НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Будівельні матеріали

БЕТОНИ

ПРАВИЛА ПІДБОРУ СКЛАДУ

ДСТУ Б В.2.7-215:2009

Київ
Мінрегіонбуд України
2010

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО:

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

ДП НДІБК (**А**. **Бамбура,** д-р техн. наук; **Г. Гірштель**, канд. техн. наук (науковий керівник); **С**. **Глазкова,** канд. техн. наук; **П. Кривошеєв**, канд. техн. наук; **А. Левицький; Т. Мірошник; М. Мудрик; Ю. Немчинов,** д-р техн. наук; **Ю. Слюсаренко**, канд. техн. наук; **В. Тарасюк**, канд. техн. наук; **Л**. **Шейніч,** д-р техн. наук, проф.; **О. Ящук)** НДІБМВ **(М. П'ятигорська; Ю. Червяков,** канд. техн. наук; **О. Шляховська)** ДП НДІБВ **(Т. Гутніченко; В. Іваненко,** канд. техн. наук; **А. Максимов)** ВАТ "ЗЗБК" ім. С. Ковальської **(С. Щербина)**

ЗА УЧАСТЮ: Державне підприємство "Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів" (НДІБМВ) Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ) ВАТ "Завод залізобетонних конструкцій ім. С Ковальської[1]" (ВАТ "ЗЗБК" ім. С Ковальської)

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ:

наказ Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 22.12.2009 р. № 636

3 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 27006-86).

Право власності на цей документ належить державі.
Цей документ не може бути повністю чи частково відтворений, тиражований і розповсюджений як офіційне видання без дозволу Міністерства регіонального розвитку та будівництва України

© Мінрегіонбуд України, 2010

Офіційний видавець нормативних документів
у галузі будівництва і промисловості будівельних матеріалів
Мінрегіонбуду України
Державне підприємство "Укрархбудінформ"

ВСТУП

У стандарті використані основні положення ГОСТ 27006-86 "Бетоны. Правила подбора состава", який був розроблений Науково-дослідницьким проектно-конструкторським та технологічним інститутом бетону та залізобетону (НИИЖБ) Держбуду СРСР, Міністерством промислових будівельних матеріалів СРСР, Міністерством енергетики та електрифікації СРСР, Міністерством вищої та середньої освіти СРСР.

ЗМІСТ

		с.
Вступ		IV
1	Сфера застосування	1
2	Нормативні посилання	1
3	Терміни та визначення понять	2
4	Загальні положення	2
5	Завдання на підбір складу бетону	3
6	Підбір номінального складу бетону	4
7	Призначення і коригування робочих складів бетонних сумішей	7
8	Передача на виробництво робочих дозувань	7
9	Вимоги безпеки праці та охорона довкілля	8
Додаток А		
	Розрахунково-експериментальний метод визначення складу важкого бетону	9
Додаток Б		
	Бібліографія	13

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Будівельні матеріали

БЕТОНИ

ПРАВИЛА ПІДБОРУ СКЛАДУ

Строительные материалы

БЕТОНЫ

ПРАВИЛА ПОДБОРА СОСТАВА

Building materials

CONCRETES

RULES OF SELECTION OF COMPOSITION

Чинний з 2010-09-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт розповсюджується на конструкційні бетони: важкий, легкий, ніздрюватий і щільний силікатний згідно з ДСТУ Б В.2.7-212 і встановлює правила підбору, призначення і видачі у виробництво складу бетону на підприємствах і будівельних організаціях при виготовленні збірних бетонних і залізобетонних виробів і конструкцій і бетонної суміші для монолітних конструкцій і споруд (далі - конструкції), а також при обґрунтуванні виробничо-технічних норм витрат матеріалів.

1.2 Вимоги, що встановлено цим стандартом, можуть застосовуватися також для підбору складу спеціальних бетонів різних видів за умови забезпечення всіх вимог, що висуваються до цих бетонів.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті є посилання на такі нормативні документи:

ДБН В.1.4-1.01-97 Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві. Регламентовані радіаційні параметри. Допустимі рівні

ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів

ДСТУ Б А.1.1-59-95 Система стандартизації та нормування в будівництві. Технологія важких бетонів та залізобетонних виробів. Бетонні, розчинні суміші та бетони. Терміни та визначення

ДСТУ Б В.2.6-97-2009 Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-18-95 Будівельні матеріали. Бетони легкі. Загальні технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-43-96 Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-96-2000 (ГОСТ 7473-94) Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-114-2002 (ГОСТ 10181-2000) Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробування

ДСТУ Б В.2.7-176:2008 Будівельні матеріали. Суміші бетонні та бетон. Загальні технічні умови (EN 206-1:2000, NEQ)

ДСТУ Б В.2.7-212-2009 Будівельні матеріали. Бетони. Класифікація і загальні технічні вимоги

