

Харківська державна академія
залізничного транспорту

Касем Насер Жамаль

УДК 624.012.46

Просторова робота залізобетонних
монолітних ребристих перекритть

Спеціальність 05.23.01 - будівельні конструкції,
будівлі та споруди

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2000

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Сумському державному аграрному університеті Міністерства аграрної політики України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Фомиця Леонід Миколайович,
Сумський державний аграрний
університет, завідувач кафедри
будівельних конструкцій.

Офіційні опоненти:

- доктор технічних наук, професор

Шмуклер Валерій Самуїлович,

професор кафедри будівельних

кострукцій Харківської

державної академії міського господарства;

- кандидат технічних наук

Веревічева Марина Анатоліївна

доцент кафедри будівельної механіки

Харківської державної академії залізничного транспорту.

Провідна установа – Полтавський державний технічний університет ім Ю.Кондратюка
Міністерства освіти та науки України.

Захист відбудеться 28 вересня 2000 р. о 14-30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д64.820.02 Харківської державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м.Харків, майд. Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківської державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий 28 . 08. 2000 р.

Вчений секретар спеціалізованої

вченої ради, к.т.н., доцент.....Єрмак Є.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Недостатня вивченість напружено-деформованого стану залізобетонних монолітних ребристих перекриттів призводить до надмірного витрачання матеріалів і знижує надійність запроектованих перекриттів. Дослідження напружено-деформованого стану монолітних ребристих перекриттів дозволяє покращити методику їх проектування, а також забезпечити економію арматури та надійність будівельна стадії проектування.

Зв'язок роботи з науковими програмами.

Дослідження пов'язане з основною науково-дослідною тематикою кафедри будівельних конструкцій Сумського державного аграрного університету “Обстеження і методи посилення будівельних конструкцій”, тема №Б-6.2.1999.

Метою дисертаційної роботи є дослідження науково-деформованого стану елементів монолітного ребристого перекриття від дії рівномірних та нерівномірних вертикальних навантажень, при різних видах опирання перекриття.

Задачі досліджень:

1. Обґрунтувати вибір методу розрахунку монолітних ребристих перекриттів із урахуванням просторової роботи.
2. Розробити розрахункові моделі перекриттів, які враховують неосьове прикладення навантаження, і на основі цих моделей проаналізувати напружено-деформований стан монолітних ребристих перекриттів.
3. Розробити методику розрахунку монолітних перекриттів.
4. Провести експериментальні дослідження роботи монолітних ребристих перекриттів.

Об'єкт дослідження – залізобетонне монолітне ребристе перекриття.

Предмет дослідження – напружено-деформований стан елементів перекриття від рівномірного та нерівномірного навантаження з урахуванням просторового характеру роботи конструкцій.

Методи дослідження – чисельно-аналітичний метод, метод кінцевих елементів та експериментальні дослідження натурних фрагментів.

Наукова новизна роботи:

1. Запропоновано розрахункові моделі перекриттів, що враховують неосьове прикладення навантажень, опирання перекриттів повздовжними сторонами.
2. Розроблено принципи розрахунку монолітних перекриттів з урахуванням тріщиноутворення.

3. Розроблено чисельно-аналітичну методику згинальних та крутних моментів в елементах монолітного ребристого перекриття з урахуванням просторової роботи.

Практичне значення роботи полягає в тому, що отримані результати дозволяють значно знизити витрати арматури в ребрах перекриттів завдяки врахуванню їх просторової роботи, підвищити надійність при проектуванні нових та обстеженні існуючих перекриттів.

Достовірність отриманих на основі запропонованої методики розрахунку результатів підтверджується збігом з даними експериментів.

Впровадження.

Результати проведених досліджень враховані при проведенні обстежень ряду об'єктів у Сумській області:

1. Покриття цеху середнього та крупного лиття Сумського заводу Центроліт.
2. Міжповерхові перекриття міської дитячої лікарні в м. Суми
3. Перекриття блоку №5 школи №24 по вул. Паризької Комуні в м. Суми.

