності.

3.2 У залежності від застосовуваного методу непрямыми характеристиками міцності є:

- значення відскоку бойка від поверхні бетону (або притиснутого до неї ударника);
- параметр ударного імпульсу (енергія удару);
- розміри відбитка на бетоні (діаметр, глибина тощо) або співвідношення діаметрів відбитків на бетоні і стандартному зразку при ударі чи вдавлюванні індентора в поверхню бетону;
- значення напруження, необхідного для місцевого руйнування бетону при відриві приклеєного до нього металевий диска, рівного зусилля відриву, поділеному на площу проекції поверхні відриву бетону на площину диска;
- значення зусилля, необхідного для сколювання ділянки бетону на ребрі конструкції;
- значення зусилля місцевого руйнування бетону при відриві з нього анкерного пристрою.

4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1 Механічні методи неруйнівного контролю застосовують для визначення міцності бетону всіх видів нормованої міцності, що контролюються згідно з ДСТУ Б В.2.7-224, а також для визначення міцності бетону при прийманні конструкцій та обстеженні.

Метод випробування міцності слід вибирати за таблицею 1.

Таблиця 1

Найменування методу	Граничні значення міцності бетону, МПа
Пружний відскок і пластична деформація	5–50
Ударний імпульс	10–70
Відрив	5–60
Сколювання ребра	10–70
Відрив зі сколюванням	5–100

4.2 Випробування проводять при додатній температурі бетону. Допускається при обстеженні конструкцій визначати міцність при від'ємній температурі, але не нижче ніж мінус 10 °С за умови, що до моменту заморожування конструкція знаходилась не менше одного тижня при позитивній температурі та відносній вологості повітря не більше ніж 75 %.

4.3 Оцінку відповідності значень фактичної міцності бетону, отриманих із застосуванням наведених у даному стандарті методів, встановленим вимогам виконують згідно з ДСТУ Б В.2.7-224.

5 ПРИЛАДИ ТА ІНСТРУМЕНТИ

5.1 Міцність бетону визначають за допомогою приладів, призначених для визначення непрямих характеристик, що пройшли державну метрологічну атестацію згідно з ДСТУ 3215 і відповідають вимогам, наведеним у таблиці 2.

Типи рекомендованих приладів і їх технічні характеристики наведені в додатку А. 2

Таблиця 2

Найменування характеристик приладів	Характеристика приладів для методу					
	пружного відскоку	ударного імпульсу	пластичної деформації	відриву	сколювання ребра	відриву зі сколюванням
Твердість ударника, бойка або індентора HRC, не менше	51	51	51	—	—	—
Шорсткість контактної частини ударника або індентора, мкм, не більше	10	10	10	—	—	—
Діаметр ударника або індентора, мм, не менше	10	10	10	—	—	—
Товщина кромок дискового індентора, мм, не менше	—	—	10	—	—	—
Кут конічного індентора, град.			30–60	—	—	—
Енергія удару, Дж, не менше	0,7	0,02	0,7	—	—	—
Похибка вимірювання навантаження, %, не більше	—	—	5 ^{*)}	5	5	5
*) При вдавлюванні індентора в поверхню бетону						

5.2 Інструмент для вимірювання розміру відбитка на бетоні, що використовується для методу пластичних деформацій, повинен забезпечувати вимірювання діаметра (штангенциркуль згідно з ДСТУ ГОСТ 166 (ІСО 3593)) - з похибкою не більше ніж $\pm 0,1$ мм, а вимірювання глибини (індикатор годинникового типу згідно з ДСТУ ГОСТ 577 тощо) - з похибкою не більше ніж $\pm 0,01$ мм.

5.3 Для методу відриву зі сколюванням слід застосувати анкерні пристрої згідно з додатком Б.

Допускається застосовувати також інші анкерні пристрої, глибина закладення яких повинна бути не менша ніж максимальний розмір крупного заповнювача бетону конструкції, що випробовується.

5.4 Для методу сколювання ребра слід використовувати прилади згідно з додатком В.

5.5 Для методу відриву слід використовувати сталеві диски діаметром не менше ніж 40 мм, завтовшки не менше ніж 6 мм і не менше ніж 0,1 діаметра, з параметром шорсткості поверхні, що приклеюється, не менше ніж R_a 20 мкм відповідно до ГОСТ 2789. Клей для приклеювання диска повинен забезпечувати міцність, за якою руйнування відбувається по бетону. Приклади рекомендованих клеїв наведені в додатку Г.