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

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

ДСТУ 3962-2000 (ГОСТ 12.4.137-2001) Взуття спеціальне з верхом із шкіри для захисту від нафти, нафтопродуктів, кислот, лугів, нетоксичного та вибухонебезпечного пилу. Технічні умови

ДСТУ ГОСТ 12.4.041 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту органів дихання фільтрувальні. Загальні технічні вимоги

ДСН 3.3.6-039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та санітарної вібрації

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони)

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (Система стандартів безпеки праці. Шкідливі речовини. Класифікація та загальні вимоги безпеки)

ГОСТ 12.1.018-93 Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования (Система стандартів безпеки праці. Пожежовибухобезпека статичної електрики. Загальні вимоги)

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

ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (Система стандартів безпеки праці. Пожежовибухонебезпека речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їх визначення)

ГОСТ 12.4.010-75 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия (Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Рукавиці спеціальні. Технічні умови)

ГОСТ 12.4.013-85 Система стандартов безопасности труда. Очки защитные. Общие технические условия (Система стандартів безпеки праці. Окуляри захисні. Загальні технічні умови)

ГОСТ 12.4.029-76 ** Фартуки специальные. Технические условия (Фартухи спеціальні. Технічні умови)

ГОСТ 27005-86 Бетоны легкие и ячеистые. Правила контроля средней плотности (Бетони легкі і ніздрюваті. Правила контролю середньої густини)

НАПБ А.01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано терміни та визначення, встановлені ДСТУ Б А. 1.1-59: номінальний склад бетонної суміші, виробничий склад будівельної суміші.

Показник класу міцності важкого бетону на стиск, міцність легкого бетону на стиск, клас легкого бетону за густиною - відповідно до ДСТУ Б В.2.7-176.

4 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1 Підбір складу бетону слід проводити відповідно до вимог цього стандарту з метою отримання бетону в конструкціях з міцністю і іншими показниками якості, встановленими національними чинними нормативними документами, технічними умовами або проектною документацією на ці конструкції, при мінімальній витраті цементу або іншого в'яжучого.

Основні вимоги щодо завдання на бетонні суміші і бетон слід установлювати відповідно до розділу 6 ДСТУ Б В.2.7-176.

4.2 Підбір складу бетону включає визначення номінального складу, розрахунок і коригування робочого складу, розрахунок і передачу на виробництво робочих дозувань.

4.3 Підбір номінального складу бетону проводять при організації виробництва нового типу конструкцій, зміні нормованих показників якості бетону або бетонної суміші, технології виробництва, постачальників, виду або марок використаних матеріалів, а також при розробленні і перегляді виробничих норм витрати матеріалів.

4.4 Робочі склади бетону призначають при переході на новий номінальний склад і далі під час надходження нових партій матеріалів тих же видів і марок, які приймалися при підборі номінального складу, з урахуванням їх фактичної якості. При призначенні робочих складів їх перевіряють у лабораторних або виробничих умовах.

У подальшому за наслідками операційного контролю якості матеріалів даних партій і отримуваної з них бетонної суміші, а також приймального контролю якості бетону проводять коригування робочих складів.

4.5 Робоче дозування призначають за робочим складом бетонної суміші з урахуванням об'єму замісу, що готується.

4.6 Підбір складу бетону повинен виконуватися лабораторією підприємства-виробника бетонної суміші за затвердженим завданням, розробленим технологічною службою цього підприємства.

Допускається проводити підбір складу бетону в інших атестованих лабораторіях за затвердженим завданням на підбір складу бетону. Приклад розрахунку складу бетону наведено в додатку А.

4.7 Результати підбору номінального складу бетону, що відповідають вимогам затвердженого завдання, мають бути оформлені в журналі підбору складу бетону і затверджені головним інженером підприємства-виробника бетонної суміші. Робочі склади і дозування підписуються начальником лабораторії або іншою особою, яка відповідає за підбір складу бетону.

4.8 Завдання, журнал підбору номінального складу бетону, відомості робочих складів і листи робочих дозувань разом із дублікатами документів про якість на відповідні партії бетонної суміші повинні зберігатися на підприємстві-виробнику згідно з вимогами, встановленими ДСТУ Б В. 2.6-97 для документа про якість.

5 ЗАВДАННЯ НА ПІДБІР СКЛАДУ БЕТОНУ

5.1 Завдання на підбір складу бетону повинно бути складено для конструкцій конкретної номенклатури, що виготовляються із бетону одного виду і якості за визначеною технологією.

5.2 Завдання має містити:

- нормовані показники якості бетону відповідно до технічних вимог стандартів, технічних умов або проектної документації на конструкції конкретних видів, для яких призначено бетон;
- показники якості бетонної суміші, тривалість і режими тверднення бетону і інші умови виробництва, що приймають за технологічною документацією, розробленою відповідно до чинних стандартів, норм і правил;
- показники однорідності міцності бетону всіх видів і середньої густини легких і ніздрюватих бетонів, а також відповідний їм середній рівень міцності і середня густина, що планується на майбутній період;
- обмеження щодо складу бетону і застосування матеріалів для його приготування, що встановлено нормативною і технологічною документацією.

