

УДК 666.9:5192

ДОСЛІДЖЕННЯ ВТОМИ БЕТОНУ НА ВАПНЯНОМУ ПІСКУ

Кушнарьова Г.А., к.т.н.

Військова академія (м. Одеса, Україна),

Маковкіна Т.С.*

Одеська державна академія будівництва та архітектури (Україна)

Досліджено втоми міцності і деформативності бетонів на вапняному піску, що дає можливість застосовувати залізобетонні конструкції, виготовлені з місцевих матеріалів, які піддаються впливу циклічних навантажень.

Ключові слова: міцність, деформативність, втома, вапняний пісок, бетон.

Постановка проблеми. Залізобетонні конструкції, виготовлені з місцевих матеріалів, піддаються в процесі експлуатації дії багаторазово повторюваного навантаження, що вимагає оцінки їх втомної міцності і деформативності такого бетону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Роботи, які б розглядали дію циклічних навантажень на залізобетонні конструкції, виготовлених на вапняковому піску – мало. Основний нормативний документ, який визначає загальні вимоги до бетонних та залізобетонних конструкцій [3], не утримує рекомендацій по розрахунку втомної міцності конструкцій, які виготовлені із бетону на вапняковому піску.

Тому при розрахунку будівельних конструкцій, які виготовлені із бетону на вапняковому піску, необхідно враховувати втомну міцність та деформативність такого бетону.

Формулювання цілей статті. Дослідження втомності та деформативності властивостей бетону на вапняковому піску при осьовому стисканні проводились в лабораторії залізобетонних конструкцій ОДАБА. Бетонні призми розмірами 150x150x600 мм та кубів ребром 150 мм випробували у віці одного року. При виготовленні бетону дослідних зразків застосовувався вапняковий пісок, одержаний з відходів каменедобування в Одеській області вапняків-черепашників з фракцією 0,5 мм. Міцність вихідної породи складає 0,8-1,5 МПа. Як крупний заповнювач використовувався гранітний щебінь фракції 5 ÷ 20 мм.

Зразки піддавали тепловій обробці по режиму: витримка після

* Науковий керівник – д.т.н., професор Сур'янінов М.Г.

бетонування 3-4 години, підняття температури – 3 години, ізотермічне прогрівання при $t=75-85^{\circ}\text{C}$ -1,5 години.

Призматична міцність бетону на вапняковому піску складає 17 МПа, початковий модуль пружності 18 МПа.

Основна частина. Більшість будівельних конструкцій, в тому числі підкранових балок, панелей покриття та перекриття, на які встановлюють різні вібраційні машини, знаходяться під дією багатоциклічних навантажень. Такі конструкції, які розраховані на дію статичних навантажень, випробовують дію циклічних навантажень, що потребує їх втомленої міцності[1].

В південних регіонах України недостатньо кварцового піску, який використовують для виготовлення залізобетонних конструкцій[2].

Тому особливу актуальність набуває використання відходів вапняків. Вапняковий пісок, який одержують дробленням та розсіюванням відходів каменепиління, по своїм механічним характеристикам, придатний для виготовлення бетону та конструкцій.

Необхідно одержати результати досліджень бетону на вапняковому піску.

Випробування були проведені на гідравлічному пресі з пульсатором при частоті навантаження 455 циклів на хвилину.