6 ПІДГОТОВКА ДО ВИПРОБУВАНЬ

6.1 Для визначення міцності бетону в конструкціях попередньо встановлюють градувальну залежність між міцністю бетону і непрямою характеристикою міцності (у вигляді графіка, таблиці або формули).

Для методу відриву зі сколюванням, у випадку застосування анкерних пристроїв згідно з додатком Б, і для методу сколювання ребра, у випадку застосування приладу, згідно з додатком В, допускається використовувати градувальні залежності, наведені в додатках Д і Е.

6.2 Для методів пружного відскоку, ударного імпульсу, пластичної деформації і відриву градувальні залежності встановлюють безпосередньо для кожного виду бетону та його міцності із зазначених в 4.1; для методів сколу ребра та відриву зі сколюванням допускається встановлювати єдину градувальну залежність.

6.3 Градувальну залежність встановлюють заново при зміні виду та розміру фракції крупного заповнювача, технології ущільнення, умов тверднення бетону, при введенні добавок, а для методів відскоку, ударного імпульсу і пластичної деформації - також при зміні виду цементу, внесенні кількісних змін у номінальний склад бетону, що перевищують за витратами цементу ± 20 %, крупного заповнювача ± 10 %.

6.4 Для встановлення градувальних залежностей використовують не менше 15 серій зразків-кубів згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 або не менше 30 окремих зразків-кубів. При встановленні градувальної залежності для методу відриву зі сколюванням у кожену серію додатково включають не менше трьох зразків-кубів.

Зразки виготовляють згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 у різні зміни протягом не менше п'яти діб з бетону одного складу, однієї і тієї ж технології і при тому ж режимі тепловологісної обробки або тих же умовах тверднення, що і конструкції, що підлягають контролю. П'ять серій зразків рекомендується виготовляти із бетонної суміші, що відрізняється за складом від проектного за цементно-водним співвідношенням у межах плюс 0,4 і п'ять серій зразків - у межах мінус 0,4.

6.5 Розміри зразків для встановлення градувальної залежності слід вибирати у відповідності з найбільшою крупністю заповнювача в бетонній суміші згідно з ДСТУ Б В.2.7-214, але не менше ніж:

- 100 мм x 100 мм x 100 мм - для методів відскоку, ударного імпульсу, пластичної деформації для випробування неруйнівними методами та згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 і відриву зі сколюванням для випробування згідно з ДСТУ Б В.2.7-214;

- 200 мм x 200 мм x 200 мм - для методів відриву і сколювання ребра конструкції.

Розміри ребра додаткових зразків-кубів, що випробовуються методом відриву зі сколюванням, повинні бути не менше шести глибин установки анкерного пристрою.

6.6 Вік зразків, що використовується при встановленні градуовальної залежності, для методів відскоку, ударного імпульсу та пластичної деформації не повинен відрізнятися від встановленого строку випробувань конструкцій більш ніж:

- на 40 % - при контролі міцності бетону природного тверднення;
- в два рази - при контролі міцності бетону після теплової обробки.

Температура бетону окремих зразків при визначенні непрямой характеристики не повинна відрізнятися від середньої температури зразків більше ніж на ± 10 °С, а від температури конструкцій - більше ніж на 10 °С.

При побудові градуовальних залежностей, призначених для контролю відпускної, передатної і розпалубної міцності бетону, допускається встановлювати градуовальну залежність за даними неруйнівних випробувань гарячих зразків і випробувань тих же зразків на стиск згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 при нормальній температурі.

Відносна вологість зразків, що використовуються при встановленні градуовальної залежності, не повинна відрізнятися від вологості випробовуваної конструкції більше ніж на ± 2 %.

6.7 Градуовальну залежність для методів пружного відскоку, ударного імпульсу, пластичної деформації, відриву і сколювання ребра встановлюють за результатами випробувань зразків-кубів спочатку неруйнівним методом, а потім згідно з ДСТУ Б В.2.7-214.

При встановленні градуовальної залежності для методу відриву зі сколюванням непряму характеристику визначають на додатково виготовлених зразках-кубах, а згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 випробовують зразки основних серій.

6.8 Для визначення непрямих характеристик випробування проводять на бокових поверхнях зразків (за напрямком бетонування).

Число вимірювань на кожному зразку для методів відскоку і пластичної деформації при ударі повинно бути не менше п'яти, а відстань між місцями ударів не менше 30 мм. Для методу ударного імпульсу - не менше десяти, а відстань між місцями ударів - не менше 15 мм. Для методу пластичної деформації при вдавлюванні кількість випробувань на одній грані - не менше двох, а відстань між місцями випробувань - не менше двох діаметрів відбитків.