5.3 Склад бетону слід підбирати виходячи з рівня міцності, а для легкого і ніздрюватого - із густини бетону.

Значення рівня міцності і середньої густини для підбору складу бетону приймають згідно з ДСТУ Б В.2.7-224 і ГОСТ 27005 з урахуванням фактичної однорідності бетону і планованих заходів щодо її підвищення.

У тому разі, коли відсутні дані щодо фактичної однорідності бетону, середній рівень міцності при підборі його складу приймають рівним необхідній міцності згідно з ДСТУ Б В.2.7-224 для бетону зазначеного класу або марки при коефіцієнті варіації, який дорівнює 13,5 % для важкого і легкого бе-

тонів, 14 % -для щільного силікатного бетону і 17 % -для ніздрюватого, а також бетону масивних гідротехнічних конструкцій. Середній рівень густини в цих випадках приймають рівним марці бетону за густиною.

6 ПІДБІР НОМІНАЛЬНОГО СКЛАДУ БЕТОНУ

6.1 Підбір номінального складу бетону проводять за наступними етапами:

- вибір і визначення характеристик вихідних матеріалів для бетону;
- розрахунок початкового складу;
- розрахунок додаткових складів бетону з параметрами складів, що відрізняються від прийнятих у початковому складі в більшу і меншу сторону;
- виготовлення пробних замісів початкового і додаткових складів, відбір проб, випробування бетонної суміші, виготовлення зразків і їх випробування за всіма нормованими показниками якості;
- обробка отриманих результатів зі встановленням залежностей, що відбивають вплив параметрів складу на нормовані показники якості бетонної суміші і бетону, необхідних для призначення номінального, а також призначення і корегування робочих складів бетону;
- призначення номінального складу бетону, що забезпечує отримання бетонної суміші і бетону необхідної якості при мінімальній витраті в'яжучого.

6.2 Підбір номінального складу виконують:

- для в'яжучого кожного виду і марки кожного підприємства-виробника;
- для крупного щільного заповнювача кожного кар'єру з однаковою максимальною крупністю;
- для крупного пористого заповнювача кожної марки за насипною густиною та міцності кожного підприємства-виробника;
- для щільних пісків кожного кар'єру;
- для пористих пісків кожної марки за насипною густиною кожного підприємства-виробника;
- для добавок кожного виду кожного підприємства-виробника.

6.3 Вибір матеріалів, що використовуються для виготовлення бетону, слід проводити на основі їх паспортних характеристик відповідно до вимог стандартів і технічних умов.

При виборі матеріалів слід враховувати, за умови забезпечення мінімальної собівартості бетону, необхідність якнайповнішого використання промислових відходів (шлаків чорної та кольорової металургії, шлаків і золошлакових сумішей теплоелектростанцій тощо).

6.4 Матеріали, що використовуються для підбору складу, повинні відповідати вимогам стандартів або технічних умов на ці матеріали. До початку роботи щодо розрахунку складу бетону і при готування пробних замісів слід провести випробування матеріалів за відповідними стандартами для визначення показників їх якості, необхідних для проведення розрахунків.

Активність цементу (або характеристики міцності іншого в'яжучого, якщо їх неможливо визначити стандартними методами) для розрахунку початкового і додаткових складів слід приймати залежно від його фактичної міцності в бетоні постійного складу, який є найбільш масовим для підприємства-виробника бетонної суміші, або іншими експресними методами, перевіреними на практиці.

Показники фактичної міцності цементу, які застосовано при підборі номінального складу, використовують надалі для призначення робочих складів бетону.

Допускається активність цементу для розрахунку складу бетону приймати рівною його гарантованій марці. У цьому випадку при отриманні цементу нової партії, відповідно до фактичної активності, робочий склад бетону (у частині витрати цементу) підбирають аналогічно номінальному.

6.5 Проби матеріалів відбирають в об'ємі, необхідному для підбору складу бетону.

Відібрані проби заповнювачів слід висушити до постійної маси, просіяти, вилучити із дрібного заповнювача зерна більше 5 мм, а з крупного заповнювача -дрібніші 5 мм з розділенням крупних заповнювачів на окремі фракції.

6.6 Підбір номінального складу бетону рекомендується провадити згідно з вказівками додатка А. Допускається використовувати інші методи, які враховують специфіку окремих технологій та умови їх застосування згідно з додатком Б.

6.7 Як змінювані параметри складу приймають параметри, які впливають на властивості бетонної суміші і нормовані показники якості бетону залежно від виду бетону і прийнятої методики розрахунку. Наприклад, для важкого бетону в загальному випадку це цементно-водне відношення, частка піску в суміші заповнювачів і витрата добавки. При цьому для кожного виду бетону встановлюють основний параметр, що більшою мірою впливає на його міцність (наприклад, для важкого бетону - цементно-водне відношення).