Особистий внесок здобувача:

- розроблена чисельно-аналітична методика розрахунку ребристих плит, яка використана при проектуванні монолітних перекриттів;
- обгрунтовано застосування методики розрахунку ребристих плит, досліджено її переваги;
- виконано експериментальні дослідження ребристого монолітного перекриття;
- проведено порівняння результатів розрахунку чисельно-аналітичним методом та МКЕ. На основі цього порівняння виявлено переваги і недоліки різних методик.

Апробація результатів дисертації.

Основні результати роботи доповідалися на конференціях та семінарах СумДАУ в 1998, 1999 та 2000 р.

Публікації.

Основні положення дисертації опубліковано у чотирьох друкованих працях.

Обсяг дисертації та її структура.

Дисертація складається із вступу, 4 розділів, висновків. Повний обсяг дисертації 165 сторінок, у тому числі 106 друкованого тексту, 5 таблиць, 94 рисунки, використано в роботі літературних джерел 148.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ присвячено актуальності теми дисертації, загальній характеристиці роботи; у ньому наведено структуру, дані про апробацію та публікації результатів роботи.

У першому розділі аналізуються застосовані у будівництві контруктивні схеми перекриття. Показано, що існують монолітні перекриття з ребрами в одному і в двох напрямках.

Зроблено огляд досліджень по просторовій роботі монолітних дисків перекриття. Діючі норми та методики проектування монолітних дисків перекриття передбачають роботу плит як багатопрольотних балок. Розглядається смуга плити шириною 1 м, опорами якої є другорядні балки, причому ці опори є жорсткими. Насправді другорядні балки є пружноосідаючими опорами і зусилля в плиті в значній мірі залежить від жорсткості другорядних балок.

Розрахунок перекриття з урахуванням просторової роботи, з одного боку, дозволяє зекономити арматуру, а з іншого боку, підвищує надійність проектування, так як при цьому враховуються виникаючі в окремих елементах крутячі моменти.

Вивченням просторової роботи збірних та монолітних перекриттів і мостових споруд займалися: А.В. Александров, Т.Н. Азізов, В.Н. Байков, М.А.Веревичева, М.Є. Гібшман, В.Н. Горнов, С.А. Дмитрієв, М.І. Додонов, П.Ф. Дроздов, Б.В. Карабаров, В.Г. Кваша, А.С. Семченков, Н.Н. Складнев, І.А. Трифонов, Л.М. Фомиця, Е.Д.Чихладзе, О.Л. Шагін, О.В.Шимановський, В.С. Шмуклер та ін.

В цих дослідженнях показано, що збірні та монолітні перекриття є просторово деформованими системи; їх робота в значній мірі відрізняється від роботи в передбаченні відокремленої роботи окремих елементів. Робота збірних перекриттів вивчена значно ширше, ніж робота монолітних перекриттів.

Розрахунок збірних та монолітних перекриттів робиться або за допомогою методу кінцевих елементів, або чисельним методом з діленням на окремі лінійні елементи у вигляді таврових або двотаврових балок. При цьому застосовується метод сил або метод переміщень.

Не вирішено у кінцевому вигляді задачі врахування тріщиноутворення, наявності отворів у перекриттях.

Значну кількість методів розрахунку оснований на розсіченні перекриттів на лінійні балочні елементи, а невідомі зусилля визначаються з апроксимаційних формул, що призводить до громіздкості обчислювального процесу. У методах П.Ф. Дроздова та Т.Н. Азізова невідомі зусилля визначаються шляхом рішення систем диференційних рівнянь, внаслідок чого вони є більш точними, але вимагають обґрунтування застосування їх на практиці.

Виконаний аналіз стану питання дозволив сформулювати у першому розділі задачі дисертаційного дослідження.

