

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Журавського Олександра Дмитровича «Міцність, тріщиностійкість та деформації залізобетонних плит при складних навантаженнях»,
представлену в спеціалізовану вчену раду Д 26.056.04 при Київському національному університеті будівництва та архітектури на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди

Актуальність роботи.

Залізобетонні конструкції найбільш широко використовуються в практиці житлового, цивільного та промислового будівництва. Ефективність (економічність) використання конструкцій значною мірою залежать від впровадження нових матеріалів, конструкцій та технологій зведення. Сучасні матеріали і технології дозволяють розробляти нові конструктивні рішення будівель та споруд, зменшувати тривалість їх зведення, знижувати трудовитрати на будівельні роботи, а також продовжують тривалість експлуатації будівель і споруд. Підвищуючи міцність бетону та арматури удається отримати суттєвий економічний ефект, однак в цьому разі на перший план виходить проблема забезпечення необхідної тріщиностійкості та жорсткості залізобетонних конструкцій. Основними шляхами зменшення власної ваги і підвищення тріщиностійкості і жорсткості залізобетонних конструкцій є попереднє напруження арматури в конструкціях та введення до його складу різних композитних домішок (фібри). Залізобетонні плити, що працюють в двох напрямках є ефективними та економічними. Однак, широке впровадження тонких попередньо напружених плит перекриття та покриття з попереднім напруженням арматури (в одному чи в обох напрямках) та сталеву фіброю, стримується через недостатню глибину вивчення роботи таких конструкцій та обґрунтованих рекомендацій щодо визначення їх несучої здатності, тріщиностійкості та деформативності.

Виходячи з цього, дисертація, що розглядається, є актуальною як з наукової, так і з практичної точки зору.

Зв'язок роботи з науковими програмами і планами, темами.

Отримані здобувачем результати відповідають актуальному напряму науковотехнічної політики України відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 23.05.2011р. №547 «Про затвердження Порядку застосування будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу». Дослідження виконані в межах науково-дослідної роботи «Удосконалення залізобетонних та кам'яних будівельних конструкцій». У даній темі автором була розроблена методика розрахунку

сталефібробетонних (СФБ) плит з двовісно попередньо напруженою арматурою з урахуванням дійсного напруженого стану.

Мета роботи – дослідження, узагальнення і уточнення методу розрахунку несучої здатності, тріщиностійкості та прогинів двовісно попередньо-напружених сталевібробетонних плит при поперечних навантаженнях на основі деформаційної моделі. Розробки методики розрахунку несучої здатності, тріщиностійкості та прогинів двохосно попередньо напружених СФБ плит при поперечних навантаженнях.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що автором *вперше* виявлено нові закономірності деформування, утворення тріщин та руйнування двовісно попередньо-напружених сталевібробетонних плит при поперечному згині; розроблена модель розрахунку несучої здатності, тріщиностійкості та прогинів двовісно попередньо-напружених СФБ плит; встановлені закономірності прояву деформацій повзучості СФБ та отримані залежності для визначення цих деформацій; розроблена методика визначення втрат попереднього напруження; створена загальна модель розрахунку несучої здатності, тріщиностійкості та прогинів комбіновано армованих згинальних елементів. *Вдосконалено* залежності для визначення НДС для СФБ з попередньо-напруженою арматурою; визначення параметрів швидкоплинної та тривалої повзучості СФБ у нелінійній постановці; методику експериментальних досліджень деформацій повзучості та усадки; аналітичні залежності для визначення втрат напружень в умовах двовісного стиску.

Практичне значення роботи полягає в розробці інженерної методики урахування втрат попереднього напруження в арматурі двовісно попередньо-напружених СФБ плит, викликаних усадкою та повзучістю (в тому числі, швидкоплинною); в розробці методики розрахунку несучої здатності та тріщиностійкості збірних залізобетонних плит.

Результати наукових досліджень, отриманих у дисертації, були **впроваджені** в практику будівництва при проєктуванні ряду об'єктів, в норми проєктування та в початковий процес закладу вищої освіти.

