**Фіц Станіслав Богдан. Вплив технологічних факторів на міцність бетону при ударному навантаженні в екстремальних умовах середовища: дис... д-ра техн. наук: 05.23.05 / Одеська держ. академія будівництва та архітектури. - О., 2005**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Фіц Станіслав Богдан**. Вплив технологічних факторів на міцність бетону при ударному навантаженні в екстремальних умовах середовища. - Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеню доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.05 будівельні матеріали і вироби. Люблінська Політехнік (Польща), ОДАБА, м. Одеса, 2005.  У дисертації представлено бетони, які працюють у конструкціях при ударному навантаженні у екстремальних умовах зовнішнього середовища. Поняття „екстремальні умови зовнішнього середовища” охоплює вплив вологості (води), високої і низької температури на бетонні елементи при імпульсивному циклічному ударному навантаженні. У роботі показано, що шляхом зміни складу бетонної суміші можна впливати на формування мікро- і макроструктури бетону і завдячуючи цьому збільшувати міцність гетерогенного бетону при ударних навантаженнях у різних умовах експлуатаційного середовища.  Представлено механізм організації структури бетонів, формування ВПР і технологічних тріщин, а також їх подальшу роль при ударному навантаженні – як експлуатаційні тріщини. Екстремальні роботи показали, що змінюючи форму, природу і кількість заповнювачів можна у достатньо широких межах виміряти механічні характеристики бетону і його опір.  Досліджено та проаналізовано характеристики бетону, який зберігається у нормованих умовах, воді, при високих температурах, при перемінному замороженні і розмерзанні, визначено міцність на стискування (*Rb*), розтягування (*Rp*), динамічний модуль пружності (*Ecmd*) і міцність при ударі *(EA*). Досліджені бетони виготовлено з двох типів заповнювача з їх різною кількістю в 1 м3, при змініW/C, піску, кількості цементу та умов експлуатації. Отримані експериментальні результати статистично достовірні. Основні кореляційні залежності встановлені за допомогою штучних нейтронних сіток. На основі експериментально-теоретичних досліджень розроблені вказівки для практичного застосування при виготовленні конструкцій, які під час експлуатації перебувають під ударними навантаженнями при одночасній зміні вологості та температури. | |
| |  | | --- | | 1. Проведені дослідження показали, що за рахунок управління макроструктурними параметрами бетонів як грубогетерогенних матеріалів, можна підвищувати стійкість бетонів при ударних навантаженнях у різних умовах впливу середовища експлуатації.  2. Проведений аналіз механізмів організації структури бетонів, як грубо гетерогенних матеріалів, і експериментальні дослідження дозволяють підсумувати, що у результаті взаємодії твердіючого матричного матеріалу з поверхнею заповнювачів формуються локальні і інтегральні поля залишкових деформацій, зароджуються і розвиваються технологічні тріщини та внутрішні поверхні розділу з визначеним характером розподілу. Це дозволило запропонувати модель макроструктури бетону, в якій технологічні тріщини та ВПР представлені як об’єктивні структурні параметри, які, поряд з іншими характеристиками структури, необхідно враховувати для призначення складу бетону у залежності від конкретних умов експлуатації конструкції.  3. Аналіз впливу таких параметрів структури, як внутрішні поверхні розділу і технологічні тріщини, дозволив встановити, що на початковому етапі розвитку тріщини, викликаному імпульсним навантаженням, вона не “чутлива” до структурних особливостей матеріалу. По мірі її підростання, частина енергії розсіюється (дисипатує), і тріщина, викликана ударом починає взаємодіяти з елементами структури гетерогенного матеріалу з затримкою на ВПР, заповнювачах та берегах тріщин. При цьому ВПР сприймають та перерозподіляють енергію ударної хвилі, що приводить до підростання технологічних тріщин з переводом їх в ранг тріщин експлуатації та до зміни, тим самим, загальної пошкодженості матеріалу. Здатність сприймати та перерозподіляти ударні навантаження залежить від початкового розподілу ВПР та технологічних тріщин, які, в свою чергу, залежать від геометричних характеристик макроструктури (якісного та кількісного складів заповнювачів) та властивостей матричного матеріалу (кількості цементу і W/C).  