Другий розділ присвячено теоретичним дослідженням напружено-деформованого стану монолітних ребристих перекриттів.

Перекриття розсікається на окремі таврові балки площинами, що є паралельними вздовжнім вісям ребер і проходять по середині відстані між ребрами.

На відсічене ребро з полицею в загальному випадку діють шість невідомих функцій зусиль. Для спрощення розрахунків замість ребра таврового перетину можна використати ребро з полицею, розташовану на рівні центру ваги ребра.

Заміна ребра з полицею у стисненій зоні (таврового перерізу) на ребро з полицею на рівні нейтральної осі (рис. 1) компенсується тим, що жорсткість ребра приймається рівною жорсткості таврового ребра. Таке рішення цілком виправдовує себе і втрати точності розрахунку є мінімальними при суттєвому спрощенні.

Наведена система диференціальних рівнянь для визначення невідомих зусиль $S_i(x)$ і

$M_i(x)$ для перекриття, яке складається із ребер однакового поперечного перерізу.

Рисунок 1 – Зусилля діюче вздовж ліній розсічення і-того ребра

Система має вигляд:

$$\begin{aligned} \frac{1}{EJ} \left(-M_{S_{i-1}} + 2M_{S_i} - M_{S_{i+1}} \right) + \frac{a^2}{GJ_k} \left(-M''_{S_{i-1}} - 2M''_{S_i} - M''_{S_{i+1}} \right) + \frac{2a^3}{3D} M''_{S_i} + \\ + \frac{a}{GJ_k} (m_{i-1} - m_{i+1}) = \frac{1}{EJ} (-M_{Q_i} + M_{Q_{i+1}}) \\ \frac{a}{GJ_k} \left(-M''_{S_{i-1}} + M''_{S_{i+1}} \right) + \frac{1}{GJ_k} (m_{i-1} - 2m_i + m_{i+1}) + \frac{2a}{D} m''_i = 0 \end{aligned}$$

де EJ – згинальна жорсткість ребер;

D – циліндрична жорсткість полиці (плити);

M_{S_i} – невідома функція згинальних моментів у ребрі від зусиль S_i ;

m_i – невідома функція згинальних моментів у полиці;

M_Q – функція згинальних моментів у ребрі від зовнішнього навантаження;

a – половина відстані між ребрами;

J_k – крутильний момент інерції.

Запропоновано систему диференційних рівнянь розв'язувати шляхом розкладання невідомих функцій зусиль у ряди Фур'є по синусах, так як при цьому автоматично задовольняються граничні умови для невідомих в точках, які є нульовими (наприклад, на опорах).

Показано, що у випадку дії локального навантаження на монолітне ребристе перекриття напружений стан монолітної плити може суттєво відрізнятись від її НДС при традиційному проектуванні, коли плита постає у вигляді багатопрольотної балки, опорами якої є другорядні балки (ребра). Тому при традиційному проектуванні плита армується таким чином: над опорами (ребрами) - у верхній зоні, в прольоті – в нижній зоні. Якщо діє локальне навантаження, то епюра згинальних моментів у плиті в різних зонах суттєво відрізняється. Для прикладу на рисунку 2 представлена схема завантаження у плиті ребристого перекриття, що складається з п'яти ребер прольотом 5 м, перерізом 150 x 130 мм та полиць товщиною 50 мм з відстанню між ребрами 1 м, завантаженого смуговим навантаженням $q = 1$ кН/м на третьому ребрі. Як бачимо, можлива схема армірування плити суттєво відрізняється від традиційної. У зв'язку з цим при проектуванні рекомендується розглядати безліч можливих варіантів завантаження перекриття та армірування по обгинальній епюрі моментів, що охоплює максимальні моменти від усіх можливих варіантів завантаження.

Використання запропонованої методики визначення зусиль в елементах ребристого перекриття дозволяє в автоматичному режимі враховувати тріщиноутворення за допомогою методу пружних рішень, коли на кожному кроці корегуються жорсткість умовно пружного елемента, максимальний прогин якого дорівнює прогину реального елемента з тріщинами.