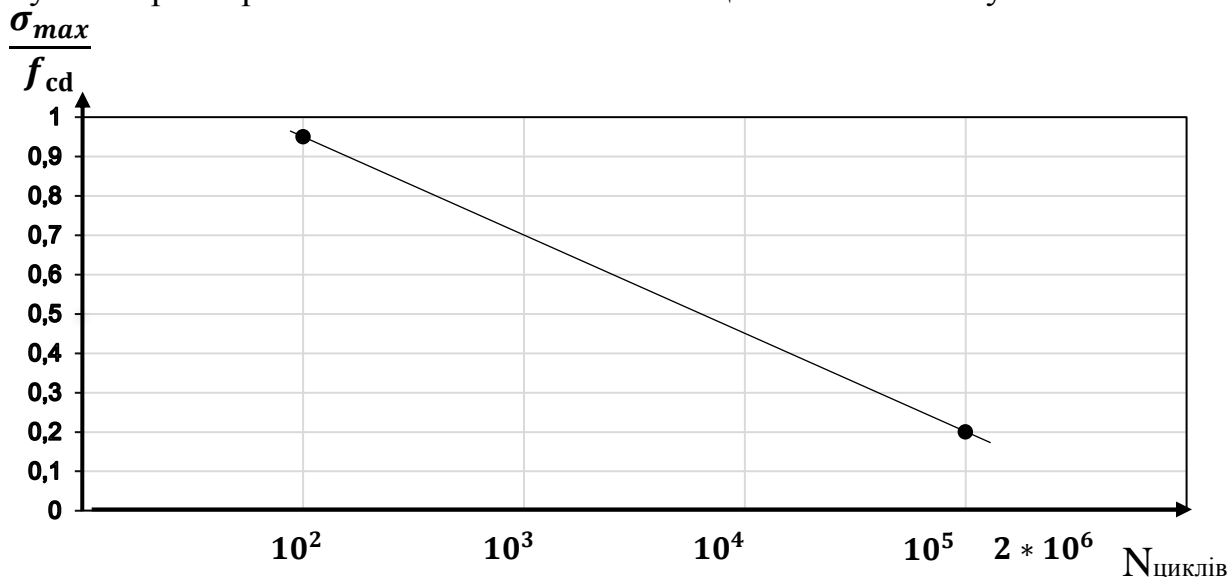


Рис.1. Залежність відносної межі витривалості бетону від кількості циклів, при $\rho=0,33$

На першому етапі задається напруження, що перевищує межу витривалості матеріалу зразку, тобто $\sigma = 0,9f_{cd}$, де f_{cd} - розрахунковий опір бетону на вапняковому піску. При цьому зразок зруйнувався за невелику кількість циклів N_1 . Навантаження на наступні призми поступово знижували (0,8; 0,7; 0,52; 0,46) f_{cd} .

Кожний, із менш навантажених зразків, витримував більшу кількість циклів до руйнування.

По результатам випробувань була встановлена залежність між відносним напруженням повторного навантаження та числом циклів (рис.1).

Безпосередньо із графіку випливає, що для бетону на вапняковому піску характерна лінійна залежність між $\frac{\sigma_{max}}{f_{cd}}$ та $\lg N$ в межах дослідження (від $N=1 \cdot 10^3$ до $N=2 \cdot 10^6$ циклів). Із збільшенням числа циклів спостерігалось зниження втотно міцності бетону. Встановлено, що границя витривалості бетону на вапняковому піску при коефіцієнті асиметрії циклу $\rho = 0,33$ складає $0,5f_{cd}$.

На основі аналізу залежності $\sigma = f(\varepsilon)$, побудованою на експериментальних даних, після прикладення статистичного та багатоциклічного навантаження, встановлено зміну деформативних властивостей бетону. На рис.2 приведено графік $\sigma = f(\varepsilon)$, одержаний при дослідженні призми із бетону на гранітному щебні та вапняковому піску (рис.2). На графіку можна прослідкувати зміну відносних повздовжніх деформацій в процесі пульсації.