4. Проведені експериментальні дослідження підтвердили, що за рахунок зміни характеристик макроструктури бетонів, в нашому випадку за рахунок зміни кількості заповнювачів та форми їх зерен (гравій і щебінь), можна в досить широких значеннях міняти механічні властивості та опір бетону ударним навантаженням. Для підвищення опору бетону ударним навантаженням, більш ніж у 2 рази, необхідно забезпечити оптимальну відстань між окремими зернами заповнювача (в нашом випадку, гравію), при кількості цементу, не меншій від Ц 300 кг/м3 та W/C = 0,4...0,45. Експерименти показали, що ударна міцність бетонів більш “чутлива” до зміну якісного та кількісного вмісту заповнювачів, ніж міцність при стиску, розтягу та динамічний модуль пружності. Використання методу скінчених елементів дозволило отримати кількісні залежності розподілу напружень в елементах макроструктури бетону, що підтвердило основні якісні залежності запропонованих механізмів організації та руйнування структури.  5. Дослідження дозволили запропонувати для досліджень та інженерного застосування використання штучних нейлонових сіток для прогнозування ударної стійкості бетонів для конкретних конструкцій з урахуванням умов їх експлуатації. В умовах наших дослідів встановлюний кореляційний зв’язок між ударною міцністю та міцністю бетонів на розтяг і динамічним модулем пружності.  6. При оцінці опору бетону навантаженням, як показали, проведені дослідження, необхідно враховувати його вологісний стан. Досліди показали, що при тужавінні бетону у воді на протязі 28 та 90 діб і випробовуванні його у водонасиченому стані, міцність при ударі, в залежності від W/C, знижується більш інтенсивно, ніж міцність при стиску і динамічний модуль пружності. Так знижується на 30...80 %, в той час, як і знижуються тільки на 10...60 %. При цьому зміна коефіцієнтів розм’якшення складає для =0,85...0,62; = 0,87...0,78; = 0,87...0,76. Це дає змогу стверджувати, що бетони, насичені водою, більш чутливі до імпульсивних навантажень, ніж до статичних, що необхідно враховувати при проектуванні складів бетону для конструкцій, експлуатація яких передбачає підвищену вологість та ударні навантаження. Досліди показали, що для підвищення ударної стійкості бетонів, експлуатація яких передбачається в таких умовах, слід обмежувати водовміст сумішей в межах W/C = 0,40...0,45.  7. Дія високих (до Т = 400оС) та підвищених (до Т = 700оС) температур, як показали проведені дослідження, особливо негативно впливає на здатність бетону опиратись ударним навантаженням. В умовах наших досліджень при нагріванні до Т = 400оС міцність на удар знижується на 40 %, а при нагріванні до Т = 700оС – до 80 %. При цьому міцність при стиску і динамічний модуль пружності знижуються на 10...70%, відповідно. Аналіз отриманих результатів дозволив зробити висновок, що для бетонів, які експлуатуються при високих і підвищених температурах, слід вимогливіше відноситись до призначення заповнювачів, з врахуванням їх коефіцієнтів термічного розширення та спроможності окремих мінералів заповнювачів змінювати свої модифікації при дії температури.  8. Аналіз механізмів руйнування бетону при його багаторазовому заморожуванні і розморожуванні дозволив встановити, що ВПР і тех.нологічні тріщини є важливими параметрами структури, які в значній мірі визначають спроможність опору морозному руйнуванню. Насичення водою об’ємів технологічних тріщин супроводжує її розподіл по формам зв’язку в залежності від зміни ширини розкриття тріщин. Це викликає поетапну зміну її агрегатного стану і ініціює стрибкоподібне підростання тріщин, навіть при одному циклі заморожування. При цьому змінюється загальна пошкодженість матеріалу і, як показав проведений аналіз, може призвести до збільшення тріщин до критичного розміру. Утворення макротріщин, як початок процесу морозного руйнування, залежить від початкового характеру розподілу ВПР і технологічних тріщин, яке залежить від рецептурно-технологічних факторів. Це підтверджують дані по різкому зниженню міцності при ударі вже при перших циклах заморожування і розморожування. Мінімальна ударна міцність характерна для бетонів на щебені з підвищеними значеннями W/C. Використання заповнювачів у вигляді гравію підвищує, в умовах наших дослідів, морозостійкість бетонів в умовах ударного навантаження в 1,5...3 рази порівняно з бетоном на карбонатному щебені. Морозостійкість, оцінювана по зміні міцності при стиску і динамічному модулю пружності, в середньому в 2...5 рази вища порівняно з морозостійкістю, оцінюваною по зміні ударної міцності. Проведені дослідження дозволяють запропонувати прискорені методи оцінки морозостійкості будівельних матеріалів шляхом випробовування ударними навантаженнями в умовах багаторазового заморожування і розморожування. Проведені експериментально-теоретичні дослідження дозволили розробити вказівки по призначенню складів бетонів з підвищеною ударною стійкістю з врахуванням умов експлуатації, які впроваджені в Проектному Бюро „Inwestprojekt” у Любліні, а також в будівельних фірмах „Ekbud” та фабрика будинків. | |