Наведено також методику розрахунку ребристих монолітних перекриттів з отворами. При цьому жорсткості ребра і полиці постають у вигляді функції зі хвилеподібними змінами (зменшенням) в області отвору. Перевага запропонованої методики розрахунку заключається в тому, що розрахунок перекриття без отворів і з отворами відбувається з використанням тієї ж системи диференційних рівнянь. Різниця полягає в тому, що в першому випадку коефіцієнти при невідомих функціях є константами, у другому – перемінними.

Наведена методика обліку неосьового завантаження ребер перекриття, коли навантаження розташовується між ребрами. Для цього на місці дії смугового навантаження вводиться фіктивне ребро з нульовою жорсткістю.

Наведено принцип розрахунку перекриття при його опиранні поздовжніми сторонами. Для цього жорсткість крайніх ребер, котрі опираються на стіни, приймається рівною безкінечності.

Наведено порівняння розрахунків за запропонованою методикою з розрахунками по методу кінцевих елементів, що проведені за програмою "Reson" при моделюванні полиці двохребристої

плити за допомогою плоских кінцевих елементів, а також стержневими кінцевими елементами. На рис. 3 наведено це порівняння.

Рисунок 2 – Схема завантаження плити перекриття і можлива схема армування

Рисунок 3 – Епюри прогинів у середині полиць (між ребрами)

Цифри угорі – при представленні полиць у вигляді плоских кінцевих елементів. Цифри унизу - за чисельно-аналітичною методикою ; цифри в дужках – при представленні полиці плити у вигляді стрижневих КЕ .

З рисунку видно, що результати співпадають з високим ступенем точності. У зв'язку з цим у подальшому для порівняння теоретичних даних з даними чисельного розрахунку за МКЕ була прийнята кінцево-елементна модель, що складається з балок поздовжнього напрямку, які моделюють роботу ребер, та балок поперечного напрямку (10 штук), які моделюють роботу полиць.

На рис. 4 наведено графіки вертикальних зусиль $S(x)$ та поперечних згинальних моментів $M(x)$ у першому та другому перерізах монолітного ребристого перекриття, що складається із 5 ребер перетином 250x250мм, розташованих з кроком 1 м прольотом 5 м. Ребра з'єднані полицею товщиною 50 мм. Навантаження – смугове на третє (середнє) ребро.

З рисунка видно, що зусилля, визначені за запропонованою методикою і за МКЕ, співпадають з високим ступенем точності. При цьому чисельно-аналітичний метод відрізняється своєю простотою, простим урахуванням тріщиноутворення, отворів (не змінюється схема розрахунку). Слід відзначити, що, якщо робити розрахунок урахування тріщиноутворення та отворів за МКЕ, то виникають значні труднощі.

Рисунок 4 – Порівняння зусиль у першому (а) та в другому (б) перетинах, отриманих шляхом розрахунку за МКЕ (нижня лінія) і за запропонованою методикою (верхня лінія)

Рисунок 5 – Опалубочні розміри фрагмента та його армування

а) опалубочне креслення

б) армування фрагмента

До того ж точність розрахунків за запропонованим методом визначається кількістю членів ряду Фур'є, котрий дуже швидко сходиться, і не залежить від числа точок по довжині ребра, а точність розрахунку за МКЕ залежить від кількості елементів по довжині.

Таким чином, у другому розділі показано чисельно-аналітичну методику розрахунку та її переваги, проведено її порівняння з МКЕ.

Третій розділ присвячено експериментальному дослідженню фрагменту монолітного ребристого перекриття. Розмір у плані, перетин фрагменту та його армування наведено на рисунку 5.

Загальний вид фрагменту показано на рисунку 6.