Ступінь обґрунтованості та достовірності отриманих в роботі результатів підтверджується використанням апробованих програмних комплексів, загальноприйнятих або обґрунтованих передумов розрахунку. Результати роботи пройшли всебічну апробацію і широко обговорювались на міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях.

Апробація результатів роботи.

Основні положення дисертаційної роботи доповідались автором та обговорювались на конференціях, форумах та семінарах різного рівня.

Особистий внесок здобувача полягає в тому, що усі викладені у дисертаційній роботі ідеї, наукові розробки та положення отримані автором

самостійно. В проведених спільно з іншими авторами наукових дослідженнях автор розробляв загальну програму і методологію досліджень, здійснював наукове керівництво та приймав безпосередню участь в експериментальних і теоретичних дослідженнях, аналізував та узагальнював отримані результати. В роботах, опублікованих у співавторстві, особистий вклад здобувача полягає у формулюванні задач наукових досліджень, в науковому обґрунтуванні та розробці методів та способів їх розв'язання, а також у керівництві роботами, пов'язаними з використанням на практиці результатів досліджень.

Дисертація не містить матеріалів кандидатської дисертаційної роботи автора.

Повнота викладу положень дисертації в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані у 60 наукових працях, у тому числі: 30 статей – у наукових фахових виданнях України, 7 статей в закордонних фахових виданнях та у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз, 6 статей у періодичних виданнях інших держав, 7 статей у виданнях, які додатково відображають матеріали дисертації. Аналіз публікацій Журавського О.Д. свідчить, що вони всебічно і достатньо повно висвітлюють наукові положення та висновки, що містяться в дисертації.

Важливість отриманих результатів дисертації. Результати, отримані автором в теоретичних та експериментальних дослідженнях, дали можливість оцінити напружено-деформований стан залізобетонних плит, армованих сталевими фібрами та попередньо напружених в двох напрямках.

У результаті проведених досліджень встановлено міру впливу різних факторів на несучу здатність, тріщиностійкість та деформативність попередньо напружених плит і розроблено метод оцінювання цих основних показників експлуатаційної придатності конструкцій.

Використання отриманих результатів в практиці проектування дозволить забезпечити необхідну несучу здатність, деформативність та тріщиностійкість конструкцій та забезпечити довговічність і надійність будівель.

Рекомендації щодо використання результатів дисертації. Пропозиції, розроблені здобувачем на підставі проведених досліджень, пропонується використовувати при розробці нормативних документів щодо проектування залізобетонних конструкцій, в проектних організаціях при проектуванні будівель, а також в навчальному процесі у ЗВО.

Оцінка змісту дисертації. Представлена на відгук дисертація складається зі вступу, 6 розділів, основних висновків, списку використаних джерел (298 найменувань), двох додатків.

Робота викладена на 327 сторінках, 33 сторінки списку використаних джерел, 133 рисунка, 46 таблиць.

Тема та зміст роботи відповідають вимогам, що відносяться до спеціальності 05.23.01 – Будівельні конструкції, будівлі та споруди.

У *вступі* (12 сторінок) наведена загальна характеристика дисертації. Автором обґрунтовано актуальність роботи, сформульовані мета і задачі досліджень, визначений об'єкт, предмет і методи досліджень, наведені отримана наукова новизна, особистий внесок здобувача і практична цінність, які в повній мірі задовольняють вимогам, що висуваються до докторських дисертацій.

В *першому розділі* (48 сторінок) розглянуто і проаналізовано ефективні залізобетонні плити, попередньо-напружені у двох напрямках. У сучасному будівництві такі плитні елементи все більше використовують в будівлях і спорудах, в дорожньому будівництві (покриття доріг, мости та шляхопроводи, тунелі) тощо. Наведено аналіз робіт учених, які досліджували роботу плитних залізобетонних елементів та внесли вклад в створення методів їх розрахунку.

