

ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ. РОЗРАХУНКОВІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто різні види ідеалізації поведінки перекриттів каркасних будинків: лінійне, пружне, пластичне, нелінійне. Описано стадії напружено-деформованого стану збірно-монолітного перекриття з попередньо-напруженими залізобетонними елементами незнімної опалубки. Побудована система дозвільних рівнянь для розрахункової деформаційної моделі на стадії вичерпання міцності. Для отримання аналітичних залежностей, що описують діаграми деформування бетону при неоднорідному стискуванні і розтягуванні, прийняті енергетичні критерії руйнування бетону при стисненні і розтягуванні. також виконано облік процесу повзучості бетону при тривалому завантаженні за допомогою поліноміальної функції Лагранжа, що проходить через задані точки на діаграмі короточасного деформування бетону при неоднорідному стискуванні.

Ключові слова:

Збірно-монолітне перекриття, залізобетонний елемент незнімної опалубки, напружено-деформований стан перерізу, нелінійна деформаційна модель, повзучість

Abstract

The main idea of the article is to identify the most profitable option of sound insulation of enclosing structures, based on the analysis of the calculated indices of airborne noise insulation for walls and partitions from aerated concrete blocks, as well as the analysis of calculated indices of airborne noise insulation for walls and partitions. .

Keywords:

Comfort of stay, sound insulation, insulation, aeration, microclimate, settlement territory

Вступ

Визначення напруженнодеформованого стану конструкції плоского безбалковими перекриття, як для тонкої прямокутної пружної пластинки постійної товщини, проводиться на основі технічної теорії згину, приймаючи допущення про недеформіруемое нормалі до серединної площини при її повороті в результаті вигину і відсутності нормальних напружень на майданчиках, паралельних серединної площини (гіпотези Кирхгофа). Точне рішення для невеликого числа простих завдань можна отримати, визначивши функцію прогинів пластинки $\omega(x, y)$, шляхом інтегрування бігармонічного рівняння рівноваги згинається пластинки в переміщеннях, так зване рівняння Софі ЖерменЛагранжа, при заданому розподілі поперечної навантаження $q(x, y)$ і граничних умовах на контурі [1, 2, 3, 4]:

$$\frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \omega}{\partial y^4} = \frac{q(x, y)}{D}, \quad (1)$$

де D - циліндрична жорсткість пластинки.

Після цього можуть бути обчислені зусилля в перетинах, виражені через прогин пластинки, і напруги, виражені через інтенсивності відповідних моментів:

$$M_x = -D \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right), \quad (2)$$

$$M_y = -D \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \right); \quad (3)$$

$$M_{x,y} = M_{y,x} = -D(1-\nu) \frac{\partial^2 \omega}{\partial x \partial y} \quad (4)$$

$$\sigma_x = \frac{12z}{h^3} M_x; \quad \sigma_y = \frac{12z}{h^3} M_y; \quad \tau_{x,y} = \frac{12z}{h^3} M_{x,y} \quad (5)$$

де ν - коефіцієнт Пуассона.

Для складних схем перекриття через неможливість вирішення точними аналітичними методами в явному вигляді в інженерній практиці використовують наближені варіаційні методи розрахунку: Ритца-Тимошенко, Бубнова, Галеркіна, Конторовича-Власова і чисельні методи: метод кінцевих різниць (метод сіток) і найбільш популярний завдяки широкому розповсюдженню автоматизованого проектування будівельних конструкцій з використанням дискретних розрахункових моделей - метод кінцевих елементів.

Наближене рішення безбалковими перекриття каркасного будинку з регулярною сіткою колон під дією рівномірно розподіленого навантаження дано Б.Г. Гальоркіна [2] і зводиться до задачі про вигин однієї прямокутної панелі, опертої в вершинах, на достатньому віддаленні від країв пружною пластинки.

Українськими і європейськими нормами проектування [5, 6] визначення дійсного розподілу зусиль в таких плитах допускається проводити як для пружних систем методом замінують (еквівалентних) рам, або з урахуванням пластичних деформацій – методом граничної рівноваги. При цьому для збірномонолітного перекриття розрахунок необхідно виробляти двічі: до і після придбання бетоном замонолічування заданої міцності, з урахуванням різного зниження жорсткості внаслідок повзучості збірного і монолітного шарів перекриття.

Закон розподілу напружень по висоті перетину без тріщин при пружному розрахунку відповідно до формул (1) - (5) лінійний і не дає правильної оцінки роботи перекриття (рис. 1).