Рисунок 6 – Загальний вид фрагменту при навантаженні

Одночасно з фрагментом були виготовлені бетонні куби та призми. За результатами дослідження призм і арматури отримано дані: призмova міцність бетону $R_b = 16,6$ МПа; межа текучості арматури = 481 МПа; тимчасовий опір розриву = 753 МПа. Модуль деформації бетону, визначений під час випробування призм, складає 28000 МПа. У процесі випробування визначались прогини середини прольоту ребер.

Смугове рівномірно-розподілене навантаження замінили чотирма зосередженими силами, розташованими у четвертинах прольоту. Навантаження створювалося гідродомкратами, які були протаровані на стаціонарному пресі разом з манометром.

Випробування фрагменту проводилося у три етапи. Спочатку завантажувалося перше ребро у межах пружних деформацій до появи перших тріщин. Потім проводилося розвантаження і завантажувалося друге ребро також при малих значеннях навантаження до утворення тріщин. На третьому, останньому, етапі завантажувалося третє (середнє) ребро аж до руйнування фрагменту.

При завантаженні першого ребра перша тріщина утворилася при навантаженні 4,4кН/м у внутрішньому куті між першим ребром і полицею, що підтверджує теоретичні припущення, а саме: при максимальному навантаженні на відміну від рівномірно розподіленого на опорах плити (ребрах) можуть виникати позитивні моменти.

При завантаженні другого ребра перша тріщина утворилася при навантаженні 4,4 кН/м. Ця повздовжня тріщина з'явилася на верхній грані першого ребра.

Величина максимального навантаження при завантаженні першого та другого ребер становила 6,16 кН/м. При розвантаженні показники індикаторів повернулися у вихідне положення, що є показником пружної роботи фрагменту.

На останній стадії завантаження фрагменту навантаження було прикладено до третього ребра.

Спочатку, як і при завантаженні 1-го і 2-го ребер, з'явилися повздовжні тріщини в полиці перекриття. При навантаженні 28,77кН/м у третьому завантаженому ребрі з'явилися нормальні тріщини з шириною розкриття 0,05 мм. Навантаження, при якому утворюються тріщини за СНиП, в передбаченні роботи ребра як самотньої балки таврового перетину майже в 5 разів менше реального навантаження, при котрому утворилися нормальні тріщини в ребрі. Це підтверджує вірність припущення про суттєву відміну роботи ребра у порівнянні з традиційним його розрахунком, коли кожне ребро розраховується як самостійна балка з навантаженням, яку зібрали з її вантажної смуги.

Фрагмент зруйнувався при навантаженні 40,28 кН\м внаслідок втрати несучої спроможності похилого перетину третього ребра.

Під час дії руйнуючого навантаження ширина розкриття нормальних тріщин у третьому ребрі складає лише 0,3мм, тобто ребро мало ще значний запас міцності нормального перетину. Внаслідок цього несуча спроможність ребра при урахуванні просторової роботи перекриття значно більше несучої спроможності в передбаченні самостійної його роботи.

Характер утворення повздовжніх тріщин у досліджувальному фрагменті ребристого монолітного перекриття повною мірою співпадає з теоретичними передбаченнями.

На основі проведених експериментальних досліджень показано, що при смуговому завантаженні ребер максимальні прогини виникають у завантаженому ребрі. Ребра, віддалені від завантаженого, при відсутності обмеження їх відриву від опори можуть переміщатися вгору (вигинатися).

Повздовжні тріщини в полицях спочатку виникають у середині прольоту ребер і потім поширюються у сторону опор, що також підтверджує теоретичні висновки, що максимального значення поперечні згинальні моменти в плиті досягають у середині прольоту ребер.

Таким чином, проведені у 3 розділі експериментальні дослідження повністю підтвердили теоретичні положення.

Четвертий розділ присвячено розробці пропозицій щодо розрахунку і конструювання монолітних ребристих перекриттів, а також ефективності методу розрахунку.