При встановленні градуовальної залежності методом сколювання ребра проводять по одному випробуванню на кожному боковому ребрі.

При встановленні градуовальної залежності для методу відриву зі сколюванням проводять по одному випробуванню на кожній боковій грані.

6.9 При випробуванні методом відскоку, ударного імпульсу, пластичної деформації при ударі зразки повинні бути затиснуті в пресі зусиллям (30 ± 5) кН.

6.10 За одиничне значення міцності бетону приймають значення міцності бетону в серії згідно з ДСТУ Б В.2.7-214 або міцність бетону одного зразка (якщо градуовальну залежність встановлюють за даними випробувань окремих зразків).

6.11 За одиничне значення непрямого показника міцності при встановленні градуовальної залежності приймають середнє арифметичне значення цієї величини в серії зразків (або зразку), що використовувались для визначення одиничного значення міцності.

6.12 Градуовальна залежність повинна мати середній квадратичний (залишковий) відхил S , що не перевищує 12 % при використанні серії зразків та 15 % при використанні окремих зразків від середнього значення міцності $f_{m(N)}$.

Методика і приклад встановлення градуовальної залежності наведені в додатку Ж.

6.13 Градуовальну залежність слід оформлювати згідно з додатком И.

6.14 При відсутності можливості встановлення градуовальних залежностей відповідно до вимог 6.2 - 6.12 слід застосовувати метод відриву зі сколюванням або метод сколювання ребра, використовуючи градуовальні залежності, наведені в додатках Д і Е.

При проведенні обстеження конструкцій допускається застосовувати методи пружного відскоку, ударного імпульсу або пластичної деформації з використанням градувальної залежності, яка встановлена для бетону, що відрізняється від випробовуваного (за складом, віком, вологістю), з уточненням її у відповідності з методикою, наведеною в додатку К.

При проведенні обстеження конструкцій не допускається використання градувальних залежностей виробників приладів.

7 ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ

7.1 Випробування проводять на ділянці конструкції площею від 100 см² до 600 см².

7.2 Міцність бетону ділянки конструкції, що контролюється визначають за градувальною залежністю, встановленою у відповідності з вимогами розділу 6, за умови, що отримані значення не прямої характеристики знаходяться в межах між найменшим і найбільшим значеннями непрямої характеристики в зразках, що випробовувались при побудові градувальної залежності.

7.3 Число і розташування ділянок, що контролюються при випробуванні конструкцій повинно відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-224 або вказуватись у стандартах і (або) технічних умовах на збірні або в робочих кресленнях на монолітні конструкції і (або) технологічних картах на контроль.

При визначенні міцності конструкцій, що обстежуються, число і розташування ділянок повинно прийматись за програмою проведення обстеження.

7.4 Число випробувань на одній ділянці, відстань між місцями випробувань на ділянці і від краю конструкції, товщина конструкції на ділянці випробувань повинні бути не менше значень, наведених у таблиці 3.

Таблиця 3

Найменування методу	Число випробувань на ділянці	Відстань між місцями випробувань, мм	Відстань від краю конструкції до місця випробувань, мм	Товщина конструкції, мм
Пружний відскок	5	30	50	100
Ударний імпульс	10	15	50	50
Пластична деформація	5	30	50	70
Відрив	1	2 діаметри диска	50	50
Сколювання ребра	2	200	—	170
Відрив зі сколюванням	1	5 глибин вириву	150	Подвоєна глибина встановлення анкера

7.5 Шорсткість поверхні ділянки бетону конструкції при випробуванні методами відскоку, ударного імпульсу, пластичної деформації повинна відповідати шорсткості поверхні кубів, що випробовувались при встановленні градувальної залежності. У необхідних випадках допускається зачистка поверхні конструкції.

При використанні методу пластичної деформації при вдавлюванні, якщо нульовий відлік знімають після прикладення початкового навантаження, вимоги до шорсткості поверхні бетону конструкцій не пред'являють.

7.6 Метод пружного відскоку

7.6.1 При випробуванні методом пружного відскоку відстань від місць проведення випробування до арматури повинна бути не менше ніж 50 мм.

7.6.2 Випробування проводять у такій послідовності:

- визначають розташування арматури на ділянці випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.6-4 (ГОСТ 22904);
- прилад розташовують так, щоб зусилля прикладалося перпендикулярно до випробовуваної поверхні у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- положення приладу при випробуванні конструкції відносно горизонталі рекомендується приймати таким же, як при випробуванні зразків для встановлення градувальності залежності; при іншому положенні необхідно вносити поправку на показники у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- фіксують значення непрямої характеристики у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- обчислюють середнє значення непрямої характеристики на ділянці конструкції.