Розрахунок виконується з великим запасом міцності, не дозволяючи виявити і реалізувати резерви конструкції.

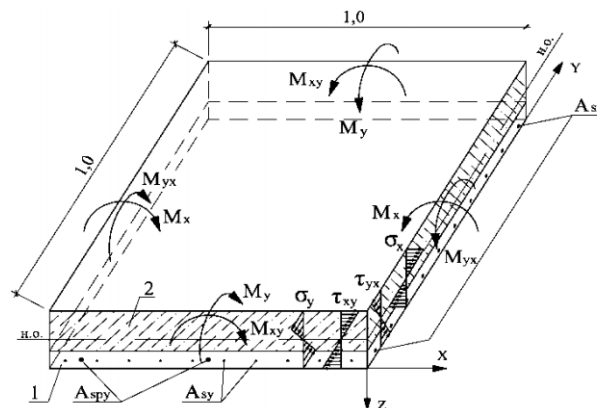


Рис.1 Схема зусиль і розподілу напруг у виділеному елементі збірно-монолітного перекриття для лінійно-пружної моделі 1 - попередньо-напружений елемент незнімної опалубки; 2 - монолітний бетон

Для обліку складного характеру перерозподілу напружень між бетоном і арматурою-рй в реальних умовах роботи конструкції, викликаного проявом непружних деформацій цих матеріалів (фізичної нелінійності), історії її завантаження, зменшення жорсткості перерізу внаслідок втрати попереднього напруження і утворення тріщин, віку бетону, нерівно-вєстность деформування необхідний розрахунок по нелінійної деформаційної моделі.

Основна частина

В даний час є значна кількість діаграм стану бетону, що визначають зв'язок між напруженнями і відносними деформаціями у вигляді експоненційної залежності, полиномов, статечних, дрібних і інших функцій [7, 8, 9, 10]. Робоча прийнята діаграма бетону при неоднорідному стискуванні і розтягуванні, отримана шляхом трансформування еталонних діаграм на основі використання енергетичних співвідношень [11, 12]. Її застосування дозволяє встановити вид епюри розподілу нормальних напруг в поперечному перерізі згинаного елемента в умовах неоднорідного деформування, що відповідає фактичному характеру роботи. Для зниження кількості обчислювальних операцій, необхідних для опису напружено-деформованого стану перерізу з урахуванням повзучості бетону, використовується метод, заснований на представленні функції напружень в вигляді полінома Лагранжа. поперечні зв'язку збірної елемента і монолітного бетону за контактним швом вважаються абсолютно жорсткими.

Розглянемо послідовно можливі варіанти напруженнодеформованого стану перетину Сборно-монолітна перекриття з попередніми напругою залізобетонних елементів незнімної опалубки на різних стадіях його роботи. Технічний опис конструктивного рішення перекриття наведено в [13, 14]. На стадії придбання бетоном замонолічування заданої міцності в залежності від величини навантаження від його маси і кроку монтажних елементів опорної конструкції бетон і арматура елемента незнімної опалубки працюють пружно (Рис. 2, а), або з розвитком непружних деформацій в арматурі розтягнутої зони і початком процесу погашення попереднього напруження (рис. 2, б). Після придбання бетоном омонолічування заданої міцності і додатки експлуатаційних навантажень при повністю розтягнутому перерізі елемента незнімної опалубки можливі два варіанти початку тріщиноутворення: в самому елементі опалубки (рис. 2, в) або в розтягнутій зоні монолітного бетону при його відносно низьких значеннях опору розтягуванню в порівнянні з збірним бетоном (рис. 2, г). Епюра напружень двозначна з характерним стрибком в зоні контактного шва. Стадія вичерпання міцності характеризується повним погашенням попереднього напруги з утворенням наскрізних тріщин в елементі незнімної опалубки і тріщин невеликої інтенсивності в розтягнутій зоні монолітного бетону, досягненням напружень в стислому бетоні значень тимчасового опору стисненню (рис. 2, д).