6.8 Додаткові склади розраховують аналогічно початковому при значеннях змінюваних параметрів складу, що відрізняються від прийнятих при розрахунку початкового складу в меншу і більшу сторону від 15 % до 30 %. Кількість додаткових складів за кожним з цих параметрів має бути не менше двох.

6.9 Пробні заміси за початковими і додатковими складами слід готувати на заповнювачах і в'яжучому, характеристики яких були прийняті при розрахунку складів. Матеріали повинні мати температуру в межах (20±5) °С.

Об'єм кожного пробного замісу повинен не менше ніж на 10 % перевищувати сумарний об'єм зразків, що виготовляють із нього для контролю властивостей бетону, і проб, що використовують для контролю властивостей бетонної суміші.

6.10 Матеріали слід дозувати за масою з похибкою не більше 1,0 %. Дозування пористих заповнювачів допускається проводити за об'ємом з обов'язковим контролем насипної густини.

Воду, водні розчини добавок дозують за масою або об'ємом. Густина водного розчину робочого складу добавки має бути заздалегідь визначена.

6.11 Приготування пробних замісів проводять в лабораторії, використовуючи змішувачі механічної дії.

6.12 Приготування пробних замісів починають з перемішування сухих матеріалів, а потім поступово додають у заміс призначену за розрахунком кількість води або розчину добавки.

Допускається на основі візуального контролю легкоукладальності і структури бетонної суміші вносити зміни в кількість віддозованої води, а для конструкційно-теплоізоляційних легких бетонів - у кількість повітрявтягувальної добавки або піни.

6.13 Після закінчення перемішування відбирають проби відповідно до ДСТУ Б В.2.7-114 (ГОСТ 10181) для перевірки легкоукладальності і інших властивостей бетонної суміші, передбачених у технічному завданні на підбір складу бетону. При цьому визначення легкоукладальності починають не раніше 15 хв після початку перемішування суміші із водою.

Якщо властивості бетонної суміші не відповідають будь-яким вимогам завдання на підбір складу бетону, слід провести коригування складів до отримання в замісі кожного складу суміші із заданими властивостями.

Бетонну суміш, яка не відповідає вимогам завдання за легкоукладальністю, допускається коригувати під час вторинного перемішування із додаванням води, цементу, заповнювачів і добавок у необхідних кількостях. При підборі складу жорстких сумішей і сумішей із структуротворними добавками, а також бетонних сумішей, властивості яких нормуються не тільки безпосередньо після приготування, але і через певний час після їх перемішування, вторинне перемішування досліджуваних проб бетонних сумішей не допускається і заміс повторюють із зміненими витратами матеріалів.

6.14 Після отримання бетонної суміші із заданими властивостями визначають її густину за ДСТУ Б В.2.7-114 (ГОСТ 10181) за винятком ніздрюватого бетону і для кожного складу розраховують фактичну витрату матеріалів на 1 м^3 бетону за формулами:

$$Ц = \frac{\rho_{сум}}{\sum g} \cdot g_{ц}, \quad (1)$$

$$П = \frac{\rho_{сум}}{\sum g} \cdot g_{п}, \quad (2)$$

$$Щ = \frac{\rho_{сум}}{\sum g} \cdot g_{щ}, \quad (3)$$

$$В = \frac{\rho_{сум}}{\sum g} \cdot g_{в}, \quad (4)$$

де Ц, П, Щ і В – витрата відповідно цементу, дрібного заповнювача, крупного заповнювача і води, кг/м^3 бетону;

$g_ц$, $g_п$, $g_щ$, $g_в$ – маса відповідно цементу, дрібного заповнювача, крупного заповнювача і води в замісі, кг;

$\rho_{сум}$ – густина бетонної суміші, кг/м^3;

Σg – сумарна маса всіх матеріалів у замісі, кг.

6.15 Із загального числа складів бетону, розрахованих за 6.14 для кожного із отриманих з розра хунку значень основного параметру, вибирають склади з мінімальним В/Ц або витратою в'яжучого, виготовляють контрольні зразки бетону цих складів і визначають міцність бетону відповідно ДСТУ Б В.2.7-214.

Режим тверднення зразків повинен відповідати:

- при монолітному бетонуванні - нормальним умовам та умовам експлуатації конструкції;
- при виробництві збірного залізобетону - нормальним умовам та умовам теплової обробки конструкцій.

6.16 За результатами випробувань бетонної суміші і бетону розрахованих складів установлюють необхідні залежності властивостей бетонної суміші від параметрів складу або (і) витрати матеріалів, а також будують графік залежності міцності бетону від основного параметра.

Вказані залежності і графік використовують надалі для призначення і коригування робочих складів.

6.17 За графіком залежності міцності бетону від основного параметра визначають значення цього параметра, що відповідає міцності бетону, вказаній в завданні на підбір його складу, перераховують склад бетону, виходячи із знайденого значення основного параметра і перевіряють його відповідність усім іншим нормованим показникам якості (наприклад, густини, водонепроникності, морозостійкості тощо).