Розрахунок перекриття починається зі створення розрахункової схеми. Якщо перекриття із n ребер опирається тільки торцями, то кількість січних площин буде дорівнювати $n-1$. Якщо на одній із сторін плита опирається повздовжньою стороною, то кількість січних площин буде дорівнювати n . При цьому опираючі на жорстку опору моделюються абсолютно жорсткими ребрами. Якщо перекриття опирається на 4 сторони, то кількість січних площин буде дорівнювати $n+1$ і з обох сторін перекриття повинні бути введені фіктивні абсолютно жорсткі ребра. Якщо на перекриття діють неосьові навантаження, то додатково вводяться фіктивні ребра з нульовими жорсткостями.

Наведено алгоритм визначення зусиль по лініях розтину при дії будь-яких видів навантажень.

Наведено також докладну методику визначення згинальних та крутних моментів у ребрах, поперечних сил в них, а також згинальних моментів у полицях.

Після визначення зусиль по лініях розтину перекриття на окремі таврові балки, згинальних та крутних моментів у ребрах виконується розрахунок міцності елементів. Плита розраховується

як балка суцільного перетину шириною 1м. При цьому в запас міцності рекомендується розглядати полосу плити в середині прольоту ребер, що водночас дозволяє армувати плиту сіткою з постійним по довжині ребра перетином арматури. Армування плити приймається однаковим.

Ребра перекриття розраховуються по міцності на згин зі скрутом (на відміну від традиційного розрахунку на згин).

У загальному випадку розглядаються різні варіанти завантаження перекриття тимчасовим навантаженням. За результатами розрахунків на постійне і різне положення тимчасового навантаження будується огинаюча епюра, по котрій армуються елементи перекриття.

Наведено приблизний розрахунок перекриття для попереднього визначення зусиль з метою призначення армування.

Наведено також методику розрахунку головної балки перекриття, котра складається з головних та другорядних балок. Для розрахунку головна балка розтинається площинами, паралельними її повздовжній осі. Другорядні балки з плитою замінюються суцільною плитою з еквівалентною товщиною, яку визначають із умови рівності згибної жорсткості суцільної плити шириною, рівною кроку другорядної балки таврового перетину. Система розраховується

вищенаведеним способом і визначаються вертикальні зусилля $S_I(x)$ (x- координата уздовж осі головної балки) і поперечні згинальні моменти $M_I(x)$. Поперечні моменти $M_I(x)$ є зусиллями,

які згинають другорядні балки. Вертикальні зусилля $S_I(x)$ є згинальними і діють на головну балку. Таким чином, методика розрахунку дозволяє розраховувати як перекриття з балками в одному напрямку, так і перекриття з балками у двох напрямках.

Показано методику урахування просторової роботи монолітного ребристого перекриття при обстеженні. Якщо окремі елементи перекриття мають дефекти та ушкодження, які знижують його несучу спроможність, то в ряді випадків урахування просторової роботи частіше за все дозволяє відмовитися від підсилення перекриття, так як зусилля перерозподіляються таким чином, що від елементів з дефектами вони передаються на елементи, які не мають ушкодження. Запропоновано методику розрахунку прогинів елементів перекриття.

Диференційне рівняння згину і-того відсіченого ребра має вигляд:

$$EI \frac{d^4 w}{dx^4} + M_{Qi} = 0 \quad (1) \quad \text{де } M_{Qi} -$$

функція згинальних моментів від зовнішнього навантаження;

$M_{S_{i-1}}$, M_{S_i} – відповідно функції згинальних моментів від зусиль S_{i-1} ліворуч від ребра і S_i – праворуч. Отже, якщо визначено невідомі зусилля уздовж лінії розтину, то достатньо просто визначаються і прогини.

Для порівняння з експериментальними даними були підраховані прогини ребер експериментального фрагменту перекриття у середині прольоту. При цьому жорсткості ребер на згин і на скрут обчислювалися множенням модуля пружності бетону, визначеного шляхом експерименту на момент інерції відповідно при згині I і при скрутучуванні I_t , визначених для таврового перерізу.