7.7 Метод ударного імпульсу

7.7.1 При випробуванні методом ударного імпульсу відстань від місць проведення випробування до арматури повинна бути не менше ніж 50 мм.

7.7.2 Випробування проводять в такій послідовності:

- визначають розташування арматури на ділянці випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.6-4 (ГОСТ 22904);
- прилад розташовують так, щоб зусилля прикладалося перпендикулярно до випробовуваної поверхні у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- положення приладу при випробуванні конструкції відносно горизонталі рекомендується приймати таким же, як при випробуванні зразків для встановлення градувальності залежності; при іншому положенні необхідно вносити поправку на показання у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- фіксують значення непрямої характеристики у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- визначають середнє значення непрямої характеристики на ділянці конструкції.

7.8 Метод пластичних деформацій

7.8.1 При випробуванні методом пластичної деформації відстань від місць проведення випробування до арматури повинна бути не менше 50 мм.

7.8.2 Випробування проводять у такій послідовності:

- визначають розташування арматури на ділянці випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.6-4 (ГОСТ 22904);
- прилад розташовують так, щоб зусилля прикладалось перпендикулярно до випробовуваної поверхні у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- при сферичному інденторі випробування допускається проводити, для полегшення вимірювань діаметрів відбитків, через листи копіювального та білого паперу (в цьому випадку зразки для встановлення градувальності залежності випробовують із застосуванням такого ж паперу);
- діаметр відбитка повинен становити від 20 % до 70 % від діаметра індентора;
- фіксують значення непрямої характеристики у відповідності з експлуатаційними документами приладу;
- визначають середнє значення непрямої характеристики на ділянці конструкції.

7.9 Метод відриву

7.9.1 При випробуванні методом відриву ділянки повинні розташовуватись у зоні найменших напружень, що викликаються експлуатаційним навантаженням або зусиллям обтискування попередньо напруженої арматури.

7.9.2 Випробування проводять у такій послідовності:

- визначають розташування арматури на ділянці випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.6-4 (ГОСТ 22904);

- в місці приклеювання диска знімають поверхневий шар бетону глибиною не менше ніж 1 мм і поверхню очищують від пилу;
- диск приклеюють до бетону так, щоб шар клею на поверхні бетону не виходив за межі диска;
- прилад з'єднують з диском після затвердіння клею;
- навантаження плавно збільшують зі швидкістю $(1 \pm 0,3) \text{ кН/с}$;
- фіксують показання силовимірювача приладу;
- вимірюють площу проекції поверхні відриву на площині диска з похибкою $\pm 0,5 \text{ см}^2$;
- визначають значення умовного напруження в бетоні при відриві.

Результати випробувань не враховують, якщо при відриві бетону була оголена арматура або площа проекції поверхні відриву склала менше ніж 80 % площі диска.

7.10 Метод сколювання ребра

7.10.1 При випробуванні методом сколювання ребра на ділянці випробування не повинно бути тріщин, відколювань бетону, напливів або раковин висотою (глибиною) більше ніж 5 мм. Ділянки повинні розташовуватись в зоні найменших напружень, що викликаються експлуатаційним навантаженням або зусиллям обтискування попередньо напруженої арматури.

7.10.2 Випробування проводять у такій послідовності:

- визначають розташування арматури на ділянці випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.6-4 (ГОСТ 22904);
- прилад закріплюють на конструкції, прикладають навантаження зі швидкістю не більше $(1 \pm 0,3) \text{ кН/с}$;
- фіксують показання силовимірювача приладу;
- вимірюють фактичну глибину сколювання;
- визначають середнє значення зусилля сколювання.

Результати випробувань не враховують, якщо при сколюванні бетону була оголена арматура і фактична глибина сколювання відрізнялась від заданої (додаток В) більше ніж на 2 мм.

7.11 Метод відриву зі сколюванням

7.11.1 При випробуванні методом відриву зі сколюванням ділянки повинні розташовуватись у зоні найменших напружень, які виникають при експлуатаційних навантаженнях або зусиллям обтискування попередньо напруженої арматури.

7.11.2 Випробування проводять у такій послідовності:

- визначають розташування арматури на ділянці випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.6-4 (ГОСТ 22904);
- якщо анкерний пристрій не був встановлений до бетонування, то в бетоні свердлять або пробивають шпур, розмір якого залежить від типу анкерного пристрою;
- в шпурі закріплюють анкерний пристрій на глибину, передбачену експлуатаційними документами приладу, в залежності від типу анкерного пристрою;
- прилад з'єднують з анкерним пристроєм;
- навантаження збільшують зі швидкістю від $1,5 \text{ кН/с}$ до $3,0 \text{ кН/с}$;
- фіксують показання силовимірювача приладу та глибину вириву з точністю не менше ніж 1 мм.