Перевірку відповідності основного параметра всім іншим нормованим показникам якості здійснюють шляхом випробування зразків бетону складу з оптимальним основним параметром.

При позитивних результатах випробувань підібраний склад бетону приймають за номінальний.

У випадках, коли підібраний склад бетону відповідає вимогам за міцністю і не відповідає будь-яким іншим вимогам завдання на підбір складу, слід провести новий підбір складу із застосуванням технологічних прийомів, що забезпечують отримання всіх необхідних показників якості бетону, як правило, без збільшення витрати цементу.

6.18 Підбір складу бетону з метою обґрунтування виробничих норм витрати матеріалів проводять для умов виробництва і на матеріалах, показники якості яких відповідають середнім значенням вживаних матеріалів і умов виробництва за період не менше ніж 6 міс, що передують часу підбору складу.

6.19 Суміші бетонні повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-96 (ГОСТ 7473), а отримані на їх основі бетони - ДСТУ Б В.2.7-43 (важкий бетон) та ДСТУ Б В.2.7-18 (легкий бетон).

7 ПРИЗНАЧЕННЯ І КОРИГУВАННЯ РОБОЧИХ СКЛАДІВ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

7.1 Призначення нового робочого складу бетонної суміші проводять, якщо за показниками вхідного контролю встановлена зміна якості матеріалів, що поступили, в порівнянні з використаними раніше більш ніж на:

- 2,5 МПа - фактичної міцності цементу, що характеризується у відповідності до 6.4;
- 1,5 абс. % - нормальної густоти цементного тіста;
- 1,5 абс. % - вмісту мулистих, глинистих і пилоподібних частинок;
- 50 кг/м^3 - насипної густини пористого заповнювача;
- 2 абс. % - вмісту піску в щебені або щебеня в піску;
- 0,5 абс. % - вологості заповнювачів.

7.2 Коригування робочого складу проводять, якщо за показниками операційного контролю виробництва встановлено зміну якості бетонної суміші більш ніж на:

- 2 см або 5 с - осідання конуса або жорсткості бетонної суміші;
- фактична середня густина легкого і ніздрюватого бетонів вище потрібної за ГОСТ 27005.

Коригування проводять також, якщо фактична міцність бетону нижче необхідної або вище верхньої попереджувальної межі згідно з ДСТУ Б В.2.7-224.

7.3 Призначення і коригування робочих складів проводять з урахуванням залежностей між параметрами складу бетону і властивостями бетону і бетонної суміші, встановленими при підборі номінального складу.

При цьому витрати заповнювачів і води в робочому складі з урахуванням фактичної вологості заповнювачів і вмісту крупного заповнювача в дрібному і дрібного заповнювача у крупному визначають за формулами:

$$З = З_i^0\left(1+\frac{W_i}{100}\right), \tag{5}$$

$$В = В^0 - \sum З_i^0 \cdot \frac{W_i}{100}, \tag{6}$$

$$\overline{П} = \frac{П\left(1-П_щ\right) - ЩП_щ}{1-П_щ - Щ_п}, \tag{7}$$

$$\overline{Щ} = \frac{Щ\left(1-Щ_п\right) - ПЩ_п}{1-П_щ - Щ_п}, \tag{8}$$

де З – витрата заповнювачів, кг/м^3;

$З_i^0$ – витрата за номінальним складом сухого заповнювача *i*-ї фракції, кг/м^3;

В – витрата води, кг/м^3;

$В^0$ – витрата води за номінальним складом, кг/м^3;

W_i – вологість за масою *i*-ї фракції заповнювача, %;

П, Щ – витрата піску і крупного заповнювача за номінальним складом, кг/м^3;

$\overline{П}$, $\overline{Щ}$ – витрата піску і крупного заповнювача в кг/м^3 з урахуванням вмісту піску в крупному заповнювачі ($П_щ$) і крупного заповнювача в піску ($Щ_п$), у частках від маси.

8 ПЕРЕДАЧА НА ВИРОБНИЦТВО РОБОЧИХ ДОЗУВАНЬ

8.1 Дозування матеріалів (цементу, заповнювачів, води і добавки) обчислюють за формулою:

$$Д_i = V \cdot P_i, \tag{9}$$

де $Д_i$ – доза *i*-го матеріалу за масою, кг, або об'єму, м^3;

P_i – витрата *i*-го матеріалу в робочому складі за масою, кг/м^3, або об'єму, м^3/м^3;

V – об'єм замісу, м^3.

Робочі дозування заносять у журнал підбору складів.

8.2 Лабораторія підприємства-виробника бетонної суміші передає на виробництво дублікат дозування із журналу підбору складу для кожного робочого складу бетону. Кожен дублікат дозування має підписати начальник або інша відповідальна особа лабораторії.