Виконаємо побудову розрахункової фізичної моделі нормального перетину на стадії вичерпання міцності. Для цієї моделі два рівняння рівноваги внутрішніх і зовнішніх сил мають вигляд:

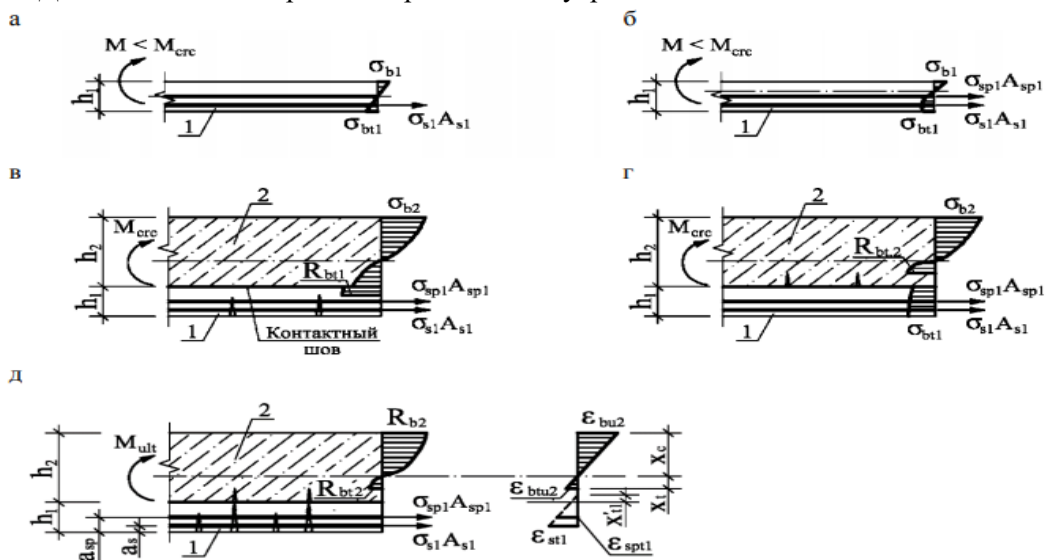


Рис.2 Схема розподілу напружень і деформацій в нормальному перетині збірно-монолітного перекриття для нелінійної моделі: а, б - стадія придбання бетоном замонолічування міцності; в, г, д - стадія експлуатації; 1 - попередньо-напружений елемент незнімної опалубки; 2 - монолітний бетон

Висновок

Побудована система дозвільних рівнянь для розрахунку міцності нормальних перетинів прогонових зон збірно-монолітного перекриття каркасного будинку (без установки додаткового армування в шарі монолітного бетону) по нелінійній деформаційній моделі на основі діаграм стану бетону при неоднорідному стискуванні і розтягуванні, гіпотези плоских перетинів і гіпотези про збіг нейтральних осей деформації і напружень. Критерієм міцності є досягнення граничних відносних деформацій в бетоні стиснутої зони або арматурі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вайнберг Д.В., Вайнберг Е.Д. розрахунок пластин. Київ: Будівельник, 1970. 436 с.
2. Погорелов В.І. Будівельна механіка тонкостінних конструкцій. СПб.: БХВПетербург, 2007. 528 с.
3. Алмазов В.О. проектування залізобетонних конструкцій по Євронорми. - М.: Изд-во АСВ, 2011. 216 с.
4. Кодиш Е.Н., Нікітін І.К., Трекіно М.М. Розрахунок залізобетонних конструкцій з важкого бетону по міцності, тріщиностійкості та деформацій. М.: Изд-во АСВ, 2010. 352 с.
5. Беглов А.Д., Санжаровский Р.С. теорія розрахунку залізобетонних конструкцій на міцність і стійкість. сучасні норми і Євростандарти. М.: Изд-во АСВ, 2006. 221 с.
6. Карпенко Н.І. Загальні моделі механіки залізобетону. М.: Стройиздат, 1996. 416 с.
7. Бондаренко В.М., Колчунов В.І. Розрахункові моделі силового опору залізобетону. М.: Изд-во АСВ, 2004. 472 с.
8. Міцність і деформативність залізобетонних конструкцій при запроектних впливах / Г.А. Геніїв [и др.]. М.: Изд-во АСВ, 2004. 216 с.
9. Нікулін А.І. До уточнення величин граничних відносних деформацій бетону в стислій зоні зігнутих залізобетонних елементів // Промислове та цивільне будівництво. 2014. №8. С. 12-15

Танчук Олександр Іванович — студент, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця,

Науковий керівник: Андрухов Валерій Михайлович – к.т.н., доцент кафедри ПЩБ, член-кореспондент академії будівництва України, заст. завідувача кафедри, очолює роботу СПКБ «ВІННИЦЯ-XXI».

Tanchuk Alexander — student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university, Vinnytsya city, boretskyiVL@vmr.gov.ua

Supervisor: Andrukhov Valery Ph.D., Associate Professor, PCB Chair, Corresponding Member of the Academy of Civil Engineering of Ukraine, Assist. Head of the department, heads the work of SPKB "VINNYTSYA-XXI".