Якщо найбільший і найменший розміри вирваної частини бетону від анкерного пристрою до меж руйнування по поверхні конструкції відрізняються більш ніж в два рази, а також якщо глибина вириву відрізняється від номінальної глибини закладення анкерних пристроїв більше ніж на 5 %, то результати випробувань допускається враховувати тільки для орієнтовної оцінки міцності бетону.

8 ОФОРМЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Результати випробувань міцності бетону заносять у журнал, в якому повинно бути вказано:

- найменування об'єкта та його адреса;
- найменування конструкції та її розташування;
- проектні дані бетону конструкції;
- найменування неруйнівного методу, тип приладу, його заводський номер і дані метрологічної повірки;
- одиничні та середнє значення непрямої характеристики міцності і відповідне значення міцності бетону;
- вид градуювальної залежності, діапазон застосування та похибка її встановлення;
- відомості про використання поправочних коефіцієнтів;
- результати оцінки міцності бетону;
- прізвище і підпис особи, яка проводила випробування, дата випробувань.

9 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

9.1 До випробувань допускаються особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки при неруйнівному контролі бетонних і залізобетонних виробів на підприємствах виробників продукції, будівельних майданчиках, при обстеженнях будівель та споруд.

9.2 Додаткові заходи з техніки безпеки, що пов'язані зі специфікою проведення випробувань, повинні передбачуватись у технологічних картах або в програмах робіт.

ДОДАТОК А
(довідковий)

ТИПИ РЕКОМЕНДОВАНИХ ПРИЛАДІВ

Таблиця А.1 – Характеристики приладів для методу відскоку та пластичної деформації

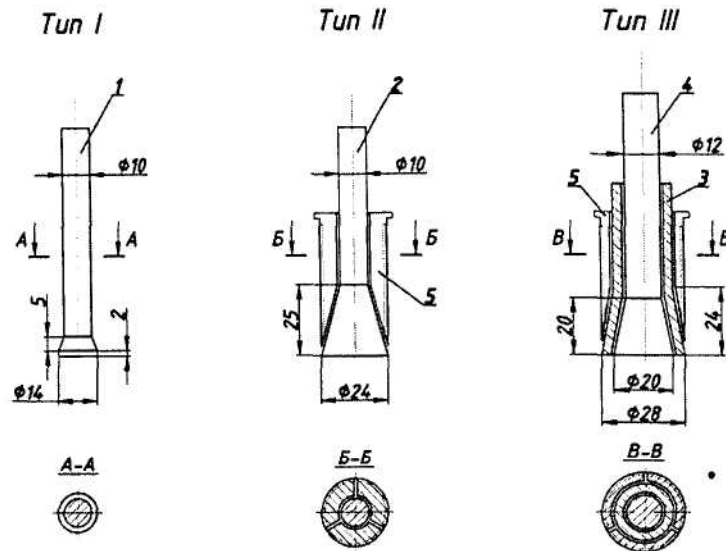
Тип приладу	Енергія удару, Дж	Розміри, мм		Маса, кг
		Діаметр	Довжина	
SCHMIDT-HAMMER типу N	2,207	54	350	1,1
Ц-22	0,8–8,0	54	320	1,0

Таблиця А.2 – Характеристики приладів для методу відриву зі сколюванням

Тип приладу	Тип анкерного пристрою	Зусилля вириву, кН	Маса, кг
ГПНВ-5	I, II	50	8,0
ГПНС-4	III	40	5,0

ДОДАТОК Б
(довідковий)

ТИПИ АНКЕРНИХ ПРИСТРОЇВ



1 – робочий стрижень; 2 – робочий стрижень з розтискним конусом; 3 – робочий стрижень з повним розтискним конусом; 4 – опорний стрижень; 5 – сегментні рифлені щоки

Рисунок Б.1

Анкерний пристрій типу I встановлюють на конструкції при бетонуванні; анкерні пристрої типів II і III встановлюють у попередньо підготовлені шпури на конструкції на глибину закладання, що наведена у таблиці Б.1.