9 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

9.1 Матеріали для бетону безпечні для здоров'я людей під час виробництва, транспортування, зберігання, застосування і під час експлуатації за умови виконання вимог даного стандарту до безпеки виробництва та охорони праці.

9.2 Відповідно до ГОСТ 12.1.044 матеріали для бетону і бетонних сумішей відносяться до вибухо- і пожежобезпечних негорючих речовин. Виробничі приміщення, у яких виготовляються бетонні суміші, бетонні та залізобетонні вироби, повинні бути забезпечені засобами пожежогасіння відповідно до НАПБ А.01.001.

9.3 Клас небезпеки сировинних матеріалів для бетонів і бетонних сумішей встановлюється згідно з ГОСТ 12.1.007.

9.4 Ефективна сумарна питома активність природних радіонуклідів у вихідних матеріалах для виготовлення бетонних сумішей повинна відповідати вимогам ДБН В 1.4.-1.01

9.5 Вміст шкідливих речовин і пилу у повітрі робочої зони не повинен перевищувати встановлених граничнодопустимих концентрацій, зазначених у ГОСТ 12.1.005.

9.6 Експлуатація електроприладів і електроустановок повинна відповідати вимогам ГОСТ 12.1.019 і ДНАОП 0.00-1.21.

9.7 Устаткування, комунікації і місткості повинні бути заземлені від статичної електрики відповідно до вимог ГОСТ 12.1.018.

9.8 Рівень вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати допустимих значень, що встановлені ДСН 3.3.6-039.

9.9 Особам, які працюють з матеріалами, бетонними сумішами і бетонами, слід використовувати засоби індивідуального захисту:

- спецодяг - згідно з ГОСТ 12.4.029;
- окуляри захисні - згідно з ГОСТ 12.4.013;
- рукавиці - згідно з ГОСТ 12.4.010;
- респіратори - відповідно до ДСТУ ГОСТ 12.4.041;
- взуття - відповідно до ДСТУ 3962.

9.10 До робіт з матеріалами, бетонними сумішами та бетоном допускаються особи не молодші 18 років, що пройшли:

- попередній медогляд;
- професійну підготовку;
- вступний інструктаж з безпеки праці, виробничої санітарії, пожежної та електробезпеки.

ДОДАТОК А
(довідковий)

РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ ВАЖКОГО БЕТОНУ

Перед тим, як розраховувати склад бетону, необхідно зробити аналіз матеріалів і визначити наступні характеристики:

- для цементу - активність, істинну густину, середню густину, нормальну густоту цементного тіста (НГ);
- для піску - істинну густину, середню густину, гранулометричний склад, модуль крупності та вологість;
- для щебеню - істинну густину зерен щебеня, середню густину щебеня, міжзернову пустотність, зерновий склад, найбільшу крупність зерен, вологість та показники міцності.

Розрахунок витрати матеріалів здійснюється на 1 м^3 бетонної суміші.

1 Визначають водоцементне відношення, яке забезпечує отримання бетону заданої міцності при використанні цементу певної активності. В/Ц розраховують за наступними емпіричними формулами:

$$\text{при } f_{cm} \le 1{,}2R_ц,\ \frac{В}{Ц} = \frac{AR_ц}{f_{cm} + 0{,}5AR_ц}, \qquad (А.1)$$

$$f_{cm} > 1{,}2R_ц,\ \frac{В}{Ц} = \frac{A_1R_ц}{f_{cm} - 0{,}5A_1R_ц}, \qquad (А.2)$$

де f_{cm} – проектна середня міцність бетону;
$R_ц$ – активність цементу, яка визначається згідно з ГОСТ 310.4;
A і A_1 – коефіцієнти, що залежать від якості заповнювача (таблиця А.1).

Таблиця А.1 – Значення коефіцієнтів А та А.1

Якість заповнювача	A	A_1
Висока	0,65	0,43
Середня	0,60	0,40
Низька	0,55	0,37

2 Орієнтовну витрату води визначають за таблицею А.2.

Таблиця А.2 – Орієнтовна витрата води в залежності від виду заповнювача та характеру бетонної суміші

Показник легкоукладальності бетонної суміші		Витрата води, л/м^3 бетонної суміші, при найбільшій крупності зерен заповнювача, мм			
Осадка конуса, см	Жорсткість, с	10	20	40	70
Гравій					
16–20	–	227	218	203	192
12–16	–	220	210	203	185
10–12	–	215	205	190	180
8–10	–	205	190	175	170
5–7	–	200	185	170	165
2–4	–	190	175	160	155
–	10–15	175	160	145	140