Порівняння даних, що отримані теоретично і експериментально показує, що вони співпадають з високим ступенем точності.

Урахування тріщиноутворення можливе за методикою, запропонованою у 2-ому розділі. Слід відзначити, що під час експерименту розкриття тріщин відбувалося із завантаженнями, які перевищували нормативне значення. У зв'язку з цим визначення прогинів на практиці у великій кількості випадків можна проводити у передбаченні пружної роботи перекриття.

Урахування просторової роботи при дії вертикальних навантажень на монолітне ребристе перекриття дозволяє зекономити значну кількість арматури за рахунок суттєвого зменшення згинальних моментів у ребрах просторово-деформованого перекриття у порівнянні з моментами у окремо працюючих ребрах.

ВИСНОВКИ

1. На базі загальної теорії побудовано чисельно-аналітичну методику визначення зусиль у монолітному ребристому перекритті з урахуванням його просторової роботи шляхом його розтину на окремі таврові балки.
2. Наведено чисельні дослідження напружено-деформованого стану ребристого перекриття на основі розрахунків на ЕОМ з використанням обчислювальних комплексів RECON, МІРАЖ.
3. Запропоновано способи розрахунку перекриттів при міжреберному прикладенні навантажень та різних видах опирання перекриття. Проаналізовано вплив цих факторів на напружено-деформований стан ребристого перекриття.
4. Наведено приклади розрахунку монолітного ребристого перекриття з урахуванням фізичної нелінійності тріщиноутворення в ребрах і плиті. Досліджено вплив тріщиноутворення на НДС перекриття.
5. Розроблено програму на ЕОМ для розрахунку монолітного ребристого перекриття з урахуванням просторової роботи.

6. Проведено експериментальні дослідження фрагменту перекриття, які підтвердили теоретичні розробки. Доказано імовірність руйнування перекриття у результаті утворення повздовжних тріщин в місцях примикання полиць до ребра.
7. Експериментально доведено, що при дії локального навантаження на одне ребро в полицях утворюються тріщини в зонах, котрі при традиційних розрахунках вважаються стисненими. Ці факти також підтверджують теоретичні дослідження.
8. Показано, що при обстеженні перекриття урахування їх просторової роботи за запропонованою методикою дозволяє відмовитися від посилення конструкцій з дефектами, а також у деяких випадках відмовитися від посилення перевантажених ділянок при реконструкції.

Основні положення дисертації опубліковані в наступних роботах:

1. Касем Н.Ж. Визначення зусиль у ребрах монолітного перекриття// Вісник Сумського держ. аграрного університету.-N5.- Суми, 2000. – С.35-38.
2. Касем Н.Ж. Розрахунок ребристих перекриттів з отворами// Вісник Сумського держ. аграрного університету.-N4.-Суми,1999. – С.38-41.
3. Фомиця Л.М., Азізов Т.Н., Касем Н.Ж. Проектування збірних залізобетонних перекриттів// Зб. наук. ст. “Проблеми теорії і практики будівництва. –ДУ “Львівська політехніка”. - Львів,1997. – С.127-129.
4. Азізов Т.Н., Касем Н.Ж. Особливості розрахунку монолітних ребристих перекриттів//Вісник Сумського держ. аграрного університету. - N2. Суми,1998. – С.84-85.

АНОТАЦІЯ

Касем Насер Жамаль Просторова робота залізобетонних монолітних ребристих перекриттів.
– Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.01 – будівельні конструкції, будівлі та споруди. – Харківська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2000.

Дисертація присвячена дослідженню напружено-деформованого стану окремих елементів монолітного ребристого перекриття при дії рівномірних і нерівномірних вертикальних навантажень при різних видах опирання перекриття для розробки рекомендацій по проектуванню.