Таблиця Б.1

Тип анкерного пристрою	Глибина закладення анкерних пристроїв, мм	
	робоча h	повна h'
I	35; 48	37; 50
II	30; 48	37; 55
III	35	42

ДОДАТОК В
(довідковий)

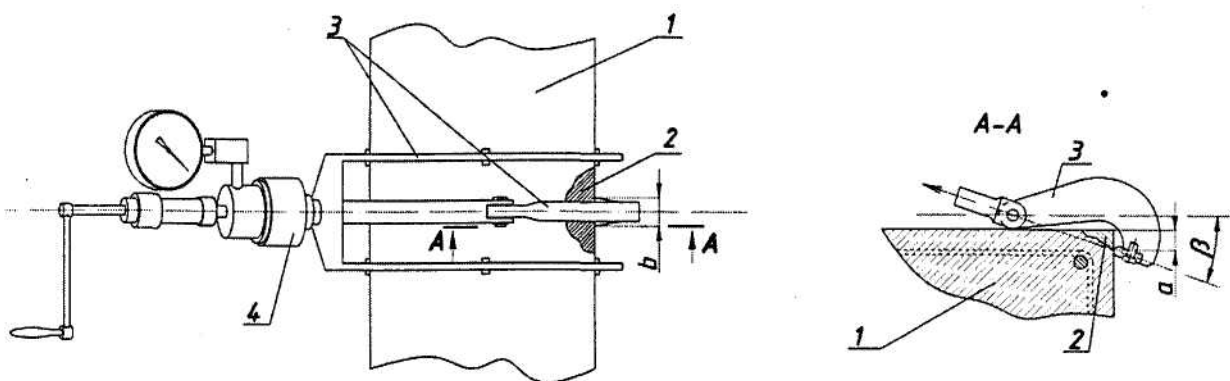
ПРИЛАД ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ МЕТОДОМ СКОЛЮВАННЯ РЕБРА

В.1 Для проведення випробувань застосовують прилад, що складається з пристрою УРС, який наведений на рисунку В.1, і силозбуджувача з силовимірювачем ГПНС.

В.2 Пристрій УРС повинен забезпечувати наступні параметри:

- глибину сколювання a , що дорівнює (20 ± 2) мм;
- ширину сколювання b , що дорівнює $(30 \pm 0,5)$ мм;
- кут між напрямком дії навантаження і нормаллю до навантажуваної поверхні конструкції β , що дорівнює $(18 \pm 1)^\circ$.

В.3 У якості силозбуджувача і силовимірювача рекомендується використовувати прилад ГПНС-4.



1 – конструкція, що випробовується; 2 – бетон, що сколюється; 3 – пристрій УРС; 4 – прилад ГПНС-4

Рисунок В.1 – Прилад для випробування методом сколювання ребра

ДОДАТОК Г
(довідковий)

КЛЕЙ ДЛЯ ПРИКЛЕЮВАННЯ ДИСКІВ

Для приклеювання дисків рекомендуються клеї на основі епоксидних смол.

Г.1 Склад клею на епоксидній смолі ЕД20:

- смола ЕД20 згідно з ДСТУ 2093 (ГОСТ 10587) - 100 ваг. частин;
- поліетиленполіамін - отверджувач - 20 ваг. частин;
- цемент - наповнювач згідно з ДСТУ-Б В.2.7-46 - 40 ваг. частин.

Смолу і отверджувач перемішують шпателем впродовж 3 хв. Потім добавляють наповнювач і знову перемішують до одержання однорідного складу. Клей необхідно використати протягом 30 хв.

Г.2 Склад клею на епоксидній смолі ЕД16:

- смола ЕД16 згідно з ДСТУ 2093 (ГОСТ 10587) - 100 вагових частин;
- поліетиленполіамін - отверджувач - 20 ваг. частин;
- цемент - наповнювач згідно з ДСТУ-Б В.2.7-46 - 40 ваг. частин;
- дибутилфталат - пластифікатор згідно з ГОСТ 8728 - 20 ваг. частин.

Клей готують таким способом. Спочатку смолу пластифікують. Для цього її нагрівають на водяній бані при температурі 80 °С, добавляють дибутилфталат і ретельно перемішують. Смола стає пластичною і в такому вигляді може зберігатися тривалий час.

Для приготування клею пластифіковану смолу перемішують 3 хв з отверджувачем, а потім додають наповнювач і знову перемішують до одержання однорідної маси. Клей використовують протягом 30 хв.