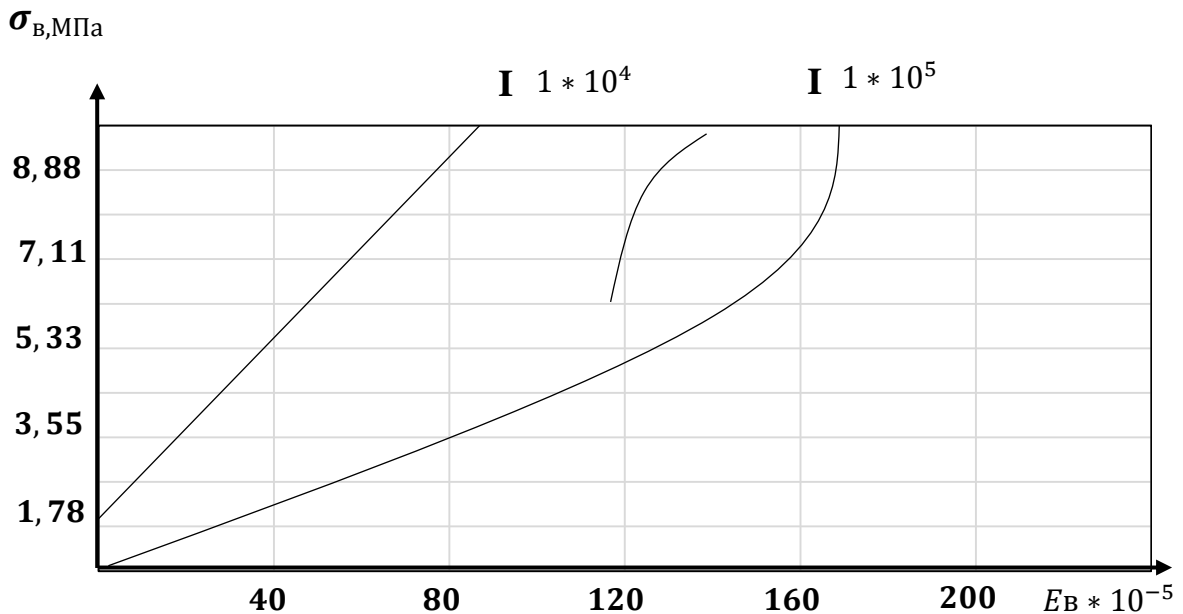


Рис.2. Діаграма стискання бетону на вапняковому піску при дії багатоциклічного навантаження при $\rho = 0,33$

При дослідженні витривалості бетону із вапнякового піску було встановлено, що при дії циклічного навантаження, яке перевищує границю витривалості, залежність «напруження – деформація» після відповідної кількості циклів вирівнюється, а при подальшому збільшенні кількості циклів N скривлюються в сторону осі деформацій. В процесі дослідження збільшуються повні деформації

бетону. З ростом числа циклів величина деформацій віброповзучості (залишкові деформації) зростають, при цьому це збільшення відчутно у початковий період навантаження та не має тенденцій до стабілізації при подальшому повторенні навантаження. Величина деформацій на базі $N = 2 \cdot 10^6$ циклів, при коефіцієнті асиметрії циклу $\rho = 0,33$ складає від 84,5% до 167% значень деформацій бетону, одержаних при першому статистичному навантаженні.

При дії циклічного навантаження виникає зниження початкового модуля пружності вапнякового бетону. В середньому, зниження початкового модуля складає від 50% до 60%.

Найбільш інтенсивне зниження цієї величини від 20% до 30% проходило в перші $10^4 - 10^5$ циклів повного навантаження. При порівнянні початкових модулів пружності бетону E_B на вапняковому піску, які приведені на (рис.3), можна зробити висновок, що степінь зниження E_B залежить від призматично міцності бетону. Чим нижча призматична міцність бетону, тим інтенсивніше проходить зниження величини E_B .