Кінець таблиці А.2

Показник легкоукладальності бетонної суміші		Витрата води, л/м^3 бетонної суміші, при найбільшій крупності зерен заповнювача, мм			
Осадка конуса, см	Жорсткість, с	10	20	40	70
Гравій					
–	15–20	165	150	135	130
–	25–35	160	145	130	125
–	40–50	150	135	125	120
Щебінь					
16–20	–	237	228	213	202
12–16	–	230	220	207	195
10–12	–	225	215	200	190
8–10	–	215	205	190	185
5–7	–	210	200	185	180
2–4	–	200	190	175	170
–	10–15	185	175	160	155
–	15–20	175	165	150	145
–	25–35	170	160	145	140
–	40–50	160	150	135	130

Примітка. Витрата води замішування наведена для бетонних сумішей, виготовлених на портландцементі, з нормальною густотою цементного тіста 26–28 %, і середньозернистому піску ($М_{кр}$ = 2–2,5), без пластифікуючих добавок. При зміні нормальної густоти цементного тіста на кожний відсоток у бік зменшення витрата води зменшується на 3–5 л, у бік збільшення – збільшується на 3–5 л. При зміні модуля крупності піску на кожні 0,5 у бік зменшення витрата води збільшується на 3–5 л, у бік збільшення – зменшується на 3–5 л. При введенні добавок типу ЛСТ зазначену кількість води зменшують на 10–15 л/м^3, при введенні суперпластифікатора – на 20–30 л/м^3. При використанні цементу з іншою нормальною густотою, піску іншої крупності або введенні інших хімічних добавок витрата води має бути відповідно скоригована.

3 Витрату цементу (в кг на м^3 бетонної суміші) обчислюють за вже відомими величинами витрати води (В) та водоцементного відношення (В/Ц) за формулою:

$$Ц = \frac{В}{В/Ц}. \qquad (А.3)$$

4 Витрату крупного заповнювача – щебеню, гравію (в кг на 1 м^3 бетону) визначають за формулою:

$$Щ = \frac{1000}{\frac{1}{\rho^{щ}_{і.г}} + \alpha \frac{1}{\rho^{щ}_{с.г}} \times V_{пуст}}, \qquad (А.4)$$

де $\rho^{щ}_{і.г}$ – істинна густина зерен щебеню (гравію), кг/дм^3;

$\rho^{щ}_{с.г}$ – середня густина щебеню (гравію), кг/дм^3;

$V_{пуст}$ – пустотність щебеню (гравію), частки одиниці;

α – коефіцієнт розсування зерен (приймають за таблицею А.3).

Таблиця А.3 – Коефіцієнт розсування зерен у бетонних сумішах різної легкоукладальності

Витрата цементу, кг	Значення коефіцієнту при показниках легкоукладальності бетонної суміші		
	осадка конуса, см		жорсткість, с
	5–10	1–4	40–80
200	1,22	1,18	1,10
250	1,28	1,22	1,12
300	1,34	1,28	1,14
350	1,40	1,34	1,16
400	1,48	1,40	1,18
500	1,60	1,48	1,20

5 Витрата піску (в кг на 1 м^3 бетону) визначається за формулою:

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho^{ц}} + \frac{Щ}{\rho^{щ}} + В\right)\right]\rho^{п}, \qquad (А.5)$$

де Ц, Щ, В – витрата цементу, щебеню (гравію) та води, кг;

$\rho^{ц}$, $\rho^{щ}$, $\rho^{п}$ – істинна густина цементу, щебеню та піску, кг/дм^3.

6 Після попереднього розрахунку складу бетону роблять пробний заміс бетонної суміші (звичайно об'ємом 10 л) і визначають її легкоукладальність (рухомість, жорсткість).

Якщо бетонна суміш виявилася менш рухливою, ніж потрібно, то в розрахунок складу бетону вносяться поправки – збільшують кількість цементу та води без зміни водоцементного відношення. Якщо рухомість суміші більша за потрібну, невеликими порціями додають пісок та крупний заповнювач у відповідному співвідношенні, що рівнозначно зменшенню цементного тіста. Так досягають заданої рухомості.

7 Фактичну середню густину бетонної суміші в свіжоущільненому стані (в кг/м^3) обчислюють за формулою:

$$\rho^{ф}_{г.\,сум} = \frac{m_2 - m_1}{V} \times 1000, \qquad (А.6)$$

де V – об'єм мірної посудини, (зазвичай 3 л чи 5 л), дм^3;

m_1 – маса порожньої посудини, кг;

m_2 – маса посудини з ущільненою бетонною сумішшю, кг.

Відповідність отриманого складу бетону заданим показникам міцності визначають шляхом виготовлення та випробування зразків.

Склад бетону, розрахований таким чином, називають - номінальним.

Приклад

Розрахувати склад бетону класу С 25/30 на цементі марки 400 для виготовлення залізобетонних виробів простого профілю. Мінімальна відстань у світлі між стрижнями арматури - 80 мм. Умови формування - стендова технологія з використанням глибинних та поверхневих вібраторів. Умови тверднення природні. Необхідний темп росту міцності бетону: у віці від 7 до 10 діб - не менше ніж 70 % від проектної; у віці 28 діб - 100 %.