ДОДАТОК Д
(довідковий)

ГРАДУЮВАЛЬНА ЗАЛЕЖНІСТЬ ДЛЯ МЕТОДУ ВІДРИВУ ЗІ СКОЛЮВАННЯМ

При застосуванні анкерних пристроїв, наведених у додатку Б, міцність бетону f_F , МПа можна обчислювати за градуювальною залежністю за формулою:

$$f_F = m_1 m_2 F, \quad (\text{Д.1})$$

де m_1 – коефіцієнт, що враховує максимальний розмір крупного заповнювача в зоні вириву і приймається рівним 1 при величині заповнювача менше ніж 50 мм і 1,1 при величині заповнювача 50 мм і більше;

m_2 – коефіцієнт пропорційності для переходу від зусилля вириву кН, до міцності бетону, МПа;

F – зусилля вириву анкерного пристрою, кН.

При випробуванні важкого бетону міцністю 10 МПа і більше та керамзитобетону міцністю від 5 МПа до 40 МПа значення коефіцієнта пропорційності m_2 приймають за таблицею Д.1.

Таблиця Д.1

Умови твердіння бетону	Тип анкерного пристрою	Припустима міцність бетону, МПа	Глибина закла- дення анкерного пристрою, мм	Значення коефіцієнта m^2 для бетону	
				важкого	легкого
Природне	I	≤50	48	1,1	1,2
		>50	35	2,4	–
	II	≤50	48	0,9	1,0
		>50	30	2,5	–
	III	≤50	35	1,5	–
		>50	30	–	–
Теплова обробка	I	≤50	48	1,3	1,2
		>50	35	2,6	–
	II	≤50	48	1,1	1,0
		>50	30	2,7	–
	III	≤50	35	1,8	–
		>50	30	–	–

ДОДАТОК Е
(довідковий)

ГРАДУЮВАЛЬНА ЗАЛЕЖНІСТЬ ДЛЯ МЕТОДУ СКОЛЮВАННЯ РЕБРА

При параметрах навантаження, наведених у додатку В, міцність бетону на гранітному і вапняному щебені f_p , МПа може обчислюватись за градуювальною залежністю за формулою:

$$f_p = 0,058 m (30P + P^2), \quad (E.1)$$

- де m – коефіцієнт, що враховує максимальний розмір крупного заповнювача та приймається рівним 1 при крупності зерен заповнювача менше ніж 20 мм; 1,05 при крупності зерен заповнювача від 20 мм до 30 мм і 1,1 при крупності зерен заповнювача від 30 мм до 40 мм;
- P – зусилля сколювання, кН.

ДОДАТОК Ж
(довідковий)

МЕТОДИКА ВСТАНОВЛЕННЯ ГРАДУЮВАЛЬНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ І ОЦІНКА ЇХ ПОХИБКИ

Ж.1 Рівняння залежності "непряма характеристика – міцність" приймають лінійним за формулою:

$$f_H = a_0 + a_1 \cdot H, \quad (\text{Ж.1})$$

де f_H – міцність бетону, МПа;
 H – непряма характеристика.

Коефіцієнти a_0 і a_1 розраховують за формулами:

$$a_0 = f_{m(N)} - a_1 \cdot H_{m(N)}, \quad (\text{Ж.2})$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (H_i - H_{m(N)}) \cdot (f_i - f_{m(N)})}{\sum_{i=1}^n (H_i - H_{m(N)})^2}. \quad (\text{Ж.3})$$

Середні значення міцності $f_{m(N)}$, що визначені шляхом випробування зразків згідно з ДСТУ Б В.2.7-214, і непрямих характеристик $H_{m(N)}$, необхідних для визначення цих коефіцієнтів, розраховують за формулами:

$$f_{m(N)} = \frac{\sum_{i=1}^N f_i}{N}, \quad (\text{Ж.4})$$

$$H_{m(N)} = \frac{\sum_{i=1}^N H_i}{N}, \quad (\text{Ж.5})$$

де f_i, H_i – відповідно значення міцності і непрямої характеристики для окремих серій згідно з ДСТУ Б В.2.7-214;

N – число серій (або окремих зразків), що використані для побудови градювальної залежності.

Ж.2 Після побудови градювальної залежності за формулою (Ж.1) виконують її коригування шляхом відбракування одиничних результатів випробувань, що не задовольняють умові:

$$\frac{|f_i - f_{i,H}|}{S} \leq 2, \quad (\text{Ж.6})$$

де S – залишковий середній квадратичний відхил, що визначається за формулою:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_i - f_{i,H})^2}{N - 2}}, \quad (\text{Ж.7})$$

де $f_{i,H}$ – міцність бетону в i -й серії зразків, що визначена за градювальною залежністю за формулою:

$$f_{i,H} = a_0 + a_1 \cdot H_i. \quad (\text{Ж.8})$$

Після відбракування градювальну залежність встановлюють заново за формулами (Ж.1–Ж.3) за залишковими результатами випробування.

