

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

10-ї Міжнародної науково-технічної конференції

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**



20-22 листопада 2024 року, м. Харків

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF RAILWAY TRANSPORT

**Тези доповідей 10-ої Міжнародної
науково-технічної конференції**

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

Abstracts of the 10th International Scientific and Technical Conference

**«RELIABILITY AND DURABILITY OF RAILWAY TRANSPORT
ENGINEERING STRUCTURES AND BUILDINGS»**

Харків 2024

Kharkiv 2024

10-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 20-22 листопада 2024 р.: Тези доповідей. - Харків: УкрДУЗТ, 2024. - 225 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та будівельної галузі за трьома напрямками: залізниці, автомобільні дороги, промисловий транспорт і геодезичне забезпечення; будівельні конструкції, будівлі та споруди; будівельні матеріали, захист і ремонт конструкцій та споруд.

10th International Scientific and Technical Conference "Reliability and durability of railway transport engineering structures and buildings" Kharkiv, November 20-22, 2024: Abstracts. - Kharkiv: UkrSURT, 2024. - 225 p.

The proceedings include abstracts of presentations by researchers from higher education institutions in Ukraine and other countries, as well as representatives of enterprises in the transport and construction industries. The topics are organized into three main areas: railways, highways, industrial transport, and geodetic support; building structures, buildings, and facilities; and construction materials, including the protection and repair of structures and facilities.

© Український державний університет залізничного транспорту, 2024

© Ukrainian State University of Railway Transport, 2024

[2] ДСТУ Б В.2.6-74:2008. Конструкції будинків і споруд. Ферми сталеві кроквяні з гнutoзварних профілів прямокутного перерізу. Київ, 2009. 33 с.

[3] Патент на корисну модель № 156643. Раціональна кроквяна сталева ферма / Шимановський О. В., Гоголь М. В., Сидорак Д. П., Гоголь М. М. (Україна), 2024.

УДК 624.012.35:620.173/174

ВИЗНАЧАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ДІАГРАМИ ДЕФОРМУВАННЯ СТИСНУТОГО БЕТОНУ ЗА ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

MAIN PARAMETERS OF THE DEFORMATION DIAGRAM OF COMPRESSED CONCRETE UNDER DYNAMIC LOADS

*канд. техн. наук О.В. Ромашко-Майструк¹,
д-р техн. наук В.М. Ромашко¹, М.О. Мамчур¹*

*¹Національний університет водного господарства та природокористування
(м. Рівне)*

*PhD. (Tech.), O.V. Romashko-Maistruk¹,
D. Sc. (Tech.), V.M. Romashko¹, M.O. Mamchur¹,*

¹National University of Water and Environmental Engineering (Rivne)

Визначальною особливістю деформаційних моделей є те, що в їх основу закладаються «повні» діаграми деформування бетону, отримані при випробуваннях стандартних призмових або циліндричних зразків статичним навантаженням зі сталою швидкістю його прикладання. Такі діаграми деформування стиснутого бетону проводять через опорні або характерні параметричні точки, визначені за певними (крайовими) граничними умовами. І тут важливо, щоб і вказані точки, і вищезазначені умови були універсальними та мали чіткий фізичний зміст. Тоді трансформування стандартної діаграми деформування стиснутого бетону $\sigma_c - \varepsilon_c$ при зміні швидкості деформування $\dot{\varepsilon}$ буде здійснюватися автоматично за уточненими характеристиками цих параметричних точок. Для бетонних та залізобетонних елементів і конструкцій, що проектуються на сприйняття динамічних навантажень і впливів будь-якої інтенсивності, це є особливо актуальним. У цьому випадку, щоб побудувати трансформовану діаграму деформування стиснутого бетону $\sigma_c - \varepsilon_c$, необхідно мати інформацію про: коефіцієнт динамічного зміцнення бетону (*DIF*), рівень його «граничної» деформативності та змінність модуля пружності.

Аналітичний взаємозв'язок між вищезгаданими статичними та динамічними характеристиками стиснутого бетону було встановлено за допомогою закону збереження питомої потенціальної енергії граничного деформування (руйнування) бетону незалежно від режиму його завантаження [1, 2]. В роботах [3, 4] він представлений функцією граничних значень коефіцієнта динамічного зміцнення стиснутого бетону

$$DIF_u = \frac{f_{ck,du}}{f_{ck}} = \sqrt{\frac{2 \cdot k}{(k-2)} \left[-\frac{1}{2} + \frac{(k-1)^2}{(k-2)} - \left(\frac{k-1}{k-2} \right)^2 \ln(k-1) \right]}, \quad (1)$$

де k - загально визнаний коефіцієнт пружно-пластичних властивостей бетону за дії статичних навантажень $k = E_{co} \cdot \varepsilon_{c1} / f_{ck}$.