Вибір вихідних параметрів.

Рухомість бетонної суміші - ОК = 2 см.

Крупність заповнювача приймаємо з розрахунку найбільшого діаметра зерен щебеня 40 мм.

Характеристика вихідних матеріалів:

– портландцемент – $R_ц$ – 42 МПа (420 кгс/см^2), $\rho^ц_{і.г}$ = 3100 кг/м^3;

– $\rho^ц_{с.г}$ – 1300 кг/м^3, НГ = 25 %;

– пісок кварцовий – $\rho^п_{і.г}$ = 2610 кг/м^3, $\rho^п_{с.г}$ = 1550 кг/м^3, $М_к$ = 2,2;

– щебінь гранітний – $\rho^щ_{і.г}$ = 2600 кг/м^3, $\rho^щ_{с.г}$ = 1500 кг/м^3, $Д_{нб}$ = 40 мм.

Марка щебеню за міцністю на стиск (у циліндрі) – 1000.

Пустотність щебеню визначаємо за формулою:

$$V_{пуст} = 1 - \frac{\rho^щ_{с.г}}{\rho^щ_{і.г} \times 1000} = 1 - \frac{1500}{2600} = 1 - 0{,}577 = 0{,}423 \approx 0{,}42$$

Розрахунок складу здійснюють на сухих чистих матеріалах (заповнювачах)

1 $\frac{В}{Ц} = \frac{AR_ц}{f_{cm} + 0{,}5AR_ц} = \frac{0{,}6 \times 420}{300 + 0{,}5 \times 0{,}6 \times 420} = \frac{252}{426} = 0{,}59$ (у відповідності до таблиці А.1 прийнято значення А = 0,6).

2 Витрата води на 1 м^3 бетонної суміші складає 170 л (див. таблицю А.2).

3 Витрата цементу на 1 м^3 бетону складе:

$$Ц = \frac{В}{В/Ц} = \frac{170}{0{,}59} = 288 \text{ кг.}$$

4 Витрата щебеню

$$Щ = \frac{1000}{\frac{1000}{\rho^щ_{і.г}} + \alpha \frac{1000}{\rho^щ_{с.г}} \times V_{пуст}} = \frac{1000}{\frac{1000}{2600} + 1{,}28 \times \frac{1000}{1500} \times 0{,}42} = \frac{1000}{0{,}38 + 0{,}36} = 1351 \text{ кг}$$

(у відповідності до таблиці А.3 прийнято значення α = 1,28).

5 Витрата піску

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho^ц} + \frac{Щ}{\rho^щ} + В\right)\right]\rho^п = \left[1000 - \left(\frac{288}{3{,}1} + \frac{1351}{2{,}6} + 170\right)\right] \times 2{,}61 =$$

$$= \left[1000 - (92{,}96 = 519{,}62 + 170)\right] \times 2{,}61 = (1000 - 782{,}52) \times 2{,}61 = 217{,}48 \times 2{,}61 = 568 \text{ кг}$$

Експериментальну перевірку складу бетону виконують у наступному порядку:

– виготовляють пробний заміс бетонної суміші та визначають осадку конуса чи жорсткість. Якщо рухомість суміші відповідає заданій, то з неї виготовляють контрольні зразки. При цьому визначають масу укладеного та ущільненого бетону. Потім зразки випробовують у задані терміни;

– на кожний термін випробування готують не менше трьох зразків, зразки тверднуть у нормальних умовах.

ДОДАТОК Б
(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

Справочник по бетонам и растворам, (А.П. Чехов, А.М. Сергеев, Г.Д. Дибров), Київ, "Будівельник", 1979.

Методичні рекомендації з розрахунку складів цементних бетонів різних видів. Держдор НДІ, Київ, 2004.

Методичні рекомендації з проектування складів бетонів з добавками. Національний університет водного господарства і природокористування, Рівне, 2006.

Руководство по подбору составов конструктивных легких бетонов на пористых заполнителях, НИИЖБ Госстроя СССР, Москва, 1975.

Руководство по подбору составов тяжелого бетона, НИИЖБ Госстроя СССР, Москва, 1979.

ДБН В.2.3-20:2008 Споруди транспорту. Мости та труби. Виконання та приймання робіт.

Код УКНД 91.100.30

Ключові слова: бетон, конструкційні бетони, матеріали для бетону, бетонна суміш, склад, підбір складу, міцність, тверднення, випробування, коригування, робоче дозування.

Редактор - А.І. Луценко
Коректор - А.І. Луценко
Комп'ютерна верстка - І.С. Дмитрук

Формат 60x84 1/е. Папір офсетний. Гарнітура "Arial".
Друк офсетний.

Державне підприємство "Укрархбудінформ".
вул. М. Кривоноса, 2А, корп. 3, м. Київ-37, 03037, Україна.
Тел. 249 - 36 - 62

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців
ДК№ 690 від 27.11.2001 р.