Похибку визначення міцності бетону за встановленою залежністю оцінюють за формулою (Ж.7).

$$\text{Якщо } \frac{S}{f_{m(N)}} \times 100\% \geq 12\% \text{ або } 15\% \text{ (див. 6.12),} \quad (\text{Ж.9})$$

то проведення контролю та оцінка міцності за отриманою залежністю не допускаються.

Ж.3 Перевірку градувальної залежності проводять не рідше одного разу за два місяці.

Для цього виготовляють не менше 6 серій зразків відповідно до розділу 6. Для кожної серії зразків визначають одиничні значення непрямої характеристики H_i і міцності бетону за даними випробування на пресі f_i (згідно з ДСТУ Б В.2.7-214).

Відповідно до встановленої градувальної залежності за отриманими непрямыми характеристиками визначають міцність бетону. Обчислюють середнє значення непрямих характеристик за формулою:

$$H_{m(n)} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}, \quad (\text{Ж.10})$$

де n – число серій зразків, що випробувані для перевірки градувальної залежності.

Потім розділяють випробувані серії зразків на дві групи.

До першої групи відносять серії зразків, одиничні значення непрямої характеристики яких не перевищують їх середнє значення $H_{m(n)}$:

$$H_i \leq H_{m(n)}. \quad (\text{Ж.11})$$

До другої групи відносять усі інші серії, тобто ті, у яких:

$$H_i > H_{m(n)}. \quad (\text{Ж.12})$$

Градувальна залежність допускається до подальшого застосування при одночасному виконанні наступних умов.

1) Різниця $f_i - f_{i,H}$ не має однакового знака в п'ятьох із шести випробуваних серій зразків.

2) Середній квадратичний відхил (S_n) міцності бетону у випробуваних серіях, що визначений за формулою:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_i - f_{i,H})^2}{n-1}}, \quad (\text{Ж.13})$$

не повинен перевищувати більш ніж у півтора раза середній квадратичний відхил градувальної залежності, що використовувалась:

$$S_n \leq 1,5 S. \quad (\text{Ж.14})$$

3) Значення різниць $(f_i - f_{i,H})$ не повинно мати однакового знака для серій зразків першої і другої груп.

При невиконанні хоча б однієї з умов градувальну залежність встановлюють заново.

ДОДАТОК И
(довідковий)

ДАНІ, ЩО НАВОДЯТЬСЯ В ЖУРНАЛІ ОФОРМЛЕННЯ ГРАДУЮВАЛЬНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ

И.1 Найменування підприємства, для якого встановлена градуювальна залежність.

И.2 Найменування неруйнівного методу, тип приладу і його заводський номер.

И.3 Склад бетону, вид цементу і заповнювача, максимальна крупність заповнювача, клас бетону, умови тверднення.

И.4 Значення непрямої характеристики та міцність за результатами випробувань на стиск у зразках.

И.5 Формула, що описує градуювальну залежність та її умовне позначення (шифр).

И.6 Значення S і відношення $S/f_{m(V)}$.

И.7 Мінімальне і максимальне значення міцності бетону, що можна визначати за даною залежністю.

И.8 Підписи виконавця, керівника підрозділу, який встановлював градуювальну залежність, дата.

ДОДАТОК К
(довідковий)

МЕТОДИКА УТОЧНЕННЯ ГРАДУЮВАЛЬНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ

Значення міцності бетону, що визначена за використанням градуювальної залежності, встановленої для бетону, який відрізняється від випробовуваного, множать на коефіцієнт K_c , значення якого визначають за формулою:

$$K_c = \frac{\sum_{i=1}^n f_{i, is}}{\sum_{i=1}^n f_{i, is, H}}, \quad (K.1)$$

де $f_{i, is}$ – міцність бетону [МПа] в ділянці, що визначається методами відриву зі сколюванням, сколювання ребра або випробуванням кернів згідно з ДСТУ Б В.2.7-214;

$f_{i, is, H}$ – те саме методами пружного відскоку, ударного імпульсу або пластичної деформації;

n – число ділянок, що приймається не менше трьох.

Значення міцності бетону не повинно відрізнятися від середнього значення за градуювальною залежністю більш ніж на $\pm 30\%$.

Визначене з використанням коефіцієнта K_c значення міцності бетону, може бути використано тільки в тому випадку, якщо одержуване з урахуванням цього коефіцієнта значення міцності бетону не виходить за межі значень, що можуть бути визначені за градуювальною залежністю.

Код УКНД 91.100.30

Ключові слова: міцність бетону на стиск, механічні методи неруинівного контролю, непрямі характеристики міцності, градувальна залежність.