На основі виконаного аналізу сучасної науково-технічної літератури сформульовано мету та завдання дослідження.

В *другому розділі* (53 сторінки) розглянуто характеристики міцності та деформативності сталевібробетону. Наведено огляд існуючих досліджень міцності цього матеріалу. Розглянуто існуючі дослідження усадки і повзучості бетону та сталевібробетону при одновісному та двовісному стиску. Для побудови теоретичних діаграм « σ - ε » при стиску сталевібробетонних призм була використана залежність ДБН.

Для визначення деформацій повзучості бетону при одновісному стиску були виготовлені призми розміром 75×75×400 мм, а при двовісному стиску – плити розміром 40×300×300 мм.

Для визначення деформацій повзучості сталевібробетону в умовах двовісного стиску використана модель ортотропного тіла з осями ортотропії, що збігаються з напрямками головних напружень.

Отримані експериментальні графіки зміни деформацій в досліджуваних конструкціях з часом.

В *третьому розділі* (34 сторінки) наведені результати експериментальних та теоретичних досліджень втрат попереднього напруження в двовісно попередньо-напружених зразках-плитах, викликаних пружно-миттєвими деформаціями сталевібробетону та деформаціями усадки та повзучості СФБ.

Дослідження виконувались на плитах розміром 40×800×800 мм з попередньо напруженою арматурою $\varnothing 5$ Вр-II в одному та двох напрямках.

У результаті проведених експериментальних досліджень отримані сумарні пружно-миттєві деформації і деформації повзучості попередньо напружених сталевібробетонних плит, а також усадочні деформації сталевібробетонних плит без попереднього напруження, встановлені

напруження та відносні деформації розтягу в арматурних стержнях дослідних СФБ плитах перед випробуванням їх на дію поперечного навантаження.

У четвертому розділі (45 сторінок) описано виконані експериментально-теоретичні дослідження несучої здатності і тріщиностійкості двовісно попередньо-напружених плит при дії поперечного навантаження та бокового обтиску. За критерій вичерпання несучої здатності за нормальним перерізом СФБ елемента приймається руйнування його при досягненні фібровими деформацій граничних значень $\varepsilon_{cfu} = -2 f_{cfu} / E_{cf}$.

Випробування дослідних зразків здійснювалось на силовому стенді. При випробуванні вимірювались деформації СФБ на нижній та верхній поверхнях плит за допомогою тензодатчиків. Також вимірювались прогини плит в центрі плити та деформації опор за допомогою індикаторів. Під час дослідження було встановлено зусилля тріщиноутворення та руйнуюче зусилля попередньо-напружених сталевібробетонних плит та плит без попереднього напруження.

Результати експериментальних досліджень свідчать, що попереднє напруження суттєво впливає на величину тріщиностійкості плит. Також, спостерігається зменшення тріщиностійкості при зростанні інтенсивності обтиску бетону попередньо-напруженою арматурою.

У п'ятому розділі (28 сторінок) наведені експериментально-теоретичні дослідження прогинів двовісно попередньо-напружених сталевібробетонних плит при поперечних навантаженнях. Для розрахунку прогинів дослідних зразків-плит використовувалася нелінійна розрахункова модель.

У шостому розділі (32 сторінки) запропоновано загальний алгоритм розрахунку згинальних елементів прямокутного перерізу, армованих звичайною та попередньо-напруженою арматурою, а також сталюю фіброю.

Розрахунок виконується покроково для кожного значення відносних деформацій в стиснутій зоні перерізу, яке послідовно збільшується на величину $\Delta\varepsilon$.

Наведені приклади реалізації запропонованої розрахункової моделі при проектуванні аеродромних та дорожніх плит.

У загальних висновках (3 сторінки) викладені основні результати роботи.

Автореферат повністю висвітлює основні положення, що викладені в дисертації.

За роботою в цілому слід висловити наступні **зауваження та побажання**:

1. «Міцність» є характеристикою матеріалу, відносно конструкцій слід вживати термін «несуча здатність» (назва роботи, с. 1 і далі за текстом).