Розроблено чисельно-аналітичну методику розрахунку монолітних ребристих перекриттів з урахуванням просторової роботи. Наведено систему диференціальних рівнянь, рішення котрої дозволяє визначити зусилля в елементах ребристого перекриття.

Методика базується на використанні принципу розрахунку ребристих плит, який оснований на їх членуванні на окремі таврові балки і визначенні зусиль уздовж лінії розсічення. В даній роботі цей принцип вдосконалено, зроблено необхідні спрощення і припущення.

За запропонованим методом досліджено НДС ребристого перекриття. Показано, що при локальних навантаженнях НДС ребристого перекриття у значній мірі відрізняється від його НДС при дії розподіленого навантаження.

Ключові слова: ребристе монолітне перекриття, просторова робота, система диференціальних рівнянь, тріщиноутворення, вертикальні зусилля, поперечні згинальні моменти.

АННОТАЦІЯ

Касем Насер Жамаль Пространственная работа железобетонных монолитных ребристых перекрытий. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения. – Харьковская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, 2000.

Диссертация посвящена исследованию напряженно-деформированного состояния отдельных элементов монолитного ребристого перекрытия при действии равномерных и неравномерных вертикальных нагрузок, при различных видах опирания перекрытия для разработки рекомендаций по проектированию.

Разработана численно-аналитическая методика расчета монолитных ребристых перекрытий с учетом пространственной работы. Приведена система дифференциальных уравнений, решение которой позволяет определить усилия в элементах ребристого перекрытия.

Методика основана на использовании принципа расчета ребристых плит, основанного на их членении на отдельные тавровые балки и определении усилий вдоль линий рассечения. В работе этот принцип усовершенствован, сделаны необходимые упрощения и допущения.

Разработаны принципы расчета ребристых перекрытий с учетом трещинообразования, наличия отверстий, различных схем опирания и загрузки.

Проведены экспериментальные исследования фрагмента монолитного ребристого перекрытия.

На основе сравнения данных расчета по предложенной методике с расчетами по методу конечных элементов и с результатами физического эксперимента показана достоверность методики.

Приводится методика приближенного расчета перекрытия для предварительного определения усилий с целью назначения армирования. Дается также методика учета пространственной работы монолитного ребристого перекрытия при обследовании. Показано, что

если отдельные элементы перекрытия имеют дефекты и повреждения, уменьшающие их несущую способность, то в ряде случаев учет пространственной работы позволяет отказаться от их усиления.

Предложенным методом исследовано НДС ребристого перекрытия. Показано, что при локальных нагрузках НДС ребристого перекрытия существенно отличается от его НДС при действии распределенной нагрузки.

Сделаны предложения по расчету прочности и деформативности элементов ребристого перекрытия.

Ключевые слова: ребристое монолитное перекрытие, пространственная работа, система дифференциальных уравнений, трещинообразование, вертикальные усилия, поперечные изгибающие моменты.

Abstract

Qasem N.J. Spatial work of reinforced monolithic ribbed ceilings. – Manuscript.

Candidate of technical sciences dissertation speciality 05.23.01 – building constructions edifices and structures. – Kharkiv State Academy of Rail Transport, Kharkiv, 2000.

Dissertation is devoted to investigation of tense-deformed state of separate elements of monolithic ribbed ceilings under the influence of even and uneven vertical loads and with different kinds of loading for working out of recommendations for projecting.

Numerical-analytical methodics of calculation of monolithic ribbed ceilings is worked out taking into account the spatial work. The system of differentiated equations is given. The solution of which lets to determine the power in the elements of ribbed ceilings.

Methodics is based upon the usage of principles of calculation is based on the articulation of slabs into separate T-beams and determination of power along the line of cutting. In this principle is perfected, all necessary suppositions are made/

The key words: ribbed monolithic ceilings, spatial work, the system of differentiated equations, appearing cracks, vertical power.