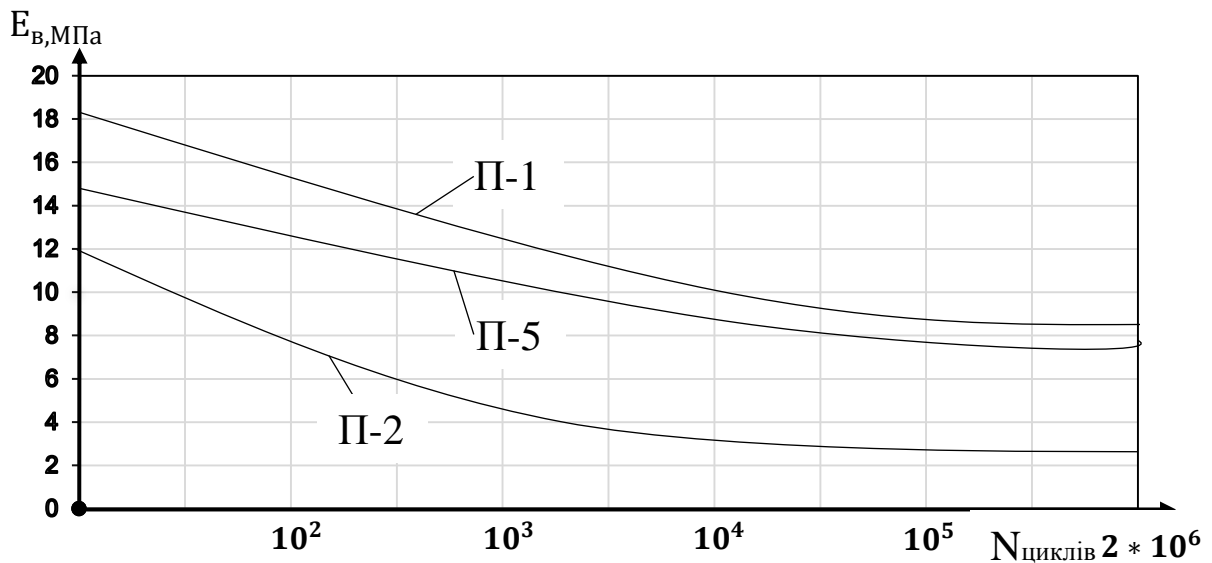


Рис.3. Залежність початкового модуля пружності бетону на вапняковому піску від кількості циклів при $\rho = 0,33$

Експериментально встановлено значення коефіцієнту переходу $k_b = \frac{E_{b,N}}{E_{b,I}}$ від модуля пружності бетону на вапняковому піску при багаторазовому навантаженні $E_{b,N}$ до початкового статичного модуля $E_{b,I}$. Для бетонних призм на вапняковому піску одержано значення k_b при навантаженні, яке складає 10% від руйнівного. Воно коливається в межах від 0,75 до 0,63. При 50% навантаження від руйнівної, значення цього коефіцієнта складається в середньому від 0,67 до 0,52.

Висновки. Відносна границя витривалості на базі $N = 2 \cdot 10^6$ циклів бетону на гранітному щебні та вапняному піску складає $0,5f_{cd}$.

При циклічному навантаженні виникає зменшення початкового модуля пружності бетону на вапняковому піску на 50-60%. Величина деформацій на базі $N=2 * 10^6$ циклів складає від 85,4 до 167% значень бетону, одержаного при статичному навантаженні.

Література

1. Кушнарєва Г.А. Несущая способность и расчет железобетонных балок на известняковом песке по наклонным сечениям при действии многократно повторяющихся нагрузок: дис. ... канд. техн. наук / Г.А. Кушнарєва. – Одесса, 1991. – 249 с.
2. Дорофеев В.С. Исследование изгибаемых элементов из мелкозернистого известнякового бетона при взаимодействии поперечных сил: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. тех. наук / В.С. Дорофеев. – Одесса, 1972. – 25 с.
3. ДБН В.1.2-2:2006 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования» Минстрой Украины – К.:Издательство «Сталь», 2006. – С. 60.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАЛОСТИ БЕТОНА НА ИЗВЕСТКОВОМ ПЕСКЕ

Кушнарєва Г.А., Маковкина Т.С.

Железобетонные конструкции, изготовленные из местных материалов, подвергаются в процессе эксплуатации воздействию многократно повторяющейся нагрузки, что требует оценки их усталостной прочности и деформативности такого бетона.

Ключевые слова: прочность, деформативность, усталость, известковый песок, бетон.

STUDY OF FATIGUE OF CONCRETE ON LIMESTONE SAND

Kushnareva G., Makovkina T.

Reinforced concrete structures made from local materials are subjected to repeated loads during operation, which requires an assessment of their fatigue strength and deformability of such concrete.

Key words: strength, deformability, fatigue, calcareous sand, concrete.