2. В дисертації досить багато русизмів, як то: «діючі норми» замість «чинні норми», «проект» замість «проект», «у відповідності» замість «відповідно до», «являють» замість «є», «упругопластические» замість

«пружнопластичні», «облік» замість «врахування» тощо, а також є граматичні помилки.

3. Об'єктом дослідження має бути процес або явище (с. 37).

4. Результатом наукової роботи є нові знання, «методика» та «рекомендації» (с. 35) не можуть бути науковою новизною.

5. Обсяг першого розділу дещо завищений (48 сторінок).

6. Елементи огляду літератури спостерігаються не лише в 1 розділі, але і в інших розділах.

7. В огляді досліджень (розділ 1) відсутні дані про фібробетон, а у висновках за розділом (с. 89, 90) є висновки щодо таких конструкцій.

8. В кінці розділу 1 (с. 90) відсутні задачі досліджень.

9. Слід було навести статистичні характеристики співпадання теоретичних і експериментальних значень (с.136, с.142, с.143, с. 167, с. 221, с. 240 тощо).

10. Для того, щоб говорити про статистично обґрунтовані експериментальні дані, слід було виконати планування експерименту.

11. Частина графіків (с. 158-160 і далі за текстом) слід було перенести в додатки, а в тексті дисертації навести лише характерні.

12. В роботі досліджувалися моделі плит доволі малих розмірів. З метою використання отриманих результатів для реальних конструкцій слід було обґрунтувати масштабні коефіцієнти.

13. Текст на с. 238-239 слід звести в таблицю.

14. На графіках (рис. 5.11-5.18) відсутні експериментальні значення (точки).

15. В роботі розглядається робота залізобетонного елемента при двовісному навантаженні, а крива деформування бетону (фібробетону) прийнята для випадку одновісного стиску. Слід було обґрунтувати можливість такого використання.

16. В дисертаційній роботі поставлено 7 завдань, а загальних висновків – 13.

17. В загальних висновках (с.283) слід навести основні отримані результати, а не перераховувати що зроблено.

Висновки про відповідність роботи встановленим вимогам

Міністерства освіти і науки України

Дисертаційна робота Журавського Олександра Дмитровича «Міцність, тріщиностійкість та деформації залізобетонних плит при складних навантаженнях» є завершеною науковою працею, яка відповідає вимогам п. 9, 10, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою

Кабінету Міністрів України, містить раніше не захищені наукові положення та отримані автором нові обґрунтовані теоретичні і експериментальні результати в частині оцінювання несучої здатності, тріщиностійкості та деформативності попередньо напружених залізофібробетонних плит, завантажених в двох напрямках. В дисертації розроблено і адаптовано до практичного використання комплексний метод визначення указаних показників експлуатаційної придатності, що базується на деформаційній моделі та основних положеннях чинних норм. Робота має актуальність, новизну і практичне значення та відповідає паспорту спеціальності 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди. Результати роботи достовірні.

Висловлені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи, а лише підкреслюють її багатогранність, складність узагальнення результатів виконаних теоретичних і експериментальних досліджень.

Враховуючи висловлене, вважаю, що дисертаційна робота на тему: «Міцність, тріщиностійкість та деформації залізобетонних плит при складних навантаженнях» відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України до докторських дисертацій, а її автор, Журавський Олександр Дмитрович, за розробку й адаптацію до практичного використання комплексного методу визначення несучої здатності, тріщиностійкості та деформативності попередньо напружених залізобетонних плит з армуванням сталевую фіброю, що працюють в двох напрямках, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди.

Офіційний опонент, доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри Залізобетонних конструкцій та транспортних споруд Одеської державної академії будівництва та архітектури



Євгеній КЛИМЕНКО

8.04.2024р.

Підпис д.т.н., професора Клименка Є.В. завіряю:

проректор з наукової роботи



Сергій КРОВЯКОВ