В діапазоні швидкостей деформування стиснутого бетону $10^{-6} c^{-1} \leq \dot{\varepsilon} \leq 10^3 c^{-1}$ за допомогою методів числового аналізу було отримано аналітичну залежність коефіцієнта динамічного зміцнення стиснутого бетону у вигляді [3, 4]

$$DIF = f_{ck,d} / f_{ck} = DIF_u^{((1+\log(\dot{\varepsilon}/\dot{\varepsilon}_s))/9)^2} \quad \text{для} \quad \dot{\varepsilon} \geq 10^{-6} c^{-1}, \quad (2)$$

де $\dot{\varepsilon}$ - швидкість деформування стиснутого бетону за дії динамічних навантажень; $\dot{\varepsilon}_s$ - максимальна швидкість деформування стиснутого бетону за дії статичних (квазістатичних) навантажень, $\dot{\varepsilon}_s = 10^{-5} c^{-1}$.

Також за допомогою методів числового аналізу було встановлено взаємозв'язок між коефіцієнтами пружно-пластичності бетону за дії статичних k та динамічних k_d навантажень

$$k_d = 1 + (k-1) \cdot (\log(\dot{\varepsilon}_m / \dot{\varepsilon}) / 9) + k / 5 \cdot (9 - \log(\dot{\varepsilon}_m / \dot{\varepsilon})) \cdot (\log(\dot{\varepsilon}_m / \dot{\varepsilon}) / 18)^2, \quad (3)$$

де $\dot{\varepsilon}_m$ - швидкість деформування стиснутого бетону за дії миттєвого динамічного навантаження, обмежена величиною $\dot{\varepsilon}_m = 10^3 c^{-1}$.

Водночас, зазначені коефіцієнти було пов'язано між собою за допомогою початкового модуля пружності бетону

$$k_d = E_{co} \cdot \varepsilon_{c1,d} / f_{ck,d} = k \cdot f_{ck} / \varepsilon_{c1} \cdot \varepsilon_{c1,d} / f_{ck,d}, \quad (4)$$

що дозволило доволі просто прогнозувати рівень деформативності стиснутого бетону за дії динамічних навантажень

$$\varepsilon_{c1,d} / \varepsilon_{c1} = DIF \cdot k_d / k. \quad (5)$$

Щодо зростання модуля пружності бетону за дії динамічних навантажень $E_{c,d}$, то потреба у його розгляді взагалі відпадає, оскільки пропонується методика розрахунку залізобетонних елементів і конструкцій [5] базується на використанні січного модуля деформацій бетону, пов'язаного з його початковим значенням, тобто з початковим модулем пружності бетону E_{co} .

Таким чином, визначальні параметричні точки діаграми деформування стиснутого бетону $\sigma_c - \varepsilon_c$ пов'язано не лише зі швидкістю деформування стиснутого бетону $\dot{\varepsilon}$, але й із загально визначеним коефіцієнтом його пружно-пластичності за стандартизованих статичних випробувань – $k = E_{co} \cdot \varepsilon_{c1} / f_{ck}$. Інакше кажучи, все це дозволяє прогнозувати не тільки міцність $f_{ck,d}$ та критичні деформації $\varepsilon_{c1,d}$ стиснутого бетону за будь-якої швидкості його деформування, але й доволі просто моделювати діаграму деформування стиснутого бетону за дії динамічних навантажень різної інтенсивності.

- [1] Romashko V. M. and Romashko O. V. Energy resource of reinforced concrete elements and structures for the deformation-force model of their deformation. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2019. Vol. 708. 012068.
- [2] Ромашко В.М., Ромашко-Майструк О.В. Модель та методика розрахунку ресурсу залізобетонних елементів і конструкцій. *Вісник ОДАБА: зб. наук. праць.* 2021. Вип. 84. С. 59-68.
- [3] Ромашко-Майструк О. В., Ромашко В. М. Основні особливості деформування бетону за дії динамічних навантажень. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ.* 2023. Вип. 205. С. 60-70.
- [4] Romashko-Maistruk O., Romashko V. Model of concrete deformation under the action of dynamic loads. *Procedia Structural Integrity.* 2024. Vol. 59. P. 352-359.
- [5] Ромашко В.М. Деформаційно-силова модель опору бетону і залізобетону: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.01. Львів, 2018. 533 с.

УДК 624.078.7

АЛГОРИТМ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ АРМОВАНИХ БІБЕТОННИХ БАЛОК ПРЯМОКУТНОГО ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ

ALGORITHM FOR STUDYING THE STRESSED-STRAIN STATE OF REINFORCED BI-CONCRETE BEAMS WITH RECTANGULAR CROSS-SECTION

Д.Б. Романенко¹

¹*ВСП «Рубіжанський фаховий коледж» ДЗ «Луганський національний
університет імені Тараса Шевченка» (м. Миргород)*

D.B. Romanenko¹

¹*The Separated Structural Subdivision Rubizhne Professional College
of State Institution «Luhansk Taras Shevchenko National University» (Myrhorod)*

Постановка проблеми. В Україні поширене монолітне будівництво різноманітних об'єктів з використанням залізобетону [1]. Скороченням витрати цементу при цьому можливе за рахунок застосування в розтягнутій зоні згинаних елементів бетону нижчого класу. Цей показник буде ще вищим при виконанні великопротітних балок зі значною висотою поперечного перерізу. На даний час багато робіт присвячено вивченню комбінованих балок після підсилення [2]. Але у той же час, питання нових комбінованих